

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“EFECTOS DE LOS PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN SOBRE LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES DEL VINO DE
Theobroma grandiflorum (Willd. ex Spreng.) K. Schum. (COPOAZÚ)”**

Tesis presentado por: Bach. CÁCERES
PUMA, Liz Janet.

Para Optar el Título Profesional de:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

Asesor: Ing. MONTALVÁN APOLAYA
Pedro Saúl.

Co Asesor: M. Sc. CHAÑI PAUCAR, Larry
Oscar.

Puerto Maldonado – Perú

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“EFECTOS DE LOS PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN SOBRE LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES DEL VINO DE
Theobroma grandiflorum (Willd. ex Spreng.) K. Schum. (COPOAZÚ)”**

Tesis presentado por: Bach. CÁCERES
PUMA, Liz Janet.

Para Optar el Título Profesional de:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

Asesor: Ing. MONTALVÁN APOLAYA
Pedro Saúl.

Co Asesor: M. Sc. CHAÑI PAUCAR, Larry
Oscar.

Puerto Maldonado –Perú

2020

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación, la dedico en primer lugar a Dios, por guiar mi camino, y no dejarme vencer en las pruebas difíciles de la vida.

A mis queridos padres José Cáceres y Damiana Puma, que siempre apostaron por mí, me inculcaron valores y me brindaron su apoyo incondicional en mi carrera universitaria y vida personal, les estaré eternamente agradecida. Asimismo, la dedico a mis hermanos menores, esperando ser un buen ejemplo de hermana mayor.

A mi esposo Germán quien cumplió un rol fundamental en el presente trabajo, brindándome su apoyo en el desarrollo de la tesis, y a mi hijo Roman Pier, quien fue mi inspiración y motivación de lograr este objetivo, esperando que en algún momento puedas estar orgulloso de mí, hijo mío, te amo.

Liz Janet Cáceres Puma

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi gratitud:

A Mi alma mater, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, ya que fue mi segundo hogar durante mi vida universitaria, y en especial a mi carrera profesional de Ingeniería Agroindustrial, por la formación como profesional.

A mis asesores, Ing, Saúl Montalván Apolaya, por sus aportes técnicos para el desarrollo de la tesis y al M. Sc. Ing. Larry Chañi Paucar, por su asesoramiento constante desde la elaboración del perfil de tesis hasta la redacción del mismo.

A todos mis maestros universitarios, por sus enseñanzas y exigencias.

Finalmente al jurado, integrado por la Dra. María Isabel Cajo Pinche, Ing. Raúl Huamán Cruz, Ing. Julián Colquehuanca Vilca y al Ing. Eliud Dennis Arpi Anco, por sus aportes y recomendaciones para fortalecer el trabajo de investigación.

.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación aborda en evaluar los efectos de los parámetros de fermentación de pH y concentración de azúcares sobre las características físico-químicas y sensoriales del vino de *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum. (Copoazú), con el fin de obtener un producto innovador para el mercado, en cumplimiento con los requisitos mínimos estipulados por la Norma Técnica Peruana y dar valor agregado al copoazú, uno de los principales frutos de la región de Madre de Dios.

El trabajo de investigación se describe en cuatro capítulos, que se detallan de la siguiente manera:

Capítulo I: Problema de investigación, detallándose la descripción y formulación del problema, los objetivos, las variables y su operacionalización, la hipótesis, la justificación y las consideraciones éticas.

Capítulo II: Marco Teórico, se consignan los antecedentes de estudio, revisión bibliográfica y definiciones de los términos más importantes.

Capítulo III: Metodología de Investigación, se detalla el tipo y diseño de estudio, la población y muestra, los métodos y técnicas de la investigación, así como el tratamiento de los datos obtenidos.

Capítulo IV: Resultados de Trabajo de Investigación, se darán a conocer los resultados del trabajo y discusiones con otros autores, los cuales nos permitirá obtener conclusiones de la investigación, y generar algunas sugerencias para próximos trabajos.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del pH y la concentración de azúcar del mosto en la fermentación alcohólica, sobre las características físico-químicas y sensoriales del vino de copoazú (*Theobroma grandiflorum*). Se establecieron 4 tratamientos combinando dos niveles de pH (3,3–natural y 4,0–ajustado) y concentración de sólidos solubles (20 y 24 °Brix). Los otros parámetros como el tiempo de fermentación (7 días), temperatura ambiental (25°C), periodicidad de remoción (cada 24 horas) y concentración de levadura (20g/hL), fueron constantes para todos los tratamientos. El mosto fermentado fue trasegado, pasteurizado (80 °C por 5 min), clarificado con bentonita (3g/L por 15 días), envasado y almacenado a 25°C. Los vinos de copoazú, fueron analizados para determinar sus características físico-químicas (°Brix, pH, contenido de metanol y etanol) y sensoriales (color, apariencia, olfato y gustativo). Los resultados de estos análisis fueron comparados con la Norma Técnica Peruana (NTP 212.014) para bebidas alcohólicas vitivinícolas, de acuerdo con esta NTP, todos los tratamientos presentan una concentración de etanol próximo a 6,5°GL, que se ajusta a la categoría de vino espumoso, pero únicamente el Tratamiento 4 (4 pH y 20°Brix) presenta una concentración adecuada de metanol (109mg/L), este vino presentó 3,54 de pH, 11,33°Brix, 6,8°GL, 66% rendimiento global de vino y 43% de conversión de azúcar en etanol. Por otra parte, los cuatro tratamientos presentaron características sensoriales similares. En conclusión, el estudio permitió determinar el pH y °Brix del mosto de la pulpa de copoazú para obtener vino, de acuerdo con la NTP 212.014.

Palabras claves: Vino de frutas, vino de copoazú, fermentación alcohólica.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the effect of pH and sugar concentration of must on alcoholic fermentation, on the physicochemical and sensory characteristics of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) wine. Four treatments were established combining two levels of pH (3.3–natural and 4.0–adjusted) and concentration of soluble solids (20 and 24°Brix). The other parameters such as fermentation time (7 days), ambient temperature (25°C), removal periodicity (every 24 hours) and yeast concentration (20g/hL), were constant for all treatments. The fermented must was racked, pasteurized (80°C for 5 min), clarified with bentonite (3g/l for 15 days), packaged and stored at 25°C. cupuassu wines made according to experimental delineation, were analyzed to determine their physical-chemical (° Brix, pH, methanol and ethanol content) and organoleptic (color, appearance, smell and taste) characteristics. The results of these analyzes were compared with the Peruvian Technical Standard (NTP 212.014) for wine alcoholic beverages, according to this NTP, all treatments have an ethanol concentration close to 6.5°GL, which conforms to the category of Sparkling wine, but only Treatment 4 (4 pH and 20 °Brix) has an adequate concentration of methanol (109mg/l), this wine presented 3.54 pH, 11.33 °Brix, 6.8°GL, 66% overall yield of wine and 43% conversion of sugar into ethanol. On the other hand, the four treatments presented similar organoleptic characteristics. In conclusion, the present study allowed to determine the pH and ° Brix of the juice of the cupuassu pulp, to obtain wine in accordance with NTP 212.014.

Keywords: Fruit wine, copoazú wine, alcoholic fermentation.

INTRODUCCIÓN

El copoazú, es un fruto que se viene cultivando en varias regiones del Perú, como Ucayali, Loreto y Madre de Dios, este último es el principal productor a nivel nacional con niveles considerables de comercialización y crecimiento de producción. Actualmente el aprovechamiento del copoazú, se viene realizando de manera integral, tanto para la pulpa como para los granos, cabe recalcar que la pulpa de este fruto tiene una considerable aceptación por los consumidores locales, debido al sabor y aroma altamente agradable.

Por otro lado, la elaboración de vino de frutas a nivel nacional e internacional aun es poco intensificada, sin embargo, esta opción representa una nueva oportunidad de dar valor agregado a las frutas, principalmente tropicales, ya que presentan bondades en cuanto a nuevos sabores y aromas en el producto final. Asimismo, para la elaboración de vino de frutas existen factores que pueden influir en las características del producto final, es por ello que en esta investigación se diseñó evaluar los efectos de los parámetros de fermentación que influyen sobre las características físico químicas y sensoriales del vino de copoazú (*T. grandiflorum*). Para ello se trabajó con la pulpa de copoazú, de un predio agrícola de 7 ha de la región de Madre de Dios, con una producción aproximada de 3 tn de copoazú en fruto por año, asimismo se utilizó una muestra aproximada de 400 g de pulpa por tratamiento.

Se utilizó el diseño factorial 2^2 , con dos niveles y dos factores, y 3 repeticiones cada tratamiento, pH iniciales de 3,3 (natural del mosto) y 4,0 (ajustado) y concentración de sólidos solubles de 20 y 24 °Brix. Se utilizó la levadura MONTRACHET (*Sacharomyces cerevisiae*), con una concentración de 20 g/hL para todos los tratamientos.

ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|---------------------------------------------------------------|------|
| CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 1 |
| 1.1. Descripción del problema | 1 |
| 1.2. Formulación del problema | 3 |
| 1.3. Objetivos..... | 3 |
| 1.4. Variables..... | 4 |
| 1.5. Operacionalización de variables | 5 |
| 1.6. Hipótesis | 5 |
| 1.7. Justificación | 6 |
| 1.8. Consideraciones éticas..... | 7 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO | 8 |
| 2.1. Antecedentes de estudio | 8 |
| 2.2. COPOAZÚ | 10 |
| 2.2.1. Origen..... | 10 |
| 2.2.2. Características morfológicas | 10 |
| 2.2.3. Taxonomía del copoazú | 11 |
| 2.2.4. Composición química y valor nutricional..... | 12 |
| 2.3. ELABORACIÓN DE VINO DE FRUTAS..... | 15 |
| 2.3.1. Definición de vino de frutas | 15 |
| 2.3.2. Factores que influyen en la fermentación del vino..... | 16 |
| 2.3.3. Fermentación alcohólica..... | 17 |
| 2.3.4. Composición química de los vinos de frutas..... | 18 |
| 2.3.5. Características sensoriales..... | 19 |
| 2.3.6. Clasificación de los vinos..... | 19 |
| 2.4. Definición de términos | 21 |
| CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN | 23 |
| 3.1. Tipo de estudio | 23 |
| 3.2. Diseño del estudio | 23 |
| 3.3. Población y muestra | 24 |
| 3.4. Métodos y técnicas | 24 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.4.1. Lugar de Ejecución | 24 |
| 3.4.2. Materia prima e Insumos | 24 |
| 3.4.3. Metodología..... | 26 |
| 3.4.4. Métodos y técnicas de análisis | 29 |
| 3.4.5. Método de análisis sensorial | 30 |
| 3.5. Tratamiento de los datos | 31 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN | 32 |
| 4.1. Influencia de los parámetros de fermentación de pH y °Brix sobre las características físico-químicas del vino de copoazú..... | 32 |
| 4.1.1. Influencia del pH y °Brix del mosto, sobre los °Brix del vino de copoazú. | 32 |
| 4.1.2. Influencia de los parámetros de fermentación de pH y concentración de azúcares sobre el pH del vino de copoazú | 38 |
| 4.1.3. Influencia de los parámetros de fermentación de pH y concentración de azúcares sobre el contenido de metanol del vino de copoazú.... | 43 |
| 4.1.4. Influencia de los parámetros de fermentación de pH y concentración de azúcares sobre el contenido de etanol del vino de copoazú..... | 48 |
| 4.2. Resultados de la influencia de los parámetros de fermentación de pH y concentración de azúcares sobre las características sensoriales del vino de copoazú..... | 50 |
| 4.2.1. Evaluación sensorial del vino de copoazú | 50 |
| 4.2.2. Resultado de la evaluación sensorial del vino de copoazú | 51 |
| 4.3. Resultados de la influencia de los parámetros de fermentación de pH y concentración de azúcares sobre el rendimiento de producción del vino de copoazú..... | 63 |
| 4.4. Resultados de la influencia de los parámetros de fermentación de pH y °Brix sobre la conversión de azúcares del vino de copoazú | 64 |
| CONCLUSIONES | 70 |
| SUGERENCIAS..... | 71 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 72 |
| ANEXOS..... | 77 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabla 1. Operacionalización de variables..... | 5 |
| Tabla 2. Composición físico químico del cotiledón y pulpa de copoazú..... | 13 |
| Tabla 3. Análisis proximal de 100 g de pulpa de copoazú..... | 13 |
| Tabla 4. Composición química de la pulpa del fruto de copoazú..... | 14 |
| Tabla 5. Diseño factorial 2 ² de la investigación..... | 23 |
| Tabla 6. Análisis y métodos de análisis según la normativa | 29 |
| Tabla 7. Resultados finales del °Brix del vino de copoazú | 32 |
| Tabla 8. ANOVA del °Brix del vino de copoazú y estadísticas descriptivas..... | 35 |
| Tabla 9. Coeficientes en términos de factores codificados y no codificados para el modelo matemático del °Brix del vino | 37 |
| Tabla 10. Resultados finales del pH del vino de copoazú | 38 |
| Tabla 11. ANOVA del pH del vino de copoazú y estadísticas descriptivas | 40 |
| Tabla 12. Coeficientes en términos de factores codificados | 42 |
| Tabla 13. Resultados del contenido de metanol del vino de copoazú | 43 |
| Tabla 14. ANOVA del metanol del vino de copoazú y estadísticas descriptivas..... | 45 |
| Tabla 15. Coeficientes en términos de factores codificados | 47 |
| Tabla 16. Resultado de contenido de etanol del vino de copoazú..... | 48 |
| Tabla 17. ANOVA del contenido de etanol del vino de copoazú y estadísticas descriptivas..... | 49 |
| Tabla 18. Características consideradas en la cata descriptiva del vino de..... | 51 |
| Tabla 19. Resultado de promedios de puntaje de aceptabilidad de los atributos sensoriales..... | 56 |
| Tabla 20. Resultados finales del rendimiento de producción del vino de copoazú | 63 |
| Tabla 21. Análisis de varianza del rendimiento del vino..... | 64 |
| Tabla 22. Resultados finales de la conversión de azúcares del vino de copoazú. | 65 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 23. ANOVA de la conversión de azúcares durante la fermentación alcohólica y estadísticas descriptivas..... | 67 |
| Tabla 24. Coeficientes en términos de factores codificados y no codificados para el modelo matemático de la conversión de azúcar en alcohol..... | 69 |
| Tabla 25. Prueba de Kruskal-Wallis: Color del vino vs, Tratamientos..... | 72 |
| Tabla 26. Prueba de Kruskal-Wallis: Apariencia-limpidez vs, Tratamientos..... | 72 |
| Tabla 27. Prueba de Kruskal-Wallis: Apariencia-brillo vs, Tratamientos..... | 72 |
| Tabla 28. Prueba de Kruskal-Wallis: Olfato-alcohol..... | 72 |
| Tabla 29. Prueba de Kruskal-Wallis: Olfato-Intensidad de aroma..... | 72 |
| Tabla 30. Prueba de Kruskal-Wallis: Olfato-Descriptorios de aroma..... | 72 |
| Tabla 31. Prueba de Kruskal-Wallis: Gusto-Alcohol..... | 72 |
| Tabla 32. Prueba de Kruskal-Wallis: Gusto-Intensidad de aroma en boca..... | 72 |
| Tabla 33. Prueba de Kruskal-Wallis: Gusto-Descriptorios de aroma en boca..... | 72 |
| Tabla 34. Prueba de Kruskal-Wallis: Gusto-Sensaciones táctiles..... | 72 |
| Tabla 35. Prueba de Kruskal-Wallis: Gusto-Persistencia..... | 72 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figura 1. Diagrama de flujo de elaboración de vino de copoazú | 26 |
| Figura 2. Variación de los sólidos solubles totales (°Brix) durante la fermentación del mosto de copoazú..... | 33 |
| Figura 3. Superficie de respuesta de los sólidos solubles del vino en función del ° Brix y pH del mosto..... | 36 |
| Figura 4. Comportamiento del pH, durante la fermentación del mosto de copoazú..... | 39 |
| Figura 5. Superficie de respuesta del pH del vino en función del ° Brix y pH del mosto..... | 41 |
| Figura 6. Superficie de respuesta del contenido de metanol del vino en función del ° Brix y pH del mosto | 46 |
| Figura 7. Características sensoriales del vino de copoazú (T1) | 52 |
| Figura 8. Características sensoriales del vino de copoazú (T2) | 53 |
| Figura 9. Características sensoriales del vino de copoazú (T3) | 54 |
| Figura 10. Características sensoriales del vino de copoazú (T4)..... | 55 |
| Figura 11. Comparación del color por tratamientos | 57 |
| Figura 12. Comparación de la apariencia por tratamientos | 58 |
| Figura 13. Comparación del atributo de aroma por tratamientos..... | 60 |
| Figura 14. Comparación del Gusto por tratamientos | 62 |
| Figura 15. Superficie de respuesta de la conversión de azúcares del vino en función del ° Brix y pH del mosto..... | 68 |

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

La producción del fruto de copoazú (*T. grandiflorum*) está en crecimiento en la región de Madre de Dios. Según los reportes de la Dirección Regional de Agricultura, en el año 2019 se tuvo una superficie cosechada de 307 ha, con un rendimiento de 2248 kg/ha, a comparación del año 2013 en donde se tenía una superficie cosechada de 184,5 ha, con un rendimiento de 1679 kg/ha (DRAMDD, 2020). Actualmente el aprovechamiento del copoazú, se viene realizando de manera integral, tanto para la pulpa como para los granos, cabe recalcar que la pulpa de este fruto tiene una considerable aceptación por los consumidores locales, debido al sabor y aroma altamente agradable.

Por otra parte, según la Dirección Regional de Agricultura de Madre de Dios, la producción de copoazú se ha incrementado de 24,17 Tn (2009) a 691,30 Tn (2019) (DRAMDD, 2020). Este incremento en la producción de copoazú, se presenta como una oportunidad para el valor agregado y desarrollo de derivados a partir de la pulpa, como el vino de copoazú (Duarte et al., 2010). Este panorama resulta alentador debido a que en la última década, el crecimiento económico del país, ha permitido la competitividad de distintos sectores, como el de la industria vitivinícola, con un crecimiento de producción de 9,1 % de tasa promedio anual, reflejando la demanda en el país, así como en el exterior (Flores, Céspedes, Tejada, & Figueroa, 2017).

En la región no existe desarrollo de la industria de vinos de frutas, el cual podría desarrollarse a partir de la producción y/o acondicionamiento de tecnologías. El procesamiento de vino a base de pulpas de frutas, ha sido bien ajustado, como la pulpa de *Borojoa patinoi* Cuatrec (Zapateiro, Alberto, Mendoza, Inés, & Ligardo, 2016), *citrus sinensis* (Hoyos Concha, Urbano, Villada Castillo, Mosquera Sánchez, & Navia Porras, 2010), *Rubus glaucus* Benth (Peralta, 2011; Albán, 2012), *Malus communis* - Reineta Amarilla de Blenheim (Peralta, 2011), *Malpighia* spp. (Nemeth, González, & Pérez, 2010), *Tamarindus indica* L. (Pájaro-Escobar, Benedetti, & García-Zapateiro, 2018), *Averrhoa carambola* L. (Pájaro-Escobar et al., 2018; Malliquinga, 2011), *Cyphomandra betaceae* (Cav.) Sendth (Álvarez, Manzano, Materano, & Valera, 2009), *Pitahaya hylocereus triangularis* (Malliquinga, 2011), *Citrus sinensis* Osbeck (Bedoya, Gomez, Luján, & Salcedo, 2005), *Cucumis melo* L. var. *reticulatus* Naud., cv. Ovation (Padín, Goitia, Hernández, & Leal, 2012), entre otros.

Por otro lado, la elaboración de vino de frutas aún es marginal a nivel nacional e internacional, sin embargo, esta opción representa una nueva oportunidad para dar valor agregado a las frutas, principalmente tropicales, ya que presentan bondades en cuanto a nuevos sabores y aromas en el producto final. Por tal razón, el objetivo del presente estudio fue elaborar vino a partir de la pulpa de copoazú, buscando evaluar el efecto de los parámetros de fermentación, el pH y °Brix del mosto de copoazú sobre las características fisicoquímicas (pH, °Brix, concentración de etanol y metanol), sensoriales, conversión de azúcares en etanol y el rendimiento del vino de copoazú.

La fermentación del mosto, es considerada una de las operaciones más importantes en el proceso de elaboración de vinos de uvas y de frutas (Albán, 2012). Existen varios factores que influyen la producción de metabolitos y la supervivencia de las levaduras en la fermentación del

mosto, estos factores pueden definir las características físico-químicas y sensoriales del producto final (González, 2011). Con frecuencia son reportados la temperatura, concentración de levaduras, tipo de levaduras, pH, concentración de azúcares y la acidez, como los factores más importantes en la fermentación del mosto (Jordan & Hoyos Concha, 2005; Granados, Torrenegra, Acevedo, & Romero, 2013). Otro factor importante, específicamente en la fermentación de mostos de frutas, es la dilución de la pulpa de fruta para el acondicionamiento del mosto, ya que las pulpas presentan composición muy diferenciada de una fruta para otra (Albán, 2012). Las características físico-químicas del mosto de pulpa de frutas y los parámetros de fermentación, deben ser acondicionadas con la finalidad de que la fermentación se lleve de una forma apropiada (Bastidas & Espinoza-Oviedo, 2019; Corazza, Rodrigues, & Nozaki, 2001).

Por consiguiente, en el presente trabajo de investigación pretendió conocer y evaluar el efecto de los parámetros de fermentación sobre las características físico químico y sensorial del vino de copoazú.

1.2. Formulación del problema

¿Qué efectos presentan los parámetros de fermentación sobre las características físico químicas y sensoriales del vino de copoazú (*T. grandiflorum*)?

1.3. Objetivos

Objetivo general

- ❖ Evaluar el efecto de los parámetros de fermentación sobre las características físico químicas y sensoriales del vino de copoazú (*T. grandiflorum*).

Objetivos específicos

- ❖ Evaluar la influencia de los parámetros de fermentación de pH y concentración de azúcares sobre las características físico químicas del vino de copoazú (*T. grandiflorum*).
- ❖ Evaluar la influencia de los parámetros de fermentación de pH y concentración de azúcares sobre las características sensoriales del vino de copoazú (*T. grandiflorum*).
- ❖ Determinar el rendimiento de producción del vino de copoazú (*T. grandiflorum*).
- ❖ Determinar la conversión de azúcares del vino de copoazú (*T. grandiflorum*).

1.4. Variables

Variables independientes

- ❖ pH (3,3 y 4)
- ❖ concentración de azúcares (20 y 24 °Brix)

Variables dependientes

- ❖ Características físico químicas y sensorial: contenido de etanol, contenido de metanol, y análisis sensorial
- ❖ Rendimiento del vino
- ❖ Eficiencia de conversión de azúcar en etanol

Variables evaluadas durante el proceso de fermentación

- ❖ Sólidos solubles totales (°Brix)
- ❖ pH

1.5. Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

| VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Independientes | | |
| Concentración de azúcares. | Cociente total de materia seca (azúcares) disuelta en un líquido. | 20 y 24 °Brix |
| pH | Coefficiente que indica el grado de acidez o basicidad | 3,3 y 4 de pH |
| Dependientes | | |
| Contenido alcohólico | Volúmenes de alcohol (etanol) contenidos en 100 volúmenes del producto, medidos a 20 °C | Grados alcohólicos (%vol) |
| Contenido de metanol | Cantidad de alcohol metílico presente en la bebida (p/v) | Alcohol metílico (mg/L) |
| Análisis sensorial | Cata descriptiva del vino | Atributos descriptivos |
| Rendimiento del vino | Rendimiento de producción | Porcentaje de producto final (%) |
| Eficiencia de conversión de azúcares | Capacidad de conversión de azúcares en etanol y CO ₂ | Porcentaje de conversión de sacarosa (%) |

Fuente: Elaboración propia (2020)

1.6. Hipótesis

Hipótesis general

Los parámetros de fermentación influyen sobre las características físico químicas y sensoriales del vino de copoazú (*T. grandiflorum*).

Hipótesis específicas

- ❖ Los parámetros de fermentación de pH y concentración de azúcares (°Brix), influyen en las características físico químicas del vino de copoazú (*T. grandiflorum*).
- ❖ Los parámetros de fermentación de pH y concentración de azúcares (°Brix), influyen en las características físico sensoriales del vino de copoazú (*T. grandiflorum*).
- ❖ Los parámetros de fermentación de pH y concentración de azúcares (°Brix), influyen en el rendimiento de producción del vino de copoazú (*T. grandiflorum*).
- ❖ Los parámetros de fermentación de pH y concentración de azúcares (°Brix) influyen en la conversión de azúcares.

1.7. Justificación

El incremento de la producción de copoazú en los últimos años, es una oportunidad para desarrollar nuevos productos, como el vino, que pueden ser introducidos en el mercado (Duarte, *et al*, 2010)

Según Gonzales, 2012, es posible la elaboración de vino de frutas, a partir de frutos jugosos, tomando en cuenta la acidez y la cantidad de azúcares necesarios para la producción de alcohol.

El pH es uno de los factores importantes para impedir la multiplicación de bacterias no deseadas durante la fermentación (Kolb, 2002). Asimismo, la cantidad de azúcares en el mosto es otro factor relevante para lograr un buen grado de fermentación (Morales y Heriquez, 2006). Estos parámetros pueden influenciar en las características finales del producto.

Por consiguiente, la evaluación de los efectos de los parámetros de fermentación de pH y °Brix, permitirá saber su influencia en las características físicas químicas y sensoriales del vino de copoazú, dando un valor agregado al fruto del copoazú, coadyuvando el desarrollo de la agroindustria en la región de Madre de Dios. Asimismo, la presente investigación generará información de partida para el desarrollo de posteriores investigaciones.

1.8. Consideraciones éticas

La ejecución del presente estudio no tendrá repercusiones en el contexto medioambiental, ni a la salud y dignidad de las personas, asimismo no se usarán animales de laboratorio ni recursos biológicos ni genéticos, tampoco está involucrado en aspectos sociales o empresariales que ameriten confidencialidad de información.

El trabajo se realizará con el compromiso de conducta responsable del investigador.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Goya, (2013), en la investigación *“Obtención de una bebida alcohólica a partir de mucilago de cacao, mediante fermentación anaerobia en diferentes tiempos de inoculación”*, tuvo como objetivo, la obtención de una bebida alcohólica aprovechando el mucilago de cacao, para lo cual se utilizó diferentes niveles de levadura (0,2% - 0,4%) y metabisulfito de potasio (0,01% ; 0,02% y 0,03%), con dos tiempos de inoculación (8 y 12 días), para ello se ajustó el mosto a 22°Brix, a una temperatura de fermentación de 25°C, como resultado se obtuvo una bebida alcohólica con 8.97 °GL (8 días de fermentación, 0,01% metabisulfito de potasio y 0,2% levadura) como mínimo y 15,5 °GL (12 días de fermentación, 0,03% metabisulfito de potasio y 0,4% levadura), como máximo, además de un perfil sensorial con moderado y bastante olor a alcohol, olor y sabor a cacao, apariencia turbia color café, gusto dulce y amargo, con una ligera viscosidad.

Duarte et al., (2010), en la investigación, *“Caracterización de diferentes vinos de fruta elaborados a partir de cacao, cupuassu, gabiropa, jaboticaba y umbu”* tuvo como objetivo producir vino de frutas a base de los frutos mencionados y caracterizarlos, para ello se ajustó el mosto con sacarosa los grados brix a 16 y el pH a 4,5, con 0,01% de metabisulfito de potasio, con una temperatura constante de 22 °C, hasta que los grados brix sea estable, utilizando como clarificante bentonita con una concentración de 10g/L, finalmente se caracterizaron los vinos, llegando a obtener vinos con

características sensoriales aceptables, siendo el vino de copoazú, el tercer más acogido, con un contenido de etanol de 40,5 g/L y contenido de metanol de 137,7 mg/L, concluyendo que la elaboración de vinos de frutas es una opción factible que permite el aprovechamiento de excedentes de cosecha y otras frutas subutilizadas, lo que resulta en introducción de nuevos productos en el mercado.

Ferreira, (2006), en la investigación *“Estudio del proceso biotecnológico para la elaboración de una bebida alcohólica a partir de jugo de naranjas”* tuvo como objetivo evaluar cómo actúan las especies de levaduras aisladas de la flora epifítica de la naranja a comparación de la levadura comercial, para ello se tuvo como variables las levaduras (*S. cerevisiae* y *S. bayanus*), tres tipos de jugo (natural, pasteurizado y concentrado reconstituido), temperatura de fermentación (10 y 20 °C), temperaturas de maduración (10 y 20 °C) y pHs (natural del mosto y corregido a 4,0). Se concluyó que con el inóculo de *Sacharomyces cerevisiae* se lograron los resultados analíticos más adecuados, siendo el mejor tratamiento el vino elaborado con mosto de jugo de naranja pasteurizado, pH 4,0; temperatura de fermentación de 10 °C y maduración a 20 °C. Asimismo, los vinos elaborados a partir del jugo concentrado reconstituido fueron desechados por alteración microbiana.

Morales & Henríquez, (2006), en la investigación, *“Elaboración a nivel de laboratorio de vino a partir de fruta: manzana, naranja, papaya, pera y sandía”* tuvo como objetivo la producción de vino a escala de laboratorio a partir del jugo obtenido de naranja, manzana, pera, sandía y papaya. Para lo cual realizaron tratamientos sin control de pH, ajustando el pH (4,0) y añadiendo nutrientes (0,125 g de fosfato y 0,20 g de sulfato de amonio) y finalmente con control solo de pH (4.0), con una temperatura de fermentación de 20°C. Teniendo como resultados diferencias significativas

en cuantos a los promedios de alcohol alcanzados, siendo el máximo de 9,1% v/v de manzana, y el mínimo de 4,8% v/v de sandía. En cuanto a la eficiencia de fermentación fue similar al observado en contenido de alcohol siendo 72,8% de la manzana y 38% de la sandía además presentaron una conversión de azúcar no significativa.

2.2. COPOAZÚ

2.2.1. Origen

El Copoazú (*T. grandiflorum*), es un árbol frutal tropical que está distribuido de manera silvestre en la cuenca Amazónica de países como Brasil, Perú, Ecuador y Colombia (Rojas, *et al*, 1996). El cultivo es similar al del cacao, ya que son de la misma familia (*Theobroma*), sin embargo los frutos del cacao y copoazú presentan diferencias morfológicas (Cohen y Jackix, 2005). El copoazú es una baya drupácea elipsoidea u oblonga, cuyos extremos son redondeados, asimismo su longitud varia de 15 a 32 cm y el ancho varia de 10-15 cm aproximadamente; el peso promedio del fruto es de 1.5 Kg; posee un epicarpio (cáscara) leñoso y quebrantable (Barrera y Hernández, 2004).

2.2.2. Características morfológicas

La pulpa (endocarpio) la cual se encuentra rodeando las semillas, es de uso alimenticio, presenta un color amarillo cremoso y sabor ácido. La semilla al igual que el cacao tiene una grasa con aromas agradables cuyo punto de fusión es de 32°C, índice de saponificación y yodo de 188 y 45 respectivamente (Calzavara, *et al*, 1984).

Respecto al fruto se pueden mencionar tres variedades, las cuales tienen características particulares propias de la cáscara y de la forma del fruto:

- ❖ **Copoazú Redondo:** esta variedad es la más abundante en la selva de Brasil, presentan los extremos del fruto redondeados, un peso de 1,5 kg y un espesor de la cáscara de 6 a 7 mm.
- ❖ **Copoazú Mamorana:** esta variedad es la de mayor tamaño en comparación a otras, los extremos del fruto son puntudos, su peso puede llegar a 4 kg y su cascara puede medir de 7 a 9 mm de espesor, asimismo las semillas de esta variedad son más grandes. Para el presente estudio se trabajó con la pulpa de esta variedad.
- ❖ **Copoazú Mamau:** tiene forma semejante al copoazú redondo, su principal es que esta variedad no cuenta con semillas, por lo cual también recibe otros nombres como copo sin semilla o copoazú sin semilla, cuenta 1,5 kg de peso aproximadamente (Venturieri y Aguilar, 1988).

Las características sensoriales del copoazú, como sabor, color y aroma son agradables, lo cual es favorable en el desarrollo de nuevos productos, así como en la aceptación del consumidor. (Barrera y Hernández, 2004). Por otro lado, el fruto de copoazú está compuesto por cáscara 46,47%, Pulpa 36,79%, Almendras 16,74%, en peso fresco. (Venturieri y Aguilar, 1988).

2.2.3. Taxonomía del copoazú

El copoazú pertenece a la familia Sterculiaceae, el cual conglomerada alrededor de 65 géneros y aproximadamente 1000 especies, pertenece al género *theobroma*, conjuntamente con el cacao y macambo y es de la especie *theobroma grandiflorum* schum. Según los botánicos (Willd. ex Spreng.) K.Schum, (1886), la taxonomía del copoazú es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida.

Sub clase: Delleniidae.

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae.

Género: Theobroma

Especie: *Theobroma grandiflorum* schum.

Nombre científico: *Theobroma grandiflorum*.

Nombres comunes: copoazú, copoasu, cupuassu o cacao blanco.

2.2.4. Composición química y valor nutricional

En la Tabla 2, se puede apreciar la composición físico química del cotiledón y pulpa de copoazú, en el cual se evidencia que el porcentaje de humedad del cotiledón predomina con 45,22%, seguidamente se tiene 21,25% de carbohidratos, y 18,07% de grasa, además de 5,09% de proteína y 4,9 % de fibra, por otro lado en el caso de la pulpa de copoazú, predomina la humedad con un 83,77 %, seguidamente carbohidratos con un porcentaje de 14,86% y fibra con 2,14 %. En cuanto al porcentaje de acidez el cotiledón tiene un 0,12% y la pulpa cuenta con 0,22 %.

Tabla 2. Composición físico químico del cotiledón y pulpa de copoazú

| Características | Cotiledón | Pulpa | Norma |
|--------------------------------------------|------------------|--------------|--------------|
| Humedad (%) | 45,22 | 83,77 | NTP 206.011 |
| Proteína (%) | 5,09 | 0,97 | AOAC 935.39C |
| Grasa (%) | 18,07 | 0,13 | NTP 206.017 |
| Ceniza (%) | 2,84 | 0,27 | AOAC 935.39B |
| Fibra (%) | 4,9 | 2,14 | FAO 14/7 |
| Carbohidratos (%) | 21,25 | 14,86 | Diferencia |
| Acidez (% H ₂ SO ₄) | 0,12 | 0,22 | NTP 206.013 |

Fuente: Rojas y Villagra, (2016)

En la Tabla 3, se puede apreciar el análisis proximal de la pulpa de copoazú, se evidencia que cuenta entre 10 a 11 °Brix, así como una acidez de 2,15 % y valores de pH entre 3,30 y 3,45, estos datos son útiles en la investigación, ya que se ajustarán durante el acondicionamiento del mosto.

Tabla 3. Análisis proximal de 100 g de pulpa de copoazú

| Componente | Unidad | Villachica | INIAP |
|---------------------|---------------|-------------------|--------------|
| Acidez | | 2,15 | 2,15 |
| Brix | | 10,80 | 11,17 |
| pH | | 3,30 | 3,45 |
| Humedad | g | 89,00 | 87,27 |
| Aminoácidos | mg | 21,90 | |
| Extracto etéreo | g | 0,53 | 0,41 |
| Cenizas | g | 0,67 | 0,70 |
| Fibras | g | 0,50 | 1,04 |
| Proteínas | | 0,923 | 1,31 |
| Carbohidratos | g | 11,00 | 9,27 |
| Azúcares reductores | g | 3,00 | 6,29 |
| Pectina | mg | 3900 | |

Fuente: Villachica (1996), INIAP (2008).

En la Tabla 4, se aprecia la composición química de la pulpa del fruto de copoazú, entre ellos el pH, materia seca, proteína lípidos, cenizas, glucosa, fructuosa, contenido de aminoácidos, ácidos grasos, minerales y elementos de traza, entre otros.

Tabla 4. Composición química de la pulpa del fruto de copoazú

| Constituyente | Valor |
|-----------------------------------------------|------------|
| pH | 3,4±0,1 |
| Materia seca (%) | 12,1±0,5 |
| Proteína (% MS) | 8,8±1,0 |
| Lípidos (% MS) | 12,7±2,2 |
| Cenizas (% MS) | 5,3±0,5 |
| Azúcares (% MS) | 49±4,0 |
| Glucosa | 6,9±0,8 |
| Fructuosa | 8,8±0,5 |
| Sacarosa | 34,6±1,7 |
| Fibra dietaria total (% MS) | 14,3±0,6 |
| Contenido de aminoácidos (g/100 g proteína) | |
| Glicina | 4,45±0,16 |
| Alanina | 7,11±0,58 |
| Valina | 6,06±0,24 |
| Leucina | 6,82±0,54 |
| Isoleucina | 4,42±0,29 |
| Prolina | 4,56±0,34 |
| Fenilalanina | 4,64±0,23 |
| Tirosina | 3,9±0,20 |
| Serina | 4,73±0,16 |
| Treonina | 4,09±0,30 |
| Cisteína | 2,33±0,11 |
| Metionina | 2,21±0,16 |
| Asparagina +ácido aspártico | 15,77±2,69 |
| Glutamina + ácido glutámico | 16,25±0,19 |
| Ácidos grasos (g/100 g ácidos grasos totales) | |
| Ácido mirístico | 0,12±0,03 |
| Ácido palmítico | 55,22±0,62 |
| Ácido palmitoleico | 0,56±0,15 |
| Ácidoesterico | 3,12±0,15 |
| Ácido oleico | 18,8±2,44 |
| Ácido linoleico | 3,08±0,63 |
| A-ácido linoleico | 17,98±2,00 |
| AGS/AGI | 1,4004 |
| AGMI/AGPI | 0,9782 |

MS: Materia Seca; PF: peso fresco; AGS: ácidos grasos saturados; AGI: ácidos grasos insaturados; AGMI(AGPI): ácidos grasos mono(poli) insaturados.

Fuente: Rogez et al., (2004)

2.3. ELABORACIÓN DE VINO DE FRUTAS

2.3.1. Definición de vino de frutas

El vino de frutas es el resultado de la fermentación de azúcares que contiene el mosto, por lo cual estos azúcares se convertirán en alcohol, y se generarán otros compuestos orgánicos. Para llevar a cabo este proceso se utilizan las levaduras. (Kolb, 2002).

Mediante la fermentación alcohólica total o parcial, del zumo o mosto de uva (variedad *Vitis vinifera*) se obtiene el vino. Sin embargo, cuando se utiliza otro fruto que no sea uva, el producto final se denomina vino, siempre y cuando se encuentre a continuación el nombre de la fruta, por ejemplo: vino de naranja (Freile, 2011).

El vino de frutas, es el producto de la fermentación alcohólica de los mostos de frutas, previa corrección de los grados brix y el contenido de acidez, este vino cuenta con un contenido de alcohol entre 8 y 18° GL (Arozarena, 2007).

Es posible elaborar el vino de frutas a partir de cualquier fruto jugoso, que presente un aroma agradable, buen sabor, acidez y cantidad de azúcares necesarios para la producción de alcohol. (Gonzales, 2012).

La fermentación alcohólica es la base para la elaboración de vino, por lo consiguiente no se presentan inconvenientes tecnológicos para la elaboración de vino de frutas con sabores y/o aromas agradables. (Coronel, 2009). La elaboración de vinos de frutas, es habitual en países donde el cultivo la uva es minoritaria. Generalmente la elaboración de estos vinos es artesanal, sin embargo, actualmente el proceso está industrializado (García, *et al*, 2000).

2.3.2. Factores que influyen en la fermentación del vino

❖ Temperatura

Debido a que las levaduras son microorganismos mesófilos, la temperatura de fermentación puede oscilar entre 13 °C a 35 °C. Si la temperatura es mayor la velocidad de la fermentación también será mayor, asimismo se producirán más productos secundarios. No obstante, si la temperatura de fermentación es menor es posible lograr un mayor grado alcohólico, ya que al parecer las temperaturas más altas pueden agotar las levaduras más rápidamente. (Collado, 2001).

La fermentación debe llevarse a cabo en una temperatura entre 15 y 25°C, debido a que temperaturas superiores a 30°C pueden evaporar el alcohol. (Mendez, 2011). La fermentación no debe demorar más de tres días en comenzar, asimismo no debe presentarse interrupciones (Kolb, 2002).

❖ pH

El control del pH es muy importante para contrarrestar la proliferación de bacterias que afecten la fermentación, es recomendable ajustar el valor del pH del mosto de frutas entre 3,4 a 4 (Kolb, 2002).

❖ Cantidad de azúcar (°Brix)

El contenido de azúcar en el mosto, nos permitirá conocer el grado fermentativo, asimismo nos permitirá evaluar el comportamiento de la levadura. (Morales y Heriquez, 2006). Para obtener un grado de alcohol se necesitan aproximadamente 17 gramos de azúcar (Aleixandre y Álvarez, 2003).

❖ **Adición de sales nutritivas**

En caso se desee producir un vino con un alto contenido de etanol, se podrá añadir sales nutritivas, con la finalidad de que la levadura tenga los suficientes nutrientes para trabajar (Morales y Heriquez, 2006).

❖ **Materias pécticas**

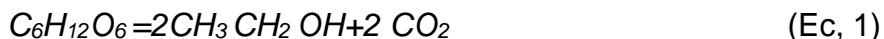
Son sustancias polisacáridas que se encuentran en estado coloidal en los mostos. Lo cual provoca cierta viscosidad y suavidad al paladar. En función de su procedencia se pueden mencionar a las pectinas, gomas y mucilagos (Aleixandre y Álvarez, 2003).

2.3.3. Fermentación alcohólica

La fermentación es crucial en la elaboración de vinos, por lo cual, se debe controlar las condiciones en las que se lleva a cabo para obtener un producto de calidad. Se debe lograr que las levaduras hagan una transformación completa de los azúcares en alcohol. La fermentación dura de 10 a 15 días y tiene dos etapas diferenciadas, la primera es la fermentación tumultuosa de 8 a 10 días, donde las levaduras están muy activas, se lleva a cabo el máximo desprendimiento de CO₂ e incremento de temperatura. La segunda etapa es la fermentación lenta como consecuencia del descenso del nivel de nutrientes, y disminución del azúcar, así como descenso lento de la densidad, el desprendimiento de CO₂ reducido y una temperatura constante (Aleixandre y Álvarez, 2003).

Gay-Lussac, determinó que la ecuación general de la fermentación es derivada de la transformación de una molécula de glucosa en dos moléculas de alcohol y dos moléculas de anhídrido carbónico (Villacres, 1985).

Glucosa = Etanol + Gas carbónico + Calor



2.3.4. Composición química de los vinos de frutas

La composición química de los vinos de frutas, es influenciada por la especie de fruta, por los factores climáticos, la fertilización, la edad, del momento en que se cosechó y, de la situación de la región. Generalmente los zumos de frutas, tienen un contenido de sólidos solubles entre 50 y 150 gramos por litro. Asimismo, pueden contener sacarosa aparte de glucosa y fructosa. Los ácidos predominantes son: ácido málico y ácido cítrico. Los vinos de frutas suelen tener especialmente la vitamina C, de efecto antiescórbitico, y la vitamina A. además se presentan muchos compuestos que generan olor y sabor de cada vino (Aguilar, 2006).

❖ Etanol en los vinos

El etanol es el componente más importante y abundante después del agua de la fermentación de los azúcares, su importancia se debe a sus propiedades fisiológicas, su intervención química y fisicoquímica en el medio respecto a los restantes componentes, por su acción frente al desarrollo de microorganismos y por su importancia económica. (Gil, 2010).

❖ Metanol en los vinos

El contenido de alcohol metílico está siempre presente en los vinos, con una concentración que varía entre 36 y 350 mg/L. Este alcohol metílico se forma durante la fermentación, por hidrólisis de las pectinas (pectinas solubles y protopectinas) de la uva. (Gil, 2010).

2.3.5. Características sensoriales

El tipo de frutas con las que se elaboran los vinos de frutas, influyen en las características sensoriales, las cuales pueden ser percibidas por los sentidos de la vista, olfato y gusto de un especialista en catación de vinos (García et al., 2000).

Los atributos sensoriales que se evalúan son la intensidad olfativa, persistencia aromática intensa, dulzura, suavidad, presencia de alcohol, cantidad de taninos, acidez, efervescencia y cuerpo (Alonso et al., 2007).

En la fermentación pueden ocurrir algunas transformaciones químicas, las cuales pueden provocar turbidez y oxidación generando coloraciones muy oscuras, esto se debe además por almacenamientos muy extensos o falta de ácido sulfuroso, la formación de espuma puede ser un indicador de una fermentación secundaria (Cuellar et al., 2008).

2.3.6. Clasificación de los vinos

❖ Por su color

Vinos tintos: se obtienen mediante la fermentación del mosto a partir de uvas tintas, en contacto con los hollejos (NTP 212.014, 2016).

Vinos blancos: presentan color pajizo, pajizo verdoso o amarillentos más o menos dorado, se obtienen mediante la fermentación del mosto de uvas blancas (NTP 212.014, 2016).

Vinos rosados: presentan color rojo poco intenso, se obtienen por fermentación del mosto de uvas tintas blancas. (NTP 212.014, 2016).

❖ **Por su contenido de azúcares reductores**

Seco: El vino contiene un máximo del 4 g/L de azúcar (NTP 212.014, 2016).

Semi-seco: El vino tiene un contenido de azúcar superior al vino seco, llegando a obtener hasta 90 g/L (NTP 212.014, 2016).

Dulce: El vino tiene un contenido de azúcar mayor de 90 g/L (NTP 212.014, 2016).

❖ **Por la técnica de elaboración**

Vinos Especiales: estos vinos son elaborados con uvas frescas, donde los mostos o vinos han sido sometidos a ciertos tratamientos durante o después de su producción y cuyas características dependen de la uva y de la técnica de producción, dentro de este tipo de vino se encuentran los siguientes:

Vino Licoroso: presenta un contenido alcohólico entre 15 % a 22 %. (NTP 212.014, 2016)

Vinos espumantes o espumosos: aquellos que se expenden en botellas a una presión no inferior a 3,5 bar a 20 °C, cuyo CO₂ es proveniente de una segunda fermentación alcohólica realizada en envase cerrado. (NTP 212.014, 2016)

Vinos espumantes gasificados: aquellos que se han adicionados CO₂ puro. El contenido alcohólico no deberá ser menor a 6,5° GL a 20 °C, sin tolerancia. (NTP 212.014, 2016)

❖ Por Crianza

Vinos criados en madera

Se encuentran los vinos de gran reserva y vino de reserva, los cuales están almacenados, cuentan con un periodo mínimo de envejecimiento de 60 y 36 meses respectivamente, en barricas de madera y botella. (NTP 212.014, 2016).

Vino Crianza: presentan un tiempo de envejecimiento mínimo de 24 meses, para los vinos tintos (NTP 212.014, 2016).

Vinos criados sin madera: Para los vinos tintos, blancos o rosados criados sin presencia de madera (NTP 212.014, 2016).

Joven: es elaborado para comercialización inmediata, pudiendo contener o no vinos criados en madera de roble (NTP 212.014, 2016).

2.4. Definición de términos

2.4.1. Levaduras

Son los agentes de la fermentación, entre ellos, *Saccharomyces cerevisiae* es el microorganismo idóneo para realizar la fermentación alcohólica, ya que termina imponiéndose para transformar el azúcar en alcohol (Aleixandre y Álvarez, 2003).

2.4.2. Fermentación alcohólica

Conocida como fermentación etílica, consiste en la formación de alcohol a partir de los azúcares, en un medio de anaerobiosis, principalmente por la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (Méndez, 2011).

2.4.3. Mosto

Solución elaborada a partir del jugo de frutos, con aroma agradable, intensidad en el sabor, acidez y cantidad de azúcar adecuada para la producción de alcohol (Gonzales, 2012).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de estudio

La presente investigación corresponde a un estudio experimental, ya que se desea conocer los efectos de una intervención específica.

3.2. Diseño del estudio

Los experimentos se realizarán utilizando un diseño factorial 2^2 . Es decir, se trabajarán con dos factores y dos niveles.

Tabla 5. Diseño factorial 2^2 de la investigación

| Factores | Nivel 1 | Nivel 2 |
|-------------|---------|---------|
| Grados Brix | 20 | 24 |
| pH | 3,3 | 4,0 |

Fuente: Elaboración propia (2020)

Las características fisicoquímicas, rendimiento y conversión de azúcares del vino, fueron analizados utilizando el software estadístico Design Expert Versión 12, con la versión libre y N° de serie 2048-6782-8919-EVAL. La evaluación sensorial del vino de copoazú, se utilizó el software minitab versión 18, mediante la prueba estadística de kruskal wallis.

3.3. Población y muestra

❖ Población

Se considera como población, 100 kg de pulpa de copoazú, proveniente de un predio agrícola de 7 ha, del distrito Inambari, provincia Tambopata, región de Madre de Dios.

❖ Muestra

Se considera como muestra, 400 g de pulpa de copoazú para cada tratamiento.

3.4. Métodos y técnicas

3.4.1. Lugar de Ejecución

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Planta Piloto de Frutas Tropicales, y en el laboratorio de Investigación de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Posteriormente para los análisis fisicoquímicos y sensoriales, fueron evaluados en el laboratorio vitivinícola del CITE Agroindustrial ICA.

3.4.2. Materia prima e Insumos

Materia prima

La materia prima que se utilizó fue la pulpa de copoazú (*T. grandiflorum*), proveniente del predio agrícola, localizada en el km 84, de la Asociación de Agricultores de la Comunidad El Progreso, del centro poblado Unión Progreso, limitada en el distrito Inambari, provincia Tambopata, región de Madre de Dios.

Insumos

- Azúcar (marca cartavio, Perú)
- Levadura *S. Cerevisiae*, (marca MONTRACHET, Italia)
- Bentonita granular (marca Plusgran Gel, Italia)
- Bicarbonato de sodio (Portugal, Perú)
- Ácido cítrico (marca frutarom, Perú)

Materiales

- Botellas de 750 ml
- Manguera y filtro de trasiego.
- Jarras de plástico de 1L y 2L.
- Botellas damajuana de 4L.
- Vasos de precipitación de 50 ml.
- Exclusor de aire (airlock), de plástico.
- Licuadora marca OSTER.

Equipos

- Refractómetro, rango 0-95 °Brix, marca SCHIMIDT & HAENSCH, modelo ABBE –AR 12.
- Termómetro, rango -5°C a 300°C, marca TECPEL, modelo DTM-3102.
- pHmetro digital, rango -2.00 a 16,00 pH; -20 a 120 °C, marca HANNA, modelo HI 8424.
- Termohigrómetro, rango -50°C ~ +70°C ; 20% ~ 100% HR, marca TECPEL, modelo DTM-303 H.
- Balanza semi analítica, rango de 0 a 200 gr, marca OHAUS, modelo ADVENTURER AX2202.
- Balanza de plataforma, rango de 1g a 10 kg, marca Exact scale, modelo REX-10X.

3.4.3. Metodología

A continuación se describe el diagrama de flujo para la elaboración del vino de copoazú, en el cual se detallan las etapas de proceso y parámetros considerados para el presente trabajo de investigación.

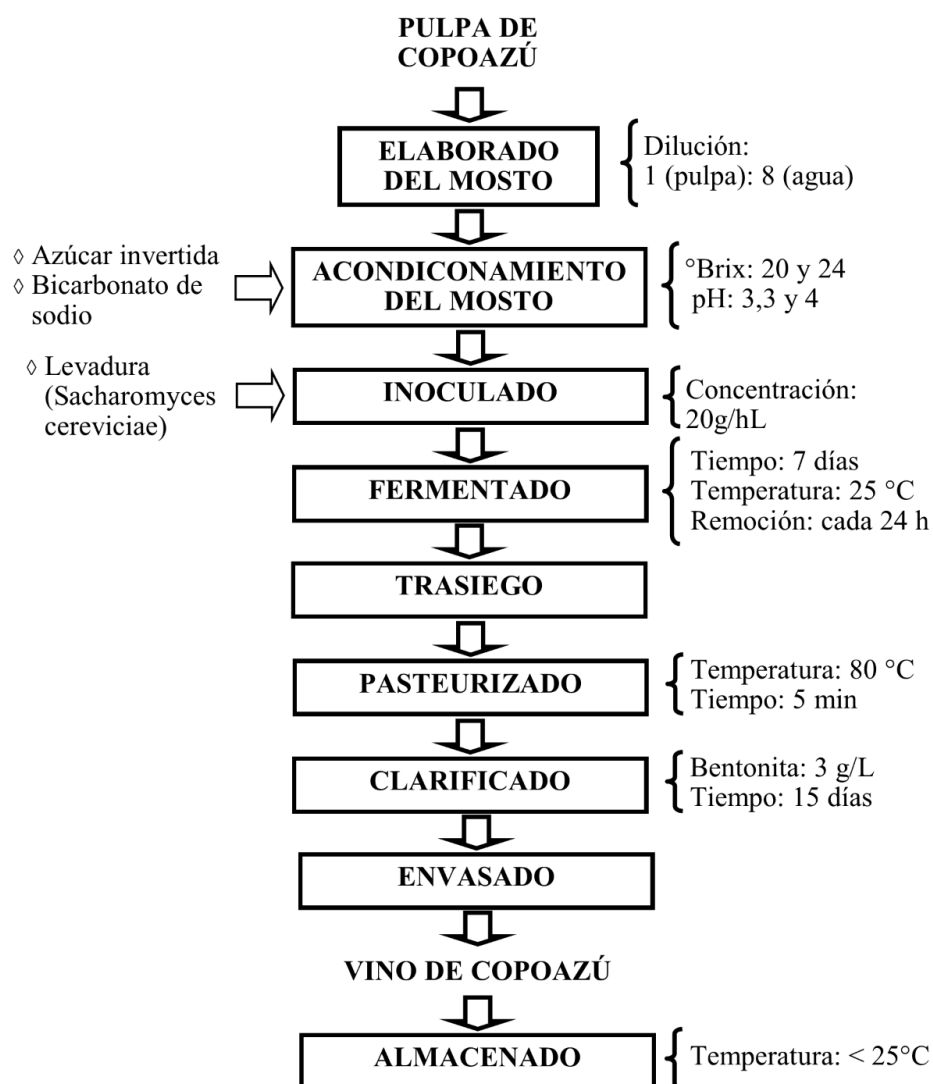


Figura 1. Diagrama de flujo de elaboración de vino de copoazú

Fuente: Elaboración propia (2020)

a. Recepción

El copoazú fue despulpado en la planta piloto de frutas tropicales de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, cumpliendo con las buenas prácticas de higiene y manipulación, asimismo se trabajó con frutos aptos para su procesamiento, evitando aquellos sobremaduros, quebrados, podridos, infestado por hongos, entre otros defectos que se pudiesen presentar.

b. Elaboración de mosto

Para la elaboración del mosto se realizó una dilución de 1:8, es decir por cada kg de pulpa de copoazú, se agregó 8 kg de agua tratada con tecnología de ósmosis inversa, filtración uv y ozono, libre de cloro, químicos y metales, esta dilución se sometió a licuado, con el fin de obtener una solución homogénea, posterior a ello se realizó una pasteurización del mosto.

c. Corrección de grados brix y ajuste de pH del mosto

Se ajustaron los valores de pH y grados brix, para evaluar su influencia en las características físico químico y sensorial del vino de copoazú. Se trabajó con un pH natural del mosto de 3,3 y pH ajustado de 4, con el fin de asegurar el buen trabajo de las levaduras en la fermentación, para ello se utilizó bicarbonato de sodio, asimismo se corrigió la concentración de azúcares a 20 y 24 ° Brix, utilizando azúcar invertida.

d. Inoculación de levadura

Se trabajó con levadura seca (*sacharomyces cerevisiae*) de marca MONTRACHET, el cual tuvo que ser previamente hidratado y activado tal

como indica la ficha técnica del producto, se eligió esta levadura ya que es especial para fermentación de vinos blancos y/o rosados. Se utilizó una concentración de 20g/hL y se inoculó a los mostos cuando estos se encontraban a una temperatura de 40 °C.

e. Fermentación

Este proceso se realizó en envases de vidrio de 4 L, con la adaptación de un exclusor de aire en la boca de la botella, permitiendo la expulsión de los gases formados durante la fermentación, asimismo se acondicionó una manguera fina que permitió la toma de muestras diarias sin afectar la anaerobiosis. Los días de fermentación fueron 7, es decir se realizó una fermentación parcial, con la finalidad de conservar aromas y obtener un vino con sabor dulce. La fermentación se realizó en un lugar acondicionado con una temperatura ambiental de 25 °C durante todos los días de fermentación, además fueron protegidos de los rayos del sol y la luz.

f. Trasiego

Una vez terminada la fermentación se llevó a cabo el proceso de trasiego, con la finalidad de eliminar las partículas sobrenadantes y restos de la bebida obtenida, el trasiego se hizo desde las botellas con contenido hacia otras botellas esterilizadas y secas, con ayuda de una manguera de trasiego.

g. Pasteurización

Seguido de la obtención el vino trasegado, se pasteurizó a 80 °C por 5 minutos, con la finalidad de detener la fermentación inactivando las enzimas, así como otros microorganismos presentes.

h. Clarificado

Se realizó utilizando bentonita granular, marca PLUSGRAM GEL, en una concentración de 3g/L de vino, para todos los tratamientos, previa hidratación del clarificante.

i. Envasado

Se realizó en botellas de vidrio de capacidad de 750 ml, previamente esterilizadas. Las botellas fueron tapadas utilizando corchos sintéticos.

j. Almacenamiento

El producto final se almacenó en ambiente seco, con temperatura promedio de 20 °C a 25 °C, evitando la posible incidencia de la luz solar directa.

3.4.4. Métodos y técnicas de análisis

Tabla 6. Análisis y métodos de análisis según la normativa

| Tipo de análisis | Normativa o métodos de análisis |
|--------------------------------------|----------------------------------------|
| Contenido alcohólico | NTP 212.030 (destilación) |
| Contenido de metanol | NTP.211.035 (cromatografía de gases) |
| Análisis sensorial | Cata descriptiva por CITE ICA |
| Rendimiento del vino | Balance de masa |
| Eficiencia de conversión de azúcares | Según Morales y Enríquez, 2006 |

Fuente: Elaboración propia (2020)

3.4.5. Método de análisis sensorial

La evaluación sensorial es un método científico que se utiliza para evocar, medir, analizar e interpretar aquellas respuestas percibidas a través de los sentidos de la vista, olfato, gusto y tacto (Palacios, et al., 2016). Para realizar la evaluación sensorial de los tratamientos se utilizó la técnica de cata descriptiva

❖ Cata descriptiva

El análisis descriptivo se puede utilizar para obtener perfiles organolépticos de los vinos de una bodega, así como para monitorear de otras, también para evaluaciones de caducidad y almacenamiento, desarrollo de nuevos productos, control de calidad, evaluación de diferentes técnicas de elaboración, viñedos, estados de maduración, entre otros (Palacios, et al., 2016)

❖ Copa para la degustación del vino y recomendaciones de uso

La copa de degustación del vino tiene un receptáculo en forma de huevo alargado unido a una base sobre la que se apoya por medio de un vástago. Esta copa debe estar hecha de cristal transparente incoloro, no debe poseer surcos, ni acanaladuras, ni burbujas. La copa no debe ser llenada en su totalidad, ya que debe permitir un espacio para que las sustancias volátiles estén libre en el espacio. En cuanto a su limpieza, debe ser lavada de manera que quede inodora. Para evitar la influencia del calor humano, antes de usar las copas es necesario cebarlas con un poco de vino que se va a evaluar, excepto en el caso de vinos espumosos. La copa se cogerá solamente por el pie y nunca se deberá de tocar el receptáculo con a mano o la nariz. (NTP-ISO 3591, 2010)

❖ Procedimiento para la evaluación sensorial

Los cuatro tratamientos previamente codificados fueron evaluados por el catador del CITEagroindustrial Ica-Perú, esta institución es un centro de innovación productiva y transferencia tecnológica, especializado en tema vitivinícola y elaboración de pisco.

3.5. Tratamiento de los datos

En la investigación se realizaron cuatro tratamientos donde las variables independientes fueron el pH y grados brix (°Brix)

- Tratamiento 1 (**T1**); 3,3 de pH; 20 °Brix
- Tratamiento 2 (**T2**); 4 de pH; 24 °Brix
- Tratamiento 3 (**T3**); 3,3 de pH; 24 °Brix
- Tratamiento 4 (**T4**); 4 de pH; 20 °Brix

Cada tratamiento tuvo tres repeticiones respectivamente.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

4.1. Influencia de los parámetros de fermentación de pH y °Brix sobre las características físico-químicas del vino de copoazú.

4.1.1. Influencia del pH y °Brix del mosto, sobre los °Brix del vino de copoazú.

En la Tabla 7, se puede observar que los °Brix de T1 y T4, presentan valores próximos, ambos comenzaron con un mosto de 20 °Brix y terminaron con valores de $11,08 \pm 0,12$ y $11,33 \pm 0,23$, respectivamente. Asimismo, T2 y T3, tuvieron un °Brix inicial del mosto de 24 y al culminar la fermentación también obtuvieron valores similares de $15,08 \pm 0,12$ y $15,58 \pm 0,24$, respectivamente.

Tabla 7. Resultados finales del °Brix del vino de copoazú

| Tratamiento | °Brix |
|-------------|------------------|
| T1 | $11,08 \pm 0,12$ |
| T2 | $15,58 \pm 0,24$ |
| T3 | $15,08 \pm 0,12$ |
| T4 | $11,33 \pm 0,23$ |

Fuente: Elaboración propia (2020)

Cabe resaltar que la fermentación tuvo una duración de 7 días, pudiéndose considerar como una fermentación parcial. Comparando los valores de los °Brix son superiores a los de Goya, (2013), en el cual obtuvieron valores de 9 °Brix para una fermentación de 8 días, con 22° Brix inicial, esto en el caso de un vino de cacao.

Variación del °Brix del mosto de Copoazú durante la fermentación alcohólica

En la Figura 2, se muestra el comportamiento del °Brix de los 4 tratamientos durante los 7 días de fermentación. Se observa que T1 y T4, que comenzaron con 20 °Brix, presentaron un comportamiento similar, durante todos los días de fermentación, asimismo T2 y T3, que comenzaron con 24°Brix, también presentaron un comportamiento con la misma tendencia entre ambos, sin embargo, T2 presentó valores ligeramente altos desde el día 3 de la fermentación.

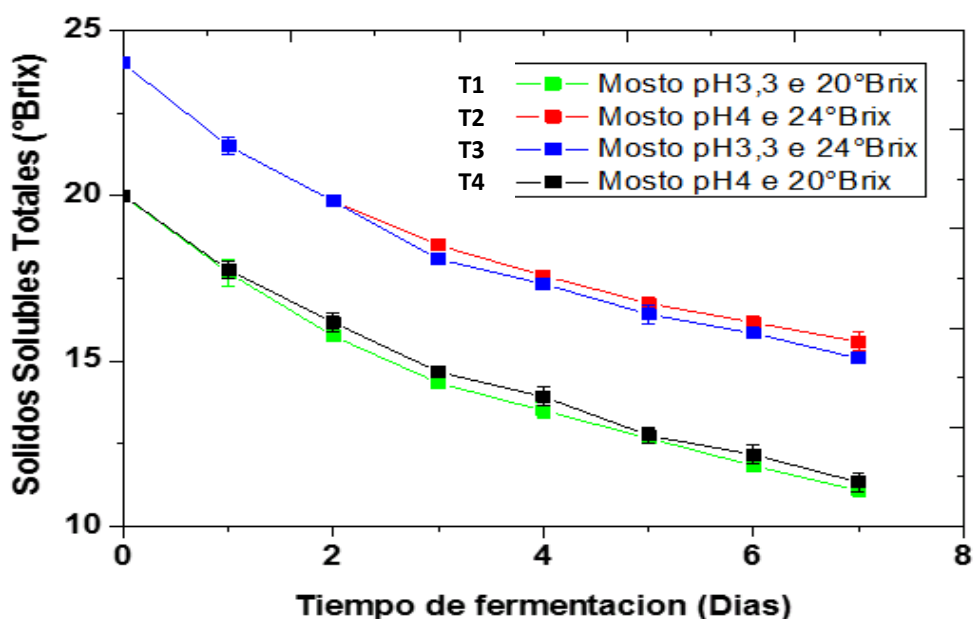


Figura 2. Variación de los sólidos solubles totales (°Brix) durante la fermentación del mosto de copoazú

Fuente: Elaboración propia (2020)

En esta figura los °Brix de todos los tratamientos cayeron a lo largo del tiempo, cuyo comportamiento es el deseado, debido a que los azúcares se transformaron en alcohol, esto guarda relación con Morales y Heríquez, (2006).

Esta caída, también es similar a lo reportado por Goya, (2013), quien en la fermentación del mosto cacao, se presentó un descenso similar desde 22 hasta 9 °Brix. Asimismo, se observa que durante los tres primeros días de fermentación se presentó una disminución considerable de los °Brix, esto guarda relación con (Kolb, 2002), quien manifiesta que es trascendente la fermentación no demore más de tres días en dar inicio y se encuentre estable sin interrupciones. Sin embargo, desde el día cuatro este descenso se empieza a enlentecer.

Ferreyra, (2006), también reporta una disminución de los °Brix durante la fermentación, alcanzando 40 a 50% comparado con el inicial del mosto de naranja, esto debido al buen trabajo de las levaduras transformando rápidamente los azucares en alcohol, lo cual también coincide el rápido desprendimiento de CO₂.

Modelamiento matemático del °Brix final del vino de copoazú

En la Tabla 8, se puede apreciar el análisis de varianza del °Brix del vino de copoazú y estadísticas descriptivas, se muestra que el P-valor del modelo es menor que 0,05 lo cual indica que los datos experimentales son descritos adecuadamente y que por ende es significativo, esto nos indica que los °Brix y pH del mosto influyeron significativamente en el °Brix del vino de copoazú. Asimismo, el componente lineal A-pH mosto, y B-Solidos solubles, cuentan con un P-valor <0,05, por lo tanto, son términos significativos del modelo, sin embargo, la interacción de los componentes lineales AB, tienen un P-valor >0,05, por lo tanto, son términos no significativos.

La calidad del ajuste fue evaluada tomando como referencia los valores de R^2 ordinario y R^2 ajustado, los cuales mostraron valores de 0,992 y de 0,989, respectivamente. Por tanto, se puede inferir que el modelo ajusta adecuadamente los datos experimentales para un α de 0,05%. La idoneidad de la aplicación de estadísticos paramétricos fue evaluada a través del análisis de distribución normal de los residuos generados a partir del análisis de regresión, este análisis permitió verificar que los residuos siguen distribución normal, por tanto, los estadísticos utilizados son adecuados.

Tabla 8. ANOVA del °Brix del vino de copoazú y estadísticas descriptivas

| Fuente | Suma de cuadrados | GL | Media de cuadrados | F | P-valor |
|--------------------------|-------------------|----|--------------------|--------|--------------|
| Modelo | 51,52 | 3 | 17,17 | 329,70 | <0,0001 Sig. |
| A=pH mosto | 0,4219 | 1 | 0,4219 | 8,10 | 0,0216 |
| B=Sólidos solubles mosto | 51,05 | 1 | 51,05 | 980,10 | <0,0001 |
| AB | 0,0469 | 1 | 0,0469 | 0,9000 | 0,3706 |
| Error puro | 0,4167 | 8 | 0,0521 | | |
| Total | 51,93 | 11 | | | |
| Media | 13,27 | | | | |
| Desviación estándar | 0,2282 | | | | |
| CV (%) | 1,72 | | | | |
| R^2 ordinario | 0,992 | | | | |
| R^2 ajustado | 0,989 | | | | |

GL: Grados libertad; Sig.: Significativo; CV (%): Coeficiente de Variación

Fuente: Elaboración propia (2020)

La influencia de la concentración de azúcar del mosto en los °Brix del vino, guarda relación con Goya, (2013), quien reportó que la concentración de azúcar añadida al mosto de cacao, influyen en los °Brix del vino de cacao, asimismo manifiesta que los °Brix disminuyen ligeramente durante la fermentación. Por lo tanto, para el catabolismo de las levaduras es

necesario de azúcares, es decir para obtener la energía suficiente para el desarrollo de sus procesos vitales. (Vásquez, 2007).

En la Figura 3, se observa la superficie de respuesta del °Brix del vino de copoazú, en función a los parámetros de fermentación de °Brix y pH del mosto. Se puede observar que a mayor pH y °Brix del mosto, mayor será el °Brix del vino, podemos apreciar que para el pH de 3,3 y 20°Brix del mosto, se observa que el °Brix final del vino de copoazú es ligeramente superior a 11, sin embargo, para el tratamiento con pH de 4 y 24 °Brix, el °Brix final es superior a 15.

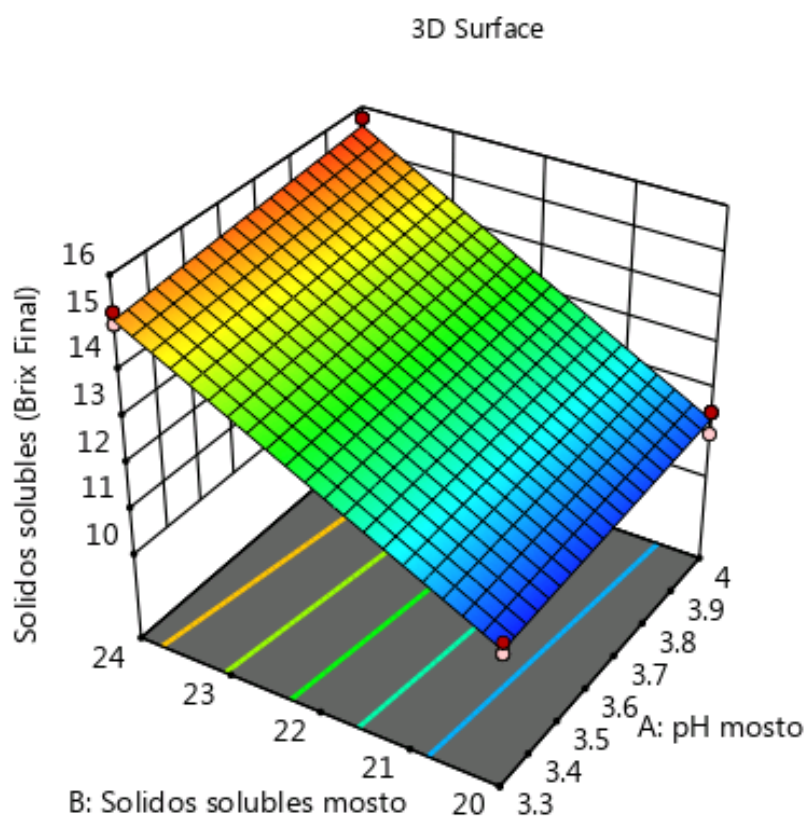


Figura 3. Superficie de respuesta de los sólidos solubles del vino en función del ° Brix y pH del mosto.

Fuente: Elaboración propia (2020)

En la Tabla 9 se muestra los coeficientes de los términos en factores codificados y no codificados para el modelo matemático del °Brix del vino, obtenidos a partir del análisis de regresión.

Tabla 9. Coeficientes en términos de factores codificados y no codificados para el modelo matemático del °Brix del vino

| Factor | CE | CE* | G | EE | 95% CI bajo | 95% CI alto | V I F |
|-------------------------------|-----------|------------|----------|-----------|----------------------------|----------------------------|----------------------|
| Intercepto | 13,27 | -4,20238 | 1 | 0,0659 | 13,12 | 13,42 | |
| A=pH mosto | 0,1875 | -1,42857 | 1 | 0,0659 | 0,0356 | 0,3394 | 1 |
| B= °Brix del mosto | 2,06 | 0,705357 | 1 | 0,0659 | 1,91 | 2,21 | 1 |
| AB | 0,0625 | 0,89286 | 1 | 0,0659 | -0,089 | 0,2144 | 1 |

CE: Coeficientes estimados con factores codificados; CE*: Coeficientes estimados con factores decodificados; GL: Grados libertad, VIF: Factor de inflación de varianza; EE: Error estándar.

Fuente: Elaboración propia (2020)

Con los coeficientes obtenidos fueron generadas dos ecuaciones, uno con coeficientes estimados con factores codificados.

$$^{\circ}\text{Brix del vino de copoazú} = 13,27 + 0,1875A + 2,06B + 0,0625AB \quad (\text{Ec, 2})$$

y la otra con coeficientes estimados con factores no codificados

$$^{\circ}\text{Brix del vino de copoazú} (*) = -4,2024 - 1,4286A + 0,7054B + 0,0893AB \quad (\text{Ec, 3})$$

La ecuación con factores codificados se utiliza para identificar el impacto relativo de los factores al comparar los coeficientes. La ecuación de factores

no codificados puede utilizarse para hacer predicciones sobre la respuesta para niveles dados de cada factor, dentro de los valores estudiados.

A partir de los modelos matemáticos obtenidos se puede evidenciar que los dos factores estudiados (pH y °Brix del mosto) influyen en el °Brix del vino. Estas ecuaciones muestran que cuanto mayor sea el pH y °Brix del mosto de copoazú, mayor será el °Brix del vino de copoazú.

4.1.2. Influencia de los parámetros de fermentación de pH y concentración de azúcares sobre el pH del vino de copoazú

En la Tabla 10, se aprecian los resultados del pH del vino de copoazú de todos los tratamientos. Se puede evidenciar que el pH, disminuyó al terminar la fermentación, al igual que los °Brix, se observa también semejanza en los valores obtenidos de T1 y T3, cuyo pH inicial fueron de 3,3, obteniendo valores finales de $3,09\pm 0,02$ y $3,16\pm 0,01$ respectivamente. Asimismo, T2 y T4, cuyo pH inicial fueron de 4, obtuvieron valores finales de $3,49\pm 0,02$ y $3,54\pm 0,01$ respectivamente.

Tabla 10. Resultados finales del pH del vino de copoazú

| Tratamiento | °Brix |
|-------------|----------------|
| T1 | $3,09\pm 0,02$ |
| T2 | $3,49\pm 0,02$ |
| T3 | $3,16\pm 0,01$ |
| T4 | $3,54\pm 0,01$ |

Fuente: Elaboración propia (2020)

Los valores finales del pH del vino de copoazú, se encuentran entre $3,09\pm 0,02$ y $3,54\pm 0,01$, los cuales guardan relación con Álvarez, (2011), que manifiesta que el pH de este tipo de bebidas alcohólicas, varían entre 3,1 y 4. Asimismo guarda relación con Goya, (2013), quien reporta que durante

el proceso de fermentación el pH, aumenta debido a la acción de las levaduras sobre los azúcares del mosto.

Variación del pH del mosto de copoazú durante la fermentación alcohólica

En la Figura 4, se muestra el comportamiento del pH de los cuatro tratamientos durante los siete días de fermentación. Se observa que T2 y T4, que comenzaron con pH inicial de 4, tienen la misma tendencia, donde el primer día de fermentación el pH cae considerablemente, el segundo día la caída es ligeramente menor, y a partir del tercer día se observa un comportamiento casi lineal, sin embargo, los días 6 y principalmente el día 7, presentaron un ligero aumento de pH.

En cuanto T1 y T3, que comenzaron con pH de 3,3, también muestran un comportamiento similar, se puede observar que primer día, T1 presentó una caída del pH más considerable que el T3, sin embargo, el día 2, los valores son similares, la caída del pH se evidencia hasta el día 3, ya que a partir del día 4 existe un ligero aumento del pH, para ambos tratamientos.

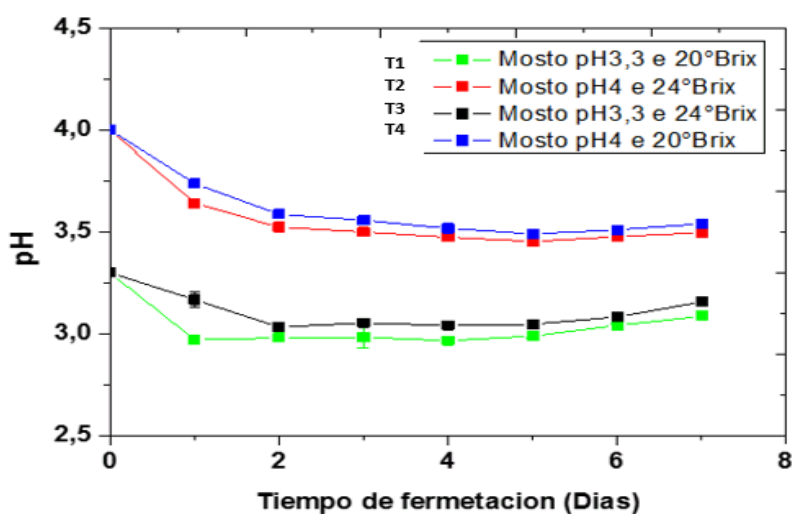


Figura 4. Comportamiento del pH, durante la fermentación del mosto de copoazú

Fuente: Elaboración propia (2020)

La disminución del pH durante la fermentación, guarda relación con Ferreyra, (2006), quien manifiesta que se debe a la producción de ácidos por microorganismos, sin embargo, el incremento de este, se debe al mayor número de días de fermentación (Goya, 2013).

Modelamiento matemático del pH final del vino de copozú

En la Tabla 11, se puede apreciar que el P-valor es menor que 0,05, lo cual indica que los datos experimentales son descritos adecuadamente por el modelo y que por ende es significativo. El componente lineal A-pH mosto y la interacción de AB, cuentan con un P-valor <0,05, siendo un término significativo del modelo. Sin embargo, el componente lineal B-sólidos solubles del mosto, tiene un P-valor >0,05, por lo tanto, son términos no significativos del modelo. En esta misma tabla, se muestra que los valores de R² ordinario y ajustado, fueron 0,9955 y 0,9938, respectivamente, estos valores corroboran la idoneidad del modelo.

Tabla 11. ANOVA del pH del vino de copozú y estadísticas descriptivas

| Fuente | Suma de cuadrados | G L | Media de cuadrados | F | P-valor |
|--------------------------|-------------------|-----|--------------------|--------|--------------|
| Modelo | 0,4822 | 3 | 0,1607 | 584,48 | <0,0001 Sig. |
| A=pH mosto | 0,4720 | 1 | 0,4720 | 1716,4 | 0,0001 |
| B=Sólidos solubles mosto | 0,0005 | 1 | 0,0005 | 1,94 | <0,2012 |
| AB | 0,0096 | 1 | 0,0096 | 35,03 | 0,0004 |
| Error puro | 0,0022 | 8 | 0,0003 | | |
| Total | 0,4844 | 11 | | | |
| Media | 3,32 | | | | |
| Desviación estándar | 0,0166 | | | | |
| CV (%) | 0,4995 | | | | |
| R ² ordinario | 0,9955 | | | | |
| R ² ajustado | 0,9938 | | | | |

GL: Grados libertad; Sig.: Significativo; CV (%): Coeficiente de Variación

Fuente: Elaboración propia (2020)

En la Figura 5, se observa la superficie de respuesta del pH del vino de copoazú, en función a los parámetros de fermentación de °Brix y pH del mosto. Se puede evidenciar que el valor del pH del mosto es significativo en el pH final del vino, ya que para el pH del mosto de 3,3 se obtendrá un pH final ligeramente superior a 3,1, sin embargo, para un pH del mosto de 4, se obtendrá un pH final de valores cercanos a 3,5. Por otro lado como ya se había mencionado, se observa que el ° Brix del mosto no es significativo en el pH del vino de copoazú.

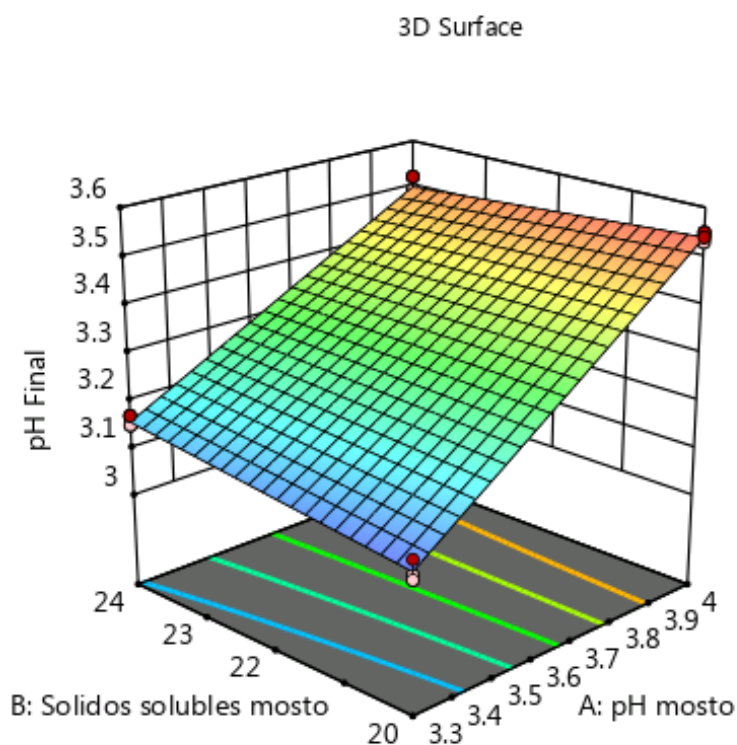


Figura 5. Superficie de respuesta del pH del vino en función del ° Brix y pH del mosto.

Fuente: Elaboración propia (2020)

En la Tabla 12, se muestra los coeficientes de los términos en factores codificados y no codificados para el modelo matemático del pH del vino de copoazú, obtenido a partir del análisis de regresión.

Tabla 12. Coeficientes en términos de factores codificados

| Factor | CE | CE* | G | EE | 95% CI bajo | 95% CI alto | VIF |
|------------|---------|---------|---|--------|-------------------|----------------|-----|
| Intercepto | 3,32 | -2,0719 | 1 | 0,0048 | 3,31 | 3,33 | |
| A-pH mosto | 0,1983 | 1,45714 | 1 | 0,0048 | 0,1873 | 0,2094 | 1 |
| B-SS mosto | 0,0067 | 0,15107 | 1 | 0,0048 | -0,0044 | 0,0177 | 1 |
| AB | -0,0283 | -0,0404 | 1 | 0,0048 | -0,0394 | -0,0173 | 1 |

CE: Coeficientes estimados con factores codificados; CE*: Coeficientes estimados con factores decodificados; GL: Grados libertad, VIF: Factor de inflación de varianza; EE: Error estándar.
Fuente: Elaboración propia (2020)

Se puede apreciar que los valores son positivos para los valores del intercepto, el componente lineal A y el componente lineal B, sin embargo, para el componente lineal AB, el valor es negativo, para los coeficientes estimados con factores codificados. Por otro lado, los coeficientes del intercepto y la interacción de los componentes lineales, fueron negativos, para los coeficientes estimados a partir de factores no codificados. Los coeficientes obtenidos, tanto codificados como no codificados fueron utilizados para escribir las ecuaciones (4) y (5).

$$pH \text{ del vino de copoazú} = 3,32 + 0,1983A + 0,0067B - 0,0283AB \quad (\text{Ec, 4})$$

$$pH \text{ del vino de copoazú} (*) = -2,07190 + 1,45714A + 0,151071B - 0,0405AB \quad (\text{Ec, 5})$$

4.1.3. Influencia de los parámetros de fermentación de pH y concentración de azúcares sobre el contenido de metanol del vino de copozú.

En la Tabla 13, se muestra los resultados del contenido de metanol de grado A.A (Alcohol Anhidro), de los 4 tratamientos, se observa que T1 tiene $81,02 \pm 0,92$ mg/100ml A.A, T2 presenta $123,40 \pm 11,36$ mg/100ml A.A, T3 presenta $96,91 \pm 27,90$ mg/100ml A.A, y T4 $10,96 \pm 0,07$ mg/100ml A.A.

Tabla 13. Resultados del contenido de metanol del vino de copozú

| Tratamiento | Contenido máximo de metanol según NTP.212.014: 250 mg/L | Grado de cumplimiento con la norma |
|-------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------|
| T1 | $810,2 \pm 9,2$ mg/L | No cumple |
| T2 | $1234,0 \pm 113,6$ mg/L | No cumple |
| T3 | $3\ 969,1 \pm 279$ mg/L | No cumple |
| T4 | $109,6 \pm 0,7$ mg/L | Cumple |

Fuente: Elaboración propia (2020)

La concentración de metanol en los vinos es una característica físico-química que define su calidad, y debido a su toxicidad, su concentración en los vino debe ser controlada. Según la Norma Técnica Peruana - NTP.212.014. BEBIDAS ALCOHÓLICAS VITIVINÍCOLAS. Vinos. Requisitos. Los vinos blancos, tienen un límite máximo permisible de metanol de 250 mg/L, por lo tanto, solo T4 cumple con la Norma Técnica Peruana, con $109,6 \pm 0,7$ mg/L de metanol, ya que los tratamientos 1,2 y 3, contienen mayor nivel de metanol de lo permitido, esto guarda relación con Duarte, (2010), quien reportó la presencia de metanol en el vino de copozú de 137,7 mg/L y 195 mg/L para el vino de cacao.

Asimismo, según (Ferreyra 2006), manifiesta que el metanol en los vinos no proviene propiamente de la fermentación, sino se debe a la actividad de las enzimas sobre las sustancias pécticas. Y por otro lado Vidrih and Hribar (1999), trabajaron con sidra, y encontraron valores de metanol de hasta 180 mg/L, debido la maceración extensa, la cual influyó sobre la acción de la pectinesterasa.

La pectinesterasa es una enzima indeseable por la generación de metanol a partir de los grupos metilados de la pectina de frutas (García et al, 2004). Lo cual nos lleva a suponer que el alto contenido de metanol se debe a que la pulpa de copoazú cuenta con niveles altos de pectina de 39 gr/Kg de pulpa (Villachica, 1996), a comparación de la uva que cuenta entre 0,2 a 0,7 g/L de pulpa de uva (Hidalgo, 2006). Esto también se relaciona a lo mencionado por Hernández, M y Sastre, A (1999), que en las bebidas de cereales la cantidad de metanol es mucho más baja, debido a que la concentración de pectinas es muy inferior al de las frutas.

Modelamiento matemático del contenido de metanol en el vino de copoazú

En la Tabla 14, se puede apreciar el análisis de varianza del contenido de metanol del vino de copoazú y estadísticas descriptivas, se puede apreciar que el P-valor es menor que 0,05, lo cual expresa que los datos experimentales son descritos adecuadamente por el modelo y que por ende es significativo. El componente lineal A-pH mosto tiene un P-valor $>0,05$, por lo tanto, es un término no significativo del modelo, lo cual indica que el pH del mosto no influye en el contenido de metanol del vino de copoazú. Sin embargo, el componente lineal B-sólidos solubles del mosto y la interacción AB, tienen un P-valor $<0,05$, por lo tanto, son unos términos significativos del modelo, es decir que influyen significativamente en el contenido de metanol en el vino de copoazú. En esta misma tabla se puede

observar que los valores de R^2 ordinario y ajustado son adecuados, lo que indica que el modelo ajusta satisfactoriamente los datos experimentales.

Tabla 14. ANOVA del metanol del vino de copoazú y estadísticas descriptivas

| Fuente | Suma de cuadrados | GL | Media de cuadrados | F | P-valor |
|--------------------------|-------------------|----|--------------------|--------|--------------|
| Modelo | 19056,87 | 3 | 6352,29 | 6,01 | <0,0190 Sig. |
| A=pH mosto | 20,80 | 1 | 20,80 | 0,0197 | <0,8919 |
| B=Sólidos solubles mosto | 10773,62 | 1 | 10773,62 | 10,20 | 0,0127 |
| AB | 8262,45 | 1 | 8262,45 | 7,82 | 0,0233 |
| Error puro | 8453,08 | 8 | 1056,64 | | |
| Total | 27509,95 | 11 | | | |
| Media | 65,88 | | | | |
| Desviación estándar | 32,51 | | | | |
| CV (%) | 49,34 | | | | |
| R^2 ordinario | 0,6927 | | | | |
| R^2 ajustado | 0,5775 | | | | |

GL: Grados libertad; Sig.: Significativo; CV (%): Coeficiente de Variación

Fuente: Elaboración propia (2020)

Según el ANOVA los sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) del mosto y la interacción con el pH, Influyen significativamente sobre el contenido de etanol del vino, y por otro lado según Ferreyra, (2006), manifestó que el contenido de metanol surge por acción de las enzimas sobre las sustancias pécticas, esto nos lleva a pensar que estos azúcares acelerarían las reacciones enzimáticas.

En la Figura 6, se aprecia la superficie de respuesta del contenido de metanol del vino de copoazú, en función a los parámetros de fermentación de $^{\circ}$ Brix y pH del mosto, se puede apreciar que mientras el pH del mosto sea mayor, es decir 4 y los $^{\circ}$ Brix del mosto sea menor, es decir 20, el contenido de metanol es aproximadamente 10mg/ml, es decir el valor más

inferior que cualquier intercepto, o componente lineal, lo cual es favorable, ya que se busca obtener un vino de copoazú con el contenido mínimo de metanol.

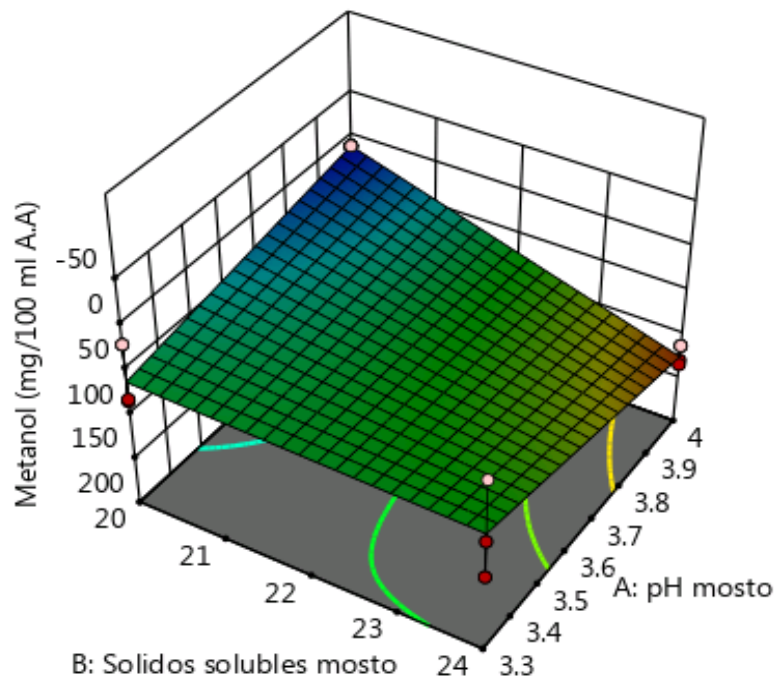


Figura 6. Superficie de respuesta del contenido de metanol del vino en función del ° Brix y pH del mosto

Fuente: Elaboración propia (2020)

El mayor contenido de metanol, lo obtuvo el tratamiento 3 (3,3 pH, 24° Brix) con $3\,969,1 \pm 27,90$ mg/L, el cual podríamos concluir que a mayor °Brix y menor el pH, mayor será el contenido de metanol en el vino de copoazú.

En la Tabla 15, se muestra los coeficientes de los términos en factores codificados y no codificados para los componentes lineales, intercepto e interacción del modelo del contenido de metanol del vino, obtenidos a partir del análisis de regresión.

Tabla 15. Coeficientes en términos de factores codificados

| Factor | CE | CE* | GL | EE | 95% CI bajo | 95% CI alto | VIF |
|--------------------------------|-----------|------------|-----------|-----------|----------------------------|----------------------------|------------|
| Intercepto | 65,88 | 2732,66 | 1 | 9,38 | 44,24 | 87,52 | |
| A-pH mosto | 1,32 | -820,92 | 1 | 9,38 | 20,32 | 22,96 | 1 |
| B-Sólidos solubles mosto | 29,96 | -121,84 | 1 | 9,38 | 8,32 | 51,60 | 1 |
| AB | 26,24 | 37,486 | 1 | 9,38 | 4,60 | 47,88 | 1 |

CE: Coeficientes estimados con factores codificados; CE*: Coeficientes estimados con factores decodificados; GL: Grados libertad, VIF: Factor de inflación de varianza; EE: Error estándar

Fuente: Elaboración propia (2020)

Todos los coeficientes de factores codificados presentaron valores positivos. En relación con los coeficientes de factores no codificados, los coeficientes de los términos lineales fueron negativos. A partir de los coeficientes codificados y no codificados se escribieron las Ecuaciones (6) y (7) respectivamente, estas ecuaciones sirven para realizar predicciones y describir el comportamiento del contenido de metanol por efecto de los dos parámetros evaluados.

$$\text{Contenido de metanol del vino de copoazú} = 65,88 + 1,32A + 29,96B + 26,24AB$$

(Ec,6)

$$\text{Contenido de metanol del vino de copoazú}$$

$$= 2732,65857 - 820,92381A - 121,84119 B + 37,48571AB$$

(Ec,7)

El modelamiento permitió observar que en cuanto mayor sea el pH y menor el °Brix del mosto, se podrá obtener un bajo contenido de metanol, siendo esto favorable, ya que, en la industria del vino, el contenido de metanol es un factor muy importante, determinando la calidad del vino, pudiendo definir su idoneidad para el consumo.

4.1.4. Influencia de los parámetros de fermentación de pH y concentración de azúcares sobre el contenido de etanol del vino de copoazú

En la Tabla 16, se muestra el contenido de etanol de los 4 tratamientos, los cuales están muy próximos, se observa que el tratamiento 1 tiene $6,97 \pm 0,05$ °GL, el tratamiento 2; $6,63 \pm 0,09$ °GL, el tratamiento 3; $6,83 \pm 0,09$ °GL, y el tratamiento 4; $6,8 \pm 0,24$ °GL.

Tabla 16. Resultado de contenido de etanol del vino de copoazú

| Tratamiento | Contenido mínimo de etanol para vino espumosos, según NTP.212.014: 6,5 °GL | Grado de cumplimiento con la norma |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| T1 | $6,97 \pm 0,05$ °GL | Cumple |
| T2 | $6,63 \pm 0,09$ °GL | Cumple |
| T3 | $6,83 \pm 0,09$ °GL | Cumple |
| T4 | $6,8 \pm 0,24$ °GL | Cumple |

Fuente: Elaboración propia (2020)

Según la Norma Técnica Peruana - NTP.212.014. BEBIDAS ALCOHOLICAS VITIVINICOLAS. Vinos. Requisitos, el contenido mínimo de etanol para los vinos espumosos es de 6,5 (%vol) y para los demás vinos

es 10(%vol). Por consiguiente, el contenido de etanol de los cuatro tratamientos se encuentra en el rango de los vinos espumosos.

Los resultados del tratamiento 4, guarda relación con Vallejo, (2011), quien realizó su fermentación del mosto de carambola (*Averrhoa carambola*), con 25 °Brix, obteniendo 7 °GL, en 16 días de fermentación.

Modelamiento matemático del contenido de etanol en el vino de Copoazú

En la tabla 17, se puede apreciar el análisis de varianza del contenido de etanol del vino de copoazú, se observa que el P-valor es mayor que 0,05, lo cual indica que el modelo no es significativo. Es decir que el pH y °Brix del mosto no influyen significativamente sobre el contenido final de etanol en el vino de Copoazú.

Tabla 17. ANOVA del contenido de etanol del vino de copoazú y estadísticas descriptivas

| Fuente | Suma de cuadrados | GL | Media de cuadrados | F | P-valor | |
|--------------------------|--------------------------|-----------|---------------------------|----------|----------------|--------|
| Modelo | 0,1692 | 3 | 0,0564 | 1,88 | 0,2114 | No Sig |
| A=pH mosto | 0,1008 | 1 | 0,1008 | 3,36 | 0,1041 | |
| B=Sólidos solubles mosto | 0,0675 | 1 | 0,0675 | 2,25 | 0,1720 | |
| AB | 0,0008 | 1 | 0,0008 | 0,0278 | 0,8718 | |
| Error puro | 0,2400 | 8 | 0,0300 | | | |
| Total | 0,4092 | 11 | | | | |

GL: Grados libertad; No Sig.: Significativo

Fuente: Elaboración propia (2020)

Esta no significancia guarda relación con lo reportado por Luzuriaga, (2012), quien no encontró diferencias significativas para tratamientos con

18 y 22 °Brix iniciales, obteniendo un vino de cacao con 7,2°GL, muy similar a los resultados obtenidos. Sin embargo no guarda relación con (Duarte et al. 2010), quien en su vino de copoazú obtuvo $40,50 \pm 0,5$ g/L, para un tiempo de fermentación de 40 días.

El contenido de etanol fue de la siguiente manera, tratamiento 1 tiene $6,97 \pm 0,05$ °GL, el tratamiento 2, $6,63 \pm 0,09$ °GL, el tratamiento 3, $6,83 \pm 0,09$ °GL, y el tratamiento 4, $6,8 \pm 0,24$ °GL, para un tiempo de fermentación de 7 días, a partir de ello se deduce que a mayor días de fermentación el contenido de etanol, se incrementaría, ya que aún cuentan con sólidos solubles por aprovechar, esto guarda relación con Méndez, (2011), quien manifiesta, que debido a las condiciones de anaerobiosis, los microorganismos procesan los azúcares, para transformarlo en alcohol.

Un posible motivo por el cual no existe diferencias significativas entre los tratamientos, es que el rango de los °Brix utilizados, están muy próximos ya que se trabajó con 20 y 24 °Brix, sin embargo, esto podría indicar que sería más conveniente trabajar con 20°Brix, reduciendo costos en la adición de azúcares.

4.2. Resultados de la influencia de los parámetros de fermentación de pH y concentración de azúcares sobre las características sensoriales del vino de copoazú.

4.2.1. Evaluación sensorial del vino de copoazú

La evaluación sensorial fue realizada de acuerdo con el método de Cata Descriptiva, utilizando los atributos sensoriales que se detallan en la Tabla 18. Todos los análisis mencionados en esta sección fueron realizados en los laboratorios del CITEAgroindustrial de Ica, Perú.

Tabla 18. Características consideradas en la cata descriptiva del vino de copoazú

| Características | Atributo | Escala cualitativa |
|-----------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Color | Color de vino blanco | Verdoso = 1; Ámbar = 2; Pálido = 3; Dorado = 4. |
| Apariencia | Limpidez | Lechoso con partículas = 1; Turbio = 2; Opalescente = 3; Límpido = 4. |
| | Brillo | Apagado = 1; Brillante = 2; Muy brillante = 3. |
| Olfato | Primera impresión | Defectuoso =1, Neutro = 2, Agradable = 3 |
| | Alcohol | Débil = 1; Alcoholizado = 2; Muy alcoholizado = 3; Equilibrado = 4. |
| | Intensidad de aroma | Baja = 1; Moderada = 2; Media = 3; Alta = 4. |
| | Tipo de aroma | Terciario =1, Secundario =2, Primario =3 |
| | Descriptor de aroma | Oxidado, aceitoso = 1; Químico = 2; Vegetal = 3; Olor dulce, floral, frutal = 4 |
| | Armonía | Desequilibrado =1, Armónico =2 |
| Gusto | Alcohol | Quemante = 1; Generoso = 2; Cálido = 3 |
| | Equilibrio | Desequilibrado =1, Equilibrado =2 |
| | Intensidad de aroma en boca | Baja = 1; Moderada = 2; Media = 3; Alta = 4. |
| | Descriptor de aroma en boca | Oxidado, aceitoso = 1; Químico = 2; Vegetal = 3; Olor dulce, floral, frutal = 4. |
| | Sensaciones táctiles | Irritante = 1; Muy seco = 2; Untuoso, seco = 3; Sedoso = 4. |
| | Persistencia | Corto = 1; Moderado = 2; Medio = 3; Largo = 4. |

Fuente: CITEagroindustrial ICA, 2020

4.2.2. Resultado de la evaluación sensorial del vino de copoazú

Los resultados de la evaluación sensorial del vino de copoazú, determinó que todos los tratamientos tuvieron una apreciación sensorial global cualitativa de “regular”, pero debe tomarse en cuenta que la evaluación fue realizada con criterios de evaluación sensorial aplicados al vino y no al vino de frutas. A continuación, se presentan a más detalle los resultados de los tratamientos.

❖ Resultados de la evaluación sensorial del Tratamiento 1

En la Figura 7, se observa que el vino de copoazú presenta un color pálido, una apariencia con limpidez opalescente y brillo apagado. En la nariz se puede percibir aromas con descriptores a dulce, floral y frutal, con notas de cacao, con intensidad media, olor a alcohol débil. En boca se percibió, alcohol generoso, desequilibrado, untuoso y seco, con descriptor de aroma dulce, floral y frutal con intensidad moderada. La presencia de CO₂ no estuvo estable en el vino. Adicionalmente, fue posible percibir un ligero amargor y efervescencia.

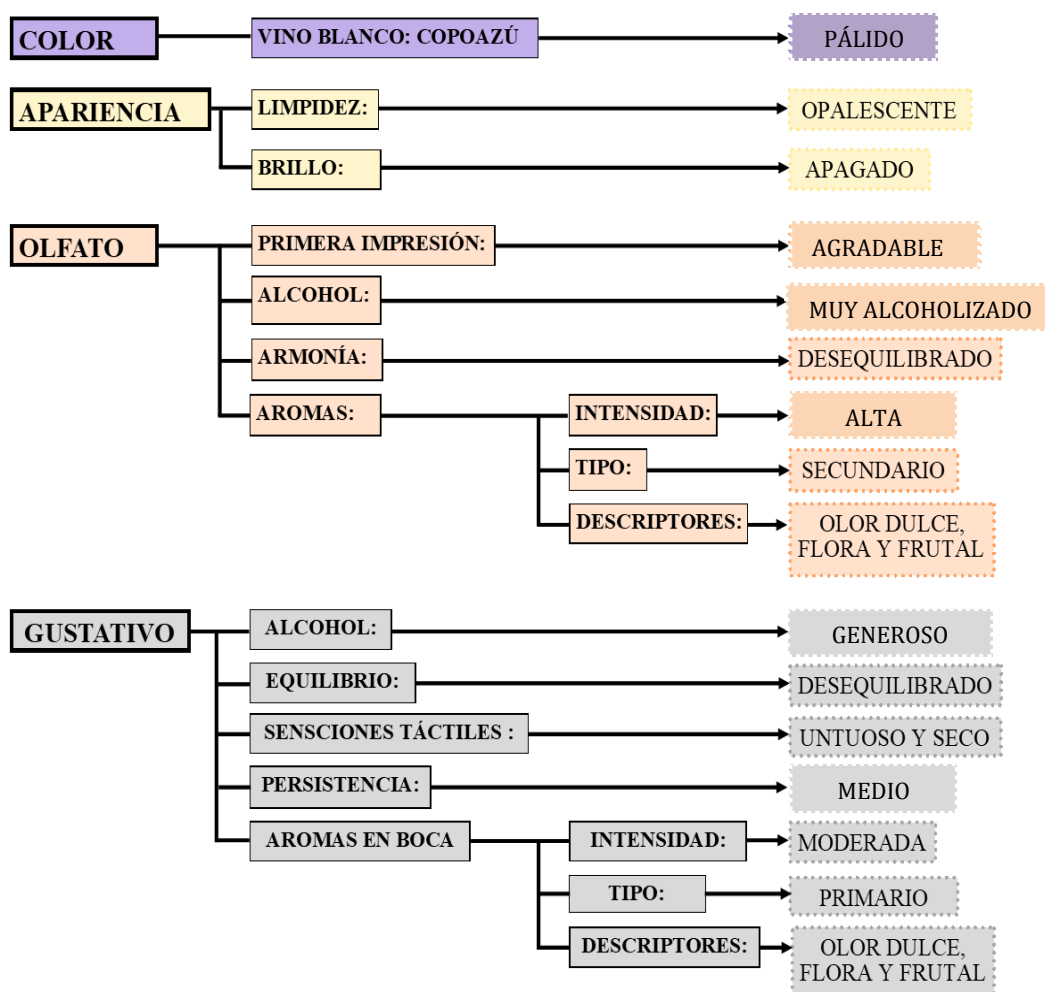


Figura 7. Características sensoriales del vino de copoazú (T1)

Fuente: Elaboración propia (2020)

❖ Resultados de la evaluación sensorial del Tratamiento 2

En la Figura 8, se observa que el vino de copoazú presenta un color dorado, una apariencia con limpidez opalescente y brillo apagado. En la nariz se puede percibir aromas con descriptores a dulce, floral y frutal, con notas de cacao, con intensidad media, olor a alcohol muy alcoholizado. En boca se percibió, alcohol generoso, desequilibrado, untuoso y seco, con descriptor de aroma dulce, floral y frutal con intensidad moderada. La presencia de CO₂ no estuvo estable en el vino. Adicionalmente, fue posible percibir un ligero amargor y efervescencia.

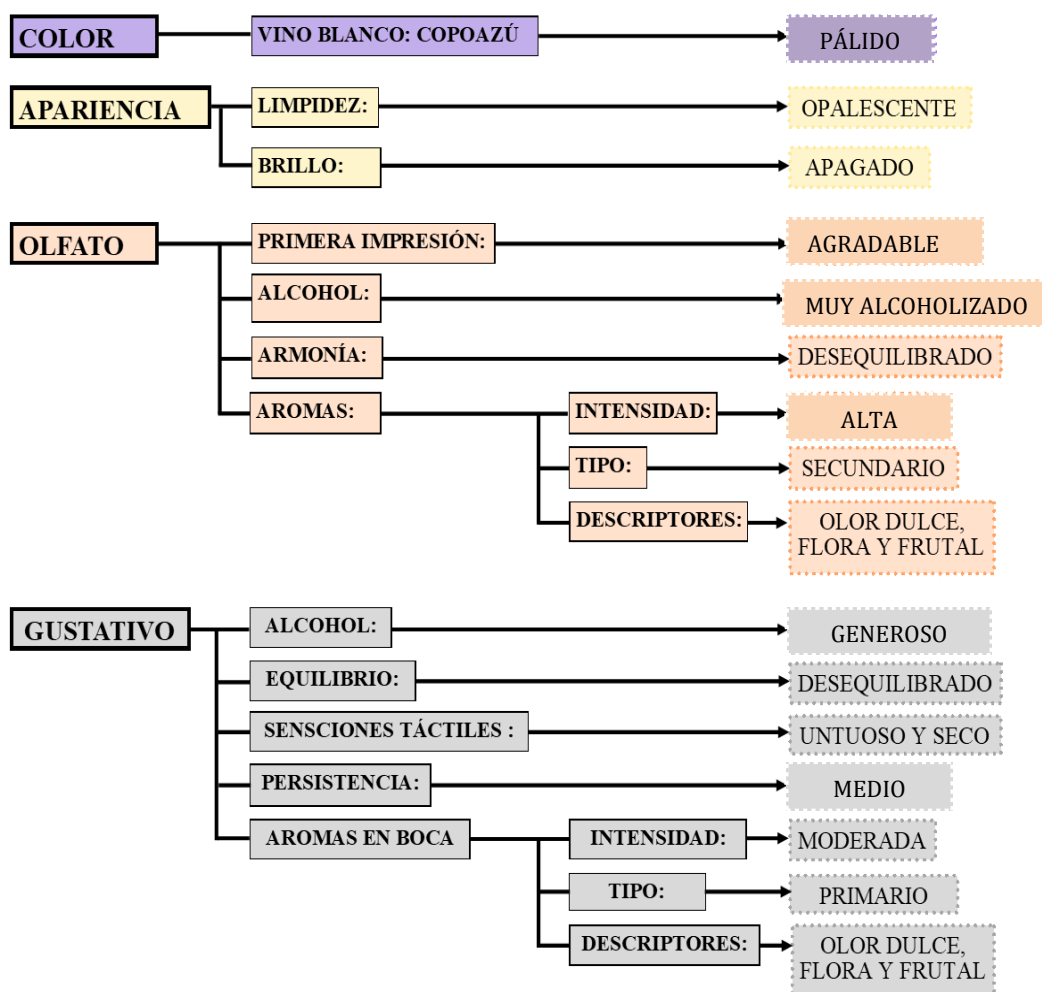


Figura 8. Características sensoriales del vino de copoazú (T2)

Fuente: Elaboración propia (2020)

❖ Resultados de la evaluación sensorial del Tratamiento 3

En la Figura 9, se puede observar los resultados del tratamiento 3, donde el vino de copoazú presenta un color dorado, una apariencia con limpidez opalescente y brillo apagado. En la nariz se puede percibir aromas con descriptores a dulce, floral y frutal, con notas de cacao, con intensidad alta, olor a alcohol débil. En boca se percibió, alcohol cálido, desequilibrado, untuoso y seco, con descriptor de aroma dulce, floral y frutal. La presencia de CO₂ no estuvo estable en el vino. Adicionalmente, fue posible percibir un ligero amargor y efervescencia.

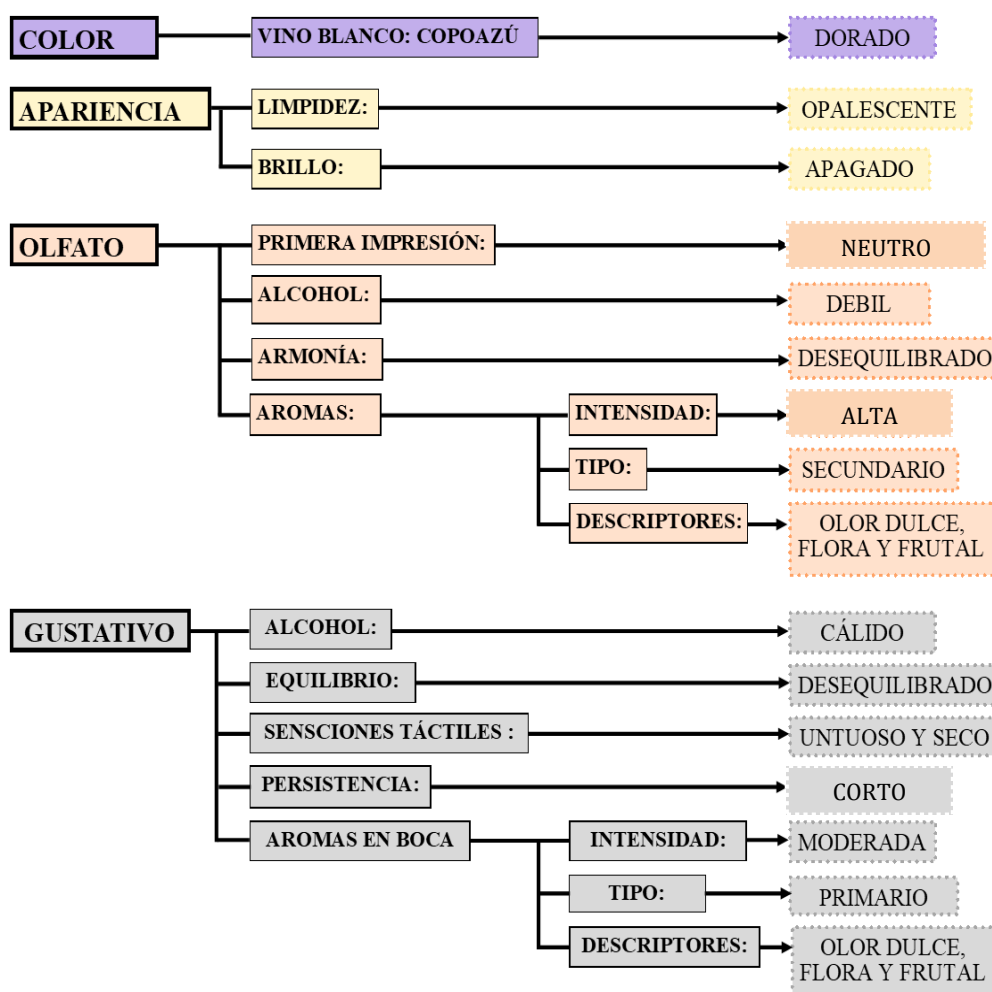


Figura 9. Características sensoriales del vino de copoazú (T3)

Fuente: Elaboración propia (2020)

❖ Resultados de la evaluación sensorial del Tratamiento 4

En la Figura 10, se puede observar que el vino de copoazú presenta un color dorado, una apariencia con limpidez opalescente y brillo apagado. En la nariz se puede percibir aromas con descriptores a dulce, floral y frutal, con notas de cacao, con intensidad media, olor a alcohol débil. En boca se percibió, alcohol cálido, desequilibrado, untuoso y seco, con descriptor de aroma dulce, floral y frutal. La presencia de CO₂ no estuvo estable en el vino. Adicionalmente, fue posible percibir un ligero amargor y efervescencia.

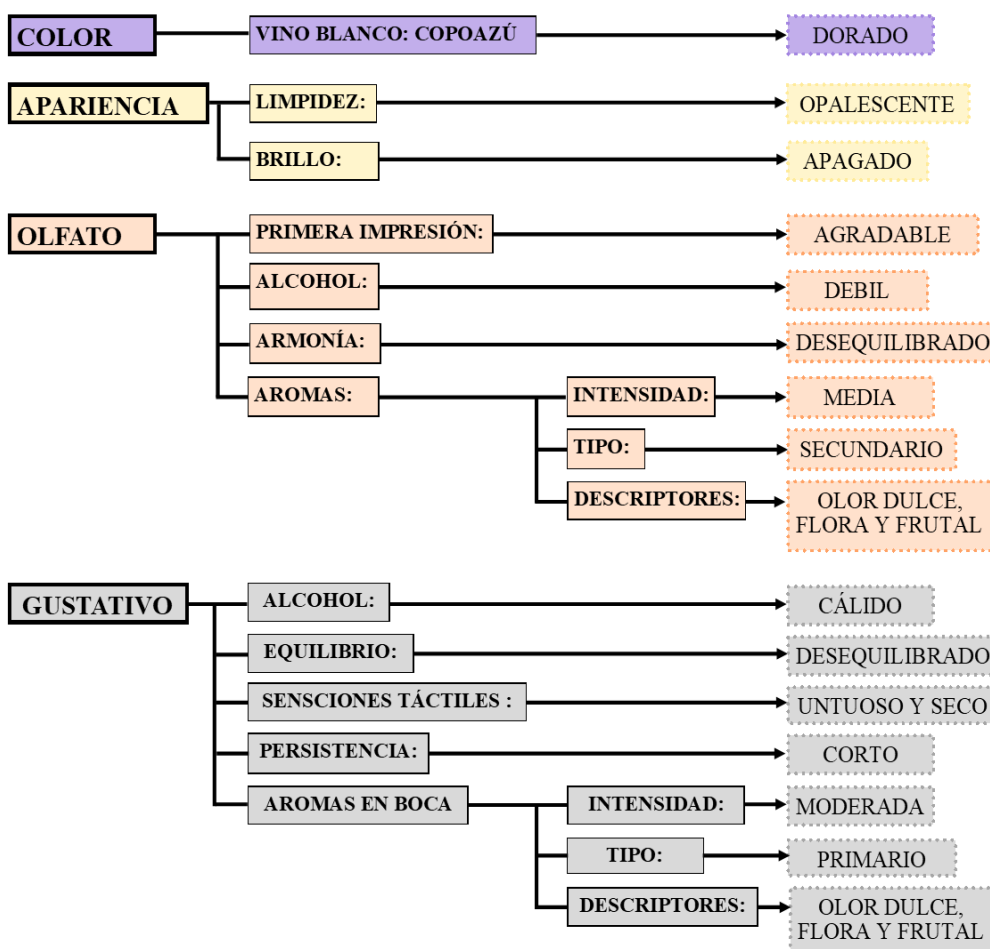


Figura 10. Características sensoriales del vino de copoazú (T4)

Fuente: Elaboración propia (2020)

Tabla 19. Resultado de promedios de puntaje de los atributos sensoriales

| Característica | Atributo | T1 | T2 | T3 | T4 | Valor p | Sig. |
|----------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|------|
| Color | Color de vino blanco | 3 | 3 | 3,7 | 4 | 0,037 | s |
| Apariencia | Limpidez | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | n,s |
| | Brillo | 1,3 | 1,3 | 1 | 1 | 0,532 | n,s |
| Olfato | Alcohol | 3 | 4 | 1 | 1 | 0,037 | s |
| | Intensidad de aroma | 4 | 4 | 4 | 3,3 | 0,086 | n,s |
| | Descriptor de aroma | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | n,s |
| Gusto | Alcohol | 2,3 | 2,3 | 3 | 3 | 0,039 | n,s |
| | Intensidad de aroma en boca | 3 | 3 | 3 | 2 | 0,012 | S |
| | Descriptor de aroma en boca | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | n,s |
| | Sensaciones táctiles | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | n,s |
| | Persistencia | 1,7 | 2 | 1 | 1 | 0,037 | S |
| Puntaje final | | 32,3 | 33,6 | 30,7 | 29,3 | | |

s: significativo, ns: no significativo

Fuente: Elaboración propia, (2020)

4.2.3. COLOR

En la Tabla 19, se aprecia un p-valor $<0,05$, según la prueba de kruskal Wallis, lo cual expresa que existen diferencias significativas entre tratamientos, asimismo se aprecia que el tratamiento 4, es el que cuenta

con mayor puntaje, lo cual nos dice que es el tratamiento con mejor color, siendo el color dorado.

En la Figura 11, se aprecia los promedios de los puntajes de aceptabilidad de los 4 tratamientos, se puede observar que el tratamiento 1 y 2, tienen 3 de puntaje, el tratamiento 3, presenta un valor ligeramente superior de 3, mientras que el tratamiento 4 presenta un puntaje de 4.

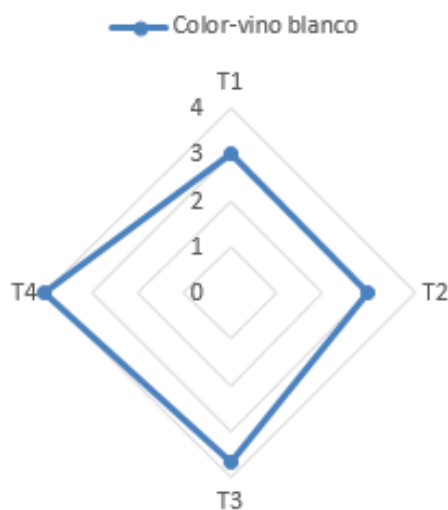


Figura 11. Comparación del color por tratamientos

Fuente: Elaboración propia (2020)

4.2.4. APARIENCIA

Limpidez

En la Tabla 19, se aprecia un p-valor =1, según la prueba de kruskal Wallis, lo cual expresa que no hay diferencias significativas entre tratamientos, ya que todos presentaron una puntuación de 3, que indica una limpidez opalescente, es decir que el vino con una muy ligera turbidez. Esto no guarda relación con lo manifestado por (Ferreyra, 2006), quien manifiesta

que a un pH de 4 la limpidez es superior al de un pH de 3.5. Asimismo, podemos mencionar que (Duarte, 2010), indica que el vino de copoazú presentó un porcentaje de aceptabilidad de la apariencia del vino de copoazú de 61%.

Brillo

En la Tabla 19, se observa un p-valor $>0,05$, según la prueba de kruskal Wallis, lo cual indica que no existen diferencias significativas entre tratamientos presentaron un brillo apagado.

En la Figura 12, podemos comparar la puntuación tanto para la limpidez como el brillo de los cuatro tratamientos, se evidencia que en cuanto a la limpidez los tratamientos presentan un puntaje de 3, mientras que para brillo un puntaje próximo a 1.

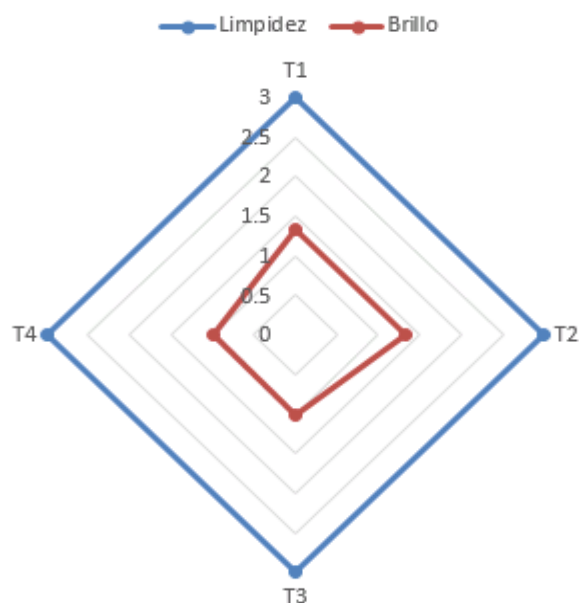


Figura 12. Comparación de la apariencia por tratamientos

Fuente: Elaboración propia (2020)

4.2.5. OLFATO

Olor a alcohol o bebida alcohólica

En la Tabla 19, se observa un p-valor $<0,05$, según la prueba de kruskal Wallis, lo cual expresa que existen diferencias significativas entre tratamientos, siendo el tratamiento 2, el que obtuvo el mayor puntaje (4), presentando un olor a bebida alcohólica equilibrado, seguidamente se encuentra el tratamiento 1, con un olor muy alcoholizado, finalmente los tratamientos 3 y 4, presentaron un olor a bebida alcohólica débil.

Intensidad de aroma

En la Tabla 19, se observa un p-valor $<0,05$, según la prueba de kruskal Wallis, lo cual expresa que existen diferencias significativas entre tratamientos, los tratamientos 1, 2 y 3 presentaron un puntaje de 4, obteniendo una intensidad de aroma alta, mientras que el tratamiento 4, obtuvo un puntaje de 3,3, con una intensidad de aroma media.

Descriptor de aroma

En la Tabla 19, se observa un p-valor 1, según la prueba de kruskal Wallis, lo cual expresa que no existen diferencias significativas entre tratamientos, ya que todos los tratamientos presentaron una puntuación de 4, lo cual indica un descriptor de aroma a olor dulce, floral y frutal.

En la figura 13, se puede apreciar los puntajes de olor a alcohol o bebida alcohólica, descriptor de aroma e intensidad de aroma, se evidencia que, en cuanto a olor a bebida alcohólica, el tratamiento 1 presenta 3 puntos, el tratamiento 2 presenta 4 puntos, el 3 y 4, presentan 1 punto, para el caso de descriptor de aroma todos los tratamientos presentan un puntaje de 4

puntos. Y finalmente para la intensidad de aroma, los tratamientos 1,2 y 3 presentan un puntaje de 4, mientras que el tratamiento 4, presenta un puntaje ligeramente superior a 3.



Figura 13. Comparación del atributo de aroma por tratamientos

Fuente: Elaboración propia (2020)

Podemos mencionar que según (Duarte, 2010), el vino de copoazú presentó un porcentaje de aceptabilidad de 68% en cuanto al aroma, si bien es cierto los puntajes de aceptabilidad de la presente investigación no están en porcentaje, se puede mencionar que, en cuanto a los descriptores de aroma e intensidad de aroma, presentaron casi el más alto puntaje de la escala.

4.2.6. GUSTO

Sabor a alcohol o bebida alcohólica

En la Tabla 19, se aprecia un p-valor $<0,05$, según la prueba de kruskal Wallis, lo cual expresa que existen diferencias significativas entre tratamientos, presentando los tratamientos 1 y 2 un puntaje de 2,3 y los

tratamientos 3 y 4, un puntaje de 3, el cual se refiere a un sabor a bebida alcohólica cálida.

Intensidad de aroma en boca

En la Tabla 19, se aprecia un p-valor $<0,05$, según la prueba de kruskal Wallis, lo cual expresa que existen diferencias significativas entre tratamientos, los tratamientos 1, 2 y 3 presentaron un puntaje de 3, obteniendo una intensidad de aroma media, mientras tanto el tratamiento 4, presentó un puntaje de 2, con una intensidad de aroma moderada.

Descriptor de aroma en boca

En la Tabla 19, se aprecia un p-valor 1, según la prueba de kruskal Wallis, lo cual expresa que no existen diferencias significativas entre tratamientos, ya que todos los tratamientos presentaron una puntuación de 4, lo cual indica un descriptor de aroma en boca a olor dulce, floral y frutal.

Sensaciones táctiles

En la Tabla 19, se aprecia un p-valor 1, según la prueba de kruskal Wallis, lo cual expresa que no existen diferencias significativas entre tratamientos, ya que todos los tratamientos presentaron una puntuación de aceptabilidad de 3, lo cual indica una sensación táctil untuosa o seca.

Persistencia del gusto

En la Tabla 19, se aprecia un p-valor $<0,5$, según la prueba de kruskal Wallis, lo cual expresa que existen diferencias significativas entre tratamientos, los tratamientos 3, 4 presentaron un menor puntaje de 1, obteniendo una persistencia de gusto corta, asimismo el tratamiento 1 presentó un puntaje de 1,7, lo cual indica también una persistencia de gusto

corta, mientras que el tratamiento 2, contó con un puntaje de 2, con una persistencia de gusto moderada.

En la Figura 14, se puede apreciar el puntaje en cuanto a 5 atributos, los cuales son sabor a bebida alcohólica, intensidad de aroma en boca, descriptor de aroma en boca, sensaciones táctiles, persistencia del gusto. Se puede apreciar que todos los tratamientos presentaron los mismos descriptores de aroma en boca a dulce, floral y frutal, asimismo presentaron las mismas sensaciones táctiles, sin embargo, se encontraron diferencias en la intensidad de aroma en boca, persistencia del gusto y sabor a bebida alcohólica.

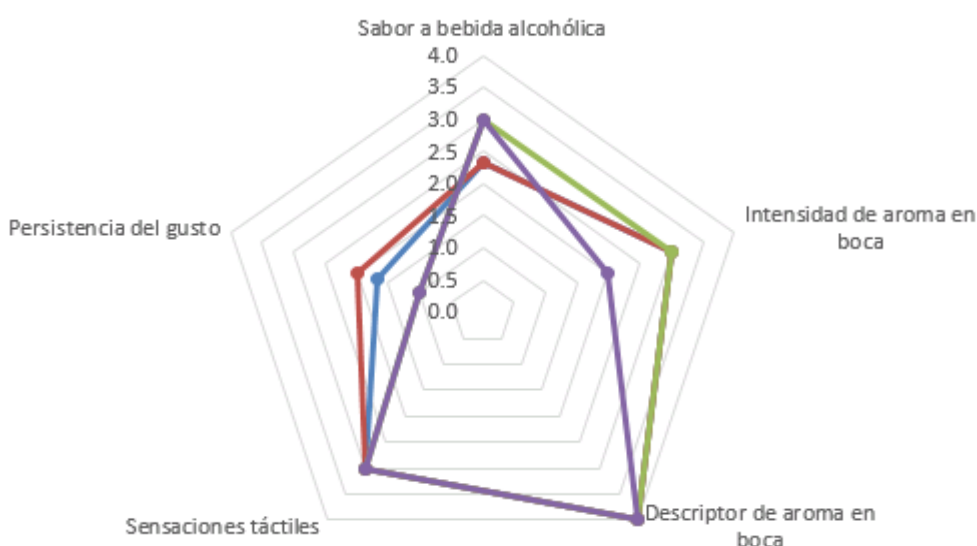


Figura 14. Comparación del Gusto por tratamientos

Fuente: Elaboración propia (2020)

Según (Duarte, 2010), el vino de copoazú presentó un porcentaje de aceptabilidad de 58% en cuanto al gusto, si bien es cierto los puntajes de aceptabilidad de la presente investigación no están en porcentaje, se puede mencionar que, en cuanto a los descriptores de aroma en boca, presentaron el más alto puntaje de la escala.

4.3. Resultados de la influencia de los parámetros de fermentación de pH y concentración de azúcares sobre el rendimiento de producción del vino de copoazú

En la Tabla 20, se muestra el rendimiento del vino de copoazú, es decir la cantidad de vino obtenido a partir de los mostos del mismo, se aprecia que T1, cuenta con un mayor rendimiento de $67\pm 2\%$, seguidamente con valores muy cercanos, se encuentra el tratamiento 4, con $66\pm 1\%$, y finalmente T2 y T3, se encuentran con $64\pm 2\%$. Esto indicaría que los tratamientos 1 y 4, que comenzaron con 20°Brix , obtuvieron ligeramente mayor rendimiento a comparación con los tratamientos 2 y 3, que comenzaron con 24°Brix , presentando una diferencia de 2 a 3%. A pesar de algunas diferencias encontradas, no existen diferencias significativas en cuanto al rendimiento.

Tabla 20. Resultados finales del rendimiento de producción del vino de copoazú

| Tratamiento | Rendimiento (%) |
|-------------|-----------------|
| T1 | 67 ± 2 |
| T2 | 64 ± 2 |
| T3 | 64 ± 2 |
| T4 | 66 ± 2 |

Fuente: Elaboración propia (2020)

Durante la revisión bibliográfica, no se ha encontrado referencia en la base de datos accesibles consultados, sobre rendimiento de producción de vino de copoazú, sin embargo, según Puerta, (2000), manifiesta que, para obtener 60 L de vino, se necesitan 100 kg de uva, lo cual indica un rendimiento de 60% aproximadamente.

Modelamiento matemático del rendimiento del vino de copoazú

En la Tabla 21, se aprecia que el P-valor para el modelo es mayor a 0,05, lo cual nos indica que el modelo no es significativo, por lo tanto, consideramos que los factores de pH y °Brix no influyeron en el rendimiento del vino de copoazú.

Tabla 21. Análisis de varianza del rendimiento del vino

| Fuente | Suma de cuadrados | GL | Media de cuadrados | F | P-valor | |
|--------------------------|-------------------|----|--------------------|--------|---------|------------------|
| Modelo | 28,25 | 3 | 9,42 | 3,22 | 0,0774 | No Significativo |
| A-pH mosto | 2,08 | 1 | 2,08 | 0,7353 | 0,4161 | |
| B-Sólidos solubles mosto | 24,08 | 1 | 24,08 | 8,50 | 0,0194 | |
| AB | 2,08 | 1 | 2,08 | 0,7353 | 0,4161 | |
| Error puro | 22,67 | 8 | 2,83 | | | |
| Total | 50,92 | 11 | | | | |

GL: Grados libertad

Fuente: Elaboración propia (2020)

4.4. Resultados de la influencia de los parámetros de fermentación de pH y °Brix sobre la conversión de azúcares del vino de copoazú.

En la Tabla 22, se observa la conversión del vino de copoazú de cada tratamiento, se puede apreciar que el tratamiento 1, cuenta con un mayor porcentaje de conversión con un valor de $45 \pm 0,01\%$, seguidamente se encuentra el tratamiento 4, con $43 \pm 0,01\%$, los tratamientos 2 y 3, cuentan con los valores más bajos, el tratamiento 3, tuvo una conversión de $37 \pm 0,01\%$ y el tratamiento 2, presentó un valor de $37 \pm 0,01\%$.

Tabla 22. Resultados finales de la conversión de azúcares del vino de copoazú.

| Tratamiento | Conversión de azúcar (%) |
|-------------|--------------------------|
| T1 | 45±0,01 |
| T2 | 35±0,01 |
| T3 | 37±0,01 |
| T4 | 43±0,01 |

Fuente: Elaboración propia (2020)

Estos resultados se obtuvieron aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Conversión de azúcar} = \frac{(^{\circ}\text{Brix inicial} - ^{\circ}\text{Brix final})}{^{\circ}\text{Brix inicial}} \times 100\%$$

(Ec,8)

A partir de estos resultados, se puede indicar que los tratamientos 1 y 4, a pesar de iniciar con menos °Brix, es decir con 20, presentaron mayor conversión de azúcares en etanol, por el contrario, los tratamientos 2 y 3, que comenzaron con 24°Brix, tuvieron una conversión de sacarosa menor, con una diferencia de aproximadamente 10%. Esto explicaría, por qué no existió diferencias significativas en el contenido de etanol, es decir fue debido a la mayor capacidad de conversión de azúcares en alcohol de los tratamientos 1 y 4.

Según (Ferreyra 2006), debido a la cantidad de azúcares del mosto de uva de 200 g/L aproximadamente y su acidez natural (pH 3,5) es una solución selectiva para las levaduras vínicas, asimismo contiene los nutrientes que se necesitan para el crecimiento de las mismas. Sin embargo, en el presente estudio, se tuvo que agregar azúcares, para lograr una adecuada fermentación. Asimismo, según Vásquez, (2007), manifiesta que, en la

fermentación alcohólica, las levaduras pueden realizar hasta un 90% de los azúcares en alcohol y CO₂.

En el presente estudio podemos apreciar que el valor máximo de conversión de azúcar fue de 45% para el tratamiento 1, sin embargo, se debe tomar en cuenta que fue una fermentación parcial, es decir fue detenida a los 7 días de fermentación.

Modelamiento de la conversión de azúcares del vino de copoazú

En la Tabla 23, se puede apreciar que el P-valor es menor que 0,05, lo cual expresa que los datos experimentales son descritos adecuadamente por el modelo y que por ende el modelo es significativo, esto nos indica que los °Brix y pH del mosto influyen sobre la conversión de azúcares en el vino de copoazú. El componente lineal A-pH mosto, y B-Solidos solubles, cuentan con un P-valor <0,05, por lo tanto, son términos significativos del modelo. Sin embargo, la interacción de los componentes lineales AB, tienen un P-valor >0,05, por lo tanto, son términos no significativos.

De manera general se puede afirmar que la variación de la conversión de azúcar por efecto de la variación del pH y °Brix del mosto puede ser bien descrita por el modelo propuesto. En la misma tabla, se muestran los valores de R² ordinario y ajustado, ambos obtuvieron valores próximos a 1, lo que corrobora que el modelo ajusta adecuadamente los datos experimentales para un α de 0,05%.

Tabla 23. ANOVA de la conversión de azúcares durante la fermentación alcohólica y estadísticas descriptivas

| Fuente | Suma de cuadrados | GL | Media de cuadrados | F | P-valor |
|--------------------------|--------------------------|-----------|---------------------------|----------|----------------|
| Modelo | 212,25 | 3 | 70,75 | 65,31 | <0,0001 Sig. |
| A=pH mosto | 10,08 | 1 | 10,08 | 9,31 | 0,0158 |
| B=Sólidos solubles mosto | 200,08 | 1 | 22,08 | 184,69 | <0,0001 |
| AB | 2,08 | 1 | 2,08 | 1,92 | 0,02029 |
| Error puro | 8,67 | 8 | 1,08 | | |
| Total | 220,92 | 11 | | | |
| Media | 40,08 | | | | |
| Desviación estándar | 1,04 | | | | |
| CV (%) | 2,60 | | | | |
| R ² ordinario | 0,9608 | | | | |
| R ² ordinario | 0,9461 | | | | |

GL: Grados libertad; Sig.: Significativo; CV (%): Coeficiente de Variación

Fuente: Elaboración propia (2020)

En la Figura 15, se observa que a 20 °Brix del mosto la conversión de azúcar en el vino de copoazú es mayor que a 24°Brix. Lo cual nos indica que la saturación de azúcares en el mosto de copoazú, no siempre generará mayor aprovechamiento de los azúcares, lo cual puede enlentecer el proceso de conversión en etanol y otros.

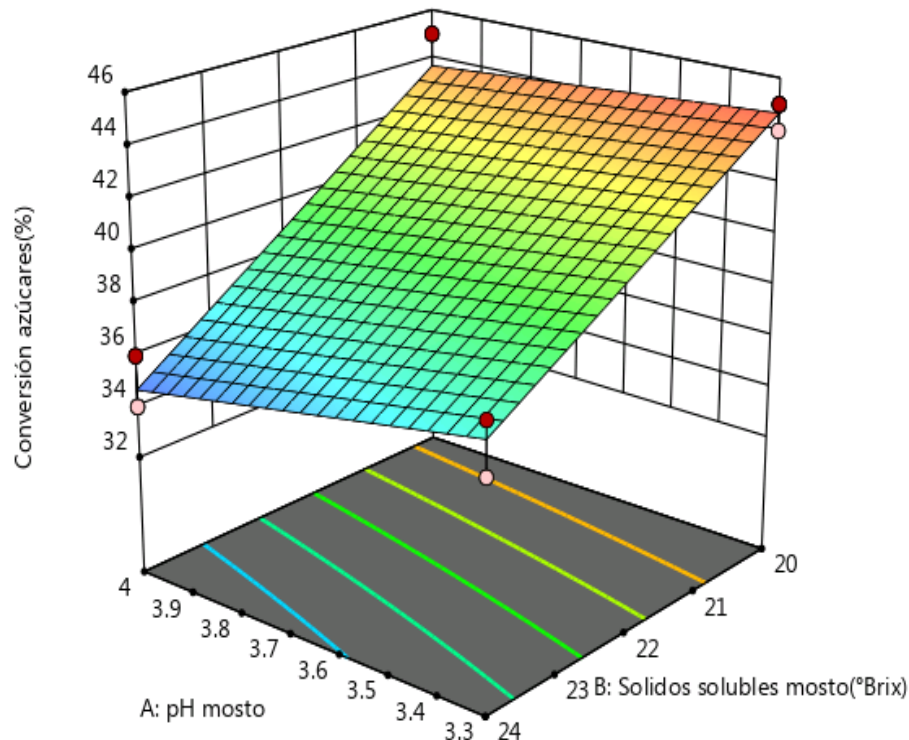


Figura 15. Superficie de respuesta de la conversión de azúcares del vino en función del ° Brix y pH del mosto.

Fuente: Elaboración propia (2020)

En la Tabla 24 se pueden observar, los coeficientes de los componentes obtenidos a partir de valores codificados y no codificados. Los coeficientes codificados del factor A, B y AB, son negativos, por tanto, estos componentes tienden a disminuir la conversión de azúcar. Por otro lado, los coeficientes no codificados del modelo, presenta apenas el coeficiente del componente interacción fue negativo, por tanto, los otros componentes del modelo tienden a incrementar la conversión de azúcar.

Tabla 24. Coeficientes en términos de factores codificados y no codificados para el modelo matemático de la conversión de azúcar en alcohol.

| Factor | CE | CE* | GL | Error standard | 95% CI bajo | 95% CI alto | VIF |
|--------------------------------|---------|----------|----|-------------------|-------------------|-------------------|-----|
| Intercepto | 40,08 | 46,7619 | 1 | 0,3005 | 39,39 | 40,78 | |
| A-pH mosto | -0,9167 | 10,4762 | 1 | 0,3005 | -1,61 | -0,2238 | 1 |
| B-Sólidos solubles mosto | -4,08 | 013095 | 1 | 0,3005 | -4,78 | -3,39 | 1 |
| AB | -0,4167 | -0,59524 | 1 | 0,3005 | -1,11 | 0,2762 | 1 |

CE: Coeficientes estimados con factores codificados; CE*: Coeficientes estimados con factores decodificados; GL: Grados libertad, VIF: Factor de inflación de varianza; EE: Error estándar

Fuente: Elaboración propia (2020)

A partir de los coeficientes codificados y no codificados se obtuvieron las Ecuaciones (9) y (10), respectivamente.

$$CA \text{ del vino de copoazú} = 40,08 - 0,9167A - 4,08B - 0,4167AB \quad (\text{Ec, 9})$$

$$CA \text{ del vino de copoazú} (*) = 46,7619 + 10,47619A + 0,130952B - 0,595AB \quad (\text{Ec, 10})$$

El modelamiento permitió observar que en cuanto menor sea el pH y el °Brix del mosto, se podrá obtener una conversión de azúcar mayor, siendo esto favorable, para reducir costos en los insumos a utilizar como el azúcar.

CONCLUSIONES

En el presente estudio fue posible elaborar un vino con características físico-químicas y sensoriales aceptables de acuerdo a los criterios de la NTP 212.014 a escala de laboratorio, llegando a las siguientes conclusiones:

El contenido de metanol, pH final, °Brix final, del vino de copoazú fueron influenciados significativamente por el pH y °Brix inicial del mosto, esto fue diferente para el contenido de etanol. El mejor tratamiento (T4) fue el mosto con un pH de 4 y 20 °Brix, obteniéndose un vino de copoazú con un pH (3,5), °Brix (11,3), contenido de metanol (109 mg/L) y etanol (6,8 °GL), adecuado a la norma, pudiendo clasificarse el vino de copoazú en la categoría de vino espumoso.

El mejor tratamiento (T4), presentó características sensoriales muy particulares de la pulpa de copoazú, que definieron el color (dorado), apariencia (opalescente y apagado), olor/aroma (primera impresión agradable, alcohol débil, armonía desequilibrada, intensidad media del aroma, de tipo secundario, definido por olor dulce, frutal y floral) y gusto (sensación cálida de alcohol, desequilibrado, untuoso y seco, permanencia corta, con una intensidad moderada de los aromas en la boca, de tipo primario, caracterizado por olor dulce, floral y frutal).

El rendimiento del vino de copoazú no fueron influenciados significativamente por pH y °Brix inicial del mosto, el rendimiento ligeramente más alto fue de 67%, es decir por cada litro de mosto obtendremos 670 ml de vino aproximadamente.

Los °Brix influyeron significativamente sobre la conversión de azúcares del vino, los tratamientos que comenzaron con 20 °Brix, obtuvieron una conversión de azúcar de 45% aproximadamente, siendo superior a la conversión de los tratamientos que iniciaron la fermentación con 24°Brix, los cuales solo obtuvieron una conversión de 37% como máximo.

SUGERENCIAS

Se recomienda realizar un trabajo de investigación, en el cual, en vez de añadir azúcares refinados directamente, se pueda mezclar con la pulpa de otras frutas o el mucilago de cacao, ya que cuenta un alto contenido de °Brix.

Se recomienda realizar estudios tomando en cuenta los °Brix iniciales del mosto inferior a 20, para evaluar el contenido de metanol.

Se recomienda desarrollar el estudio de vida útil del vino de copoazú.

Se recomienda desarrollar un estudio variando los tiempos de fermentación para obtener vinos de diferentes grados alcohólico (dulce, semiseco o seco).

Se recomienda realizar una investigación para obtener un vino espumoso añadiendo gas disuelto.

Se recomienda realizar un estudio tomando en cuenta el contenido de pectina de la pulpa copoazú.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albán, I. A. O, 2012. Estudio del vino de mora de castilla (*rubus glaucus benth*) elaborado a tres proporciones distintas de fruta:agua y tres niveles de dulzor. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Retrieved from <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3071>
- ALEIXANDRE BENAVENT, J.L. Y GARCIA ESPARZA, M.J. (2003). Tecnología Enológica. Universidad Politécnica de Valencia.
- Álvarez, R., Manzano, J., Materano, W., & Valera, A, 2009. Caracterización química y sensorial del vino artesanal de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae* (Cav.) Sendth). *Revista Científica UDO Agrícola*, 9(2), 436–441.
- Araújo, K. G. L., Sabaa-Srur, A. U. O., Rodrigues, F. S., Manhães, L. R. T., & Canto, M. W. do, 2009. Utilização de abacaxi (*Ananas comosus* L.) cv. Pérola e Smooth cayenne para a produção de vinhos - Estudo da composição química e aceitabilidade. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 29(1), 56–61. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612009000100009>.
- AROZARENA, I., 2007. Seminarios Internacionales. Paper presented at the Elaboración de Vinos de Frutas, Ambato, Ecuador.
- Baquerizo, M. J. G. ,2013. Obtención de una bebida alcohólica a partir de mucílago de cacao, mediante fermentación anaerobia en diferentes tiempos de inoculación. UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO.
- BARRERA,G., HERNANDEZ,M., 2004. Bases técnicas para el aprovechamiento agroindustrial de especies nativas de la amazonía. Florencia: Corpoica Regional. Insitituto Amazónico de Investigaciones Cientificas,SINCHI.Universidad de la Amazonía.
- Bastidas, J. V., & Espinoza-Oviedo, B, 2019. Evaluación del proceso fermentativo de la mandarina king (*citrus nobilis* l.) Aplicando bentonita, albumina y pectinasa para su clarificación. *Universidad y Sociedad*, 11(5), 496–506. Retrieved from <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>.
- Bedoya, D., Gomez, E., Luján, D., & Salcedo, J, 2005. Producción de vino de naranja dulce (*Citrus sinensis* Osbeck) por fermentación inducida comparando dos cepas de *Saccharomyces cerevisiae*. *Temas Agrarios*, 10(2), 26. <https://doi.org/10.21897/rta.v10i2.632>.
- CALZAVARA, B.B.G., MULLER, C.H. y KAHWAGE, O.N., 1984. Fruticultura tropical: O cupuaçuzeiro: Cultivo, beneficiamento e utilização do fruto.

Belém: EMBRAPA.

COHEN, K.D.O. y JACKIX, M.D.N.H., 2005. Estudo do liquor de cupuaçu. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol. 25, no. 1, pp. 182-190. ISSN 0101-2061. DOI 10.1590/S0101-20612005000100030.

Corazza, M. L., Rodrigues, D. G., & Nozaki, J, 2001. Preparação e caracterização do vinho de laranja. *Quimica Nova*, 24(4), 449–452. <https://doi.org/10.1590/s0100-40422001000400004>.

DIRECCIÓN REGIONAL DE AGRICULTURA MADRE DE DIOS - DRAMDD, 2020. Información Agrícola: Estadística agraria mensual Madre de Dios. Retrieved from <https://www.dramdd.gob.pe/informacion-agricola/>

Duarte, W. F., Dias, D. R., Oliveira, J. M., Teixeira, J. A., de Almeida e Silva, J. B., & Schwan, R. F, 2010. Characterization of different fruit wines made from cacao, cupuassu, gabioba, jaboticaba and umbu. *LWT - Food Science and Technology*, 43(10), 1564–1572. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.03.010>

Ferreyra, M. M, 2006. Estudio del proceso biotecnologico para la elaboración de una bebida alcoholica a partir de jugo de naranja. Universidad Politécnica de Valencia.

Flores, B. C., Céspedes, M. J. M., Tejada, M. C. V., & Figueroa, G. J. V, 2017. Planeamiento Estratégico de la Industria Vitivinícola del Perú (PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ). Retrieved from <http://hdl.handle.net/20.500.12404/9066>

FREILE, V., 2011. Elaboración y control de vino de arazá: Universidad Politécnica de Valencia. (Tesina). Centro de Estudios superiores de la Industria Farmacéutica, Madrid-España.

GARCÍA, M., QUINTERO, R., & LÓPEZ-MUNGUÍA, A. (2000). *Biología Alimentaria* (Grupo Noriega Editores ed.). México D.F.: Editorial Limusa S.A

González, M, 2011. Elaboración Artesanal de Vino de Frutas. Estados Unidos: Lulu Enterprises.

GOYA, M., 2013. Facultad de Ciencias Pecuarias “ Obtención de una bebida alcoholica a partir de mucílago de cacao. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Granados, C., Torrenegra, M. E., Acevedo, D., & Romero, P, 2013. Evaluación fisicoquímica y microbiológica del aperitivo vínico de lulo (*Solanum quitoense*

- L.). *Informacion Tecnologica*, 24(6), 35–40. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000600006>
- HERNANDEZ., M & SASTRE,A, (1999) *Tratado de nutrición*. pp.446.ISBN:84-7978-387-7.
- HIDALGO., J. 2006. *La calidad del vino desde el viñedo*. pp.54. Ediciones Mundi-prensa.ISBN: 84-8476-279-3.
- Hoyos Concha, J., Urbano, F., Villada Castillo, H., Mosquera Sánchez, S., & Navia Porras, D, 2010. Determinación de parámetros fermentativos para la formulación y obtención de vino de naranja (*citrus sinensis*). *Bioteología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 8(1), 26–34.
- Imbaquingo, R. J. V, 2011. Estudio tecnológico para la elaboración de vino de carambola (averrhoa carambola) (UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL). Retrieved from <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/4918>
- INIAP., 2009. *Potencial nutritivo, funcional y procesamiento de tres frutales amazónicos, plegable N.301*. Quito.Ecuador.
- Jordan, A., & Hoyos Concha, J, 2005. Evaluación del comportamiento de la pulpa del fruto del zapote (*matisia cordata*) frente a procesos de transformación agroindustrial. *Bioteología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 3(1), 41–46.
- Kolb, E, 2002. *Vinos de frutas: Elaboración artesanal e industrial (First edit)*. Editorial ACRIBIA, S.A.
- Malliquinga, W. P. Z, 2011. Elaboración de vino de frutas (*pitahaya hylocereus triangularis* y *carambola averrhoa l.*) en 3 diferentes concentraciones de mosto y con 2 tipos de levaduras del género *saccharomices* (*s. cereviceae* y *s. ellipsoideus*) (UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI). Retrieved from <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/907>
- MENDEZ,A. 2011.Fermentación alcohólica, <https://www.coursehero.com/file/38308520/Fermentaci%C3%B3n-alcoh%C3%B3licadocx/>
- Morales, A. O. A., & Henríquez, D. R. H, 2006. *Elaboración a nivel de laboratorio de vino a partir de fruta: Manzana, naranja, papaya, pera y sandía*. Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas.”
- Nemeth, A. H., González, C. P., & Pérez, B. R, 2010. Evaluación química del vino de semeruco (*Malpighia spp.*) producido en el estado Falcón, Venezuela.

Multiciencias, 10(3), 234–240.

NTP 211.035:2015, 2015. BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Determinación de metanol y de congéneres en bebidas alcohólicas y en alcohol etílico empleado en su elaboración, mediante cromatografía de gases. 3a Edición. Lima, Perú: Instituto Nacional de Calidad - INACAL.

NTP 212.014, 2011. Bebidas alcohólicas vitivinícolas. Vinos. Requisitos. Lima, Perú: Instituto Nacional de Calidad - INACAL.

NTP 212.030:2009 (revisada el 2014). (2014). BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Vinos. Determinación del grado alcohólico. Lima, Perú: Instituto Nacional de Calidad - INACAL.

Padín, C., Goitia, J., Hernández, R., & Leal, I, 2012. Caracterización química y sensorial de vino artesanal de melón (*Cucumis melo* L . var . *reticulatus* Naud ., cv . *Ovation*). Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos, 3(2), 270–284.

Pájaro-Escobar, H. A., Benedetti, J., & García-Zapateiro, L. A. (2018). Caracterización Físicoquímica y Microbiológica de un Vino de Frutas a base de Tamarindo (*Tamarindus indica* L.) y Carambola (*Averrhoa carambola* L.). Información Tecnológica, 29(5), 123–130. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642018000500123>

Peña, D. L. L, 2012. Extracción y aprovechamiento del mucilago de cacao (*theobroma cacao*) como materia prima en la elaboración de vino (UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL). Retrieved from <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/4930>

Peralta, E. V. C, 2011. Desarrollo tecnológico de vino de frutas a partir de Mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) y Manzana variedad, Emilia (*Malus communis* – Reineta Amarilla de Blenheim), de adecuada calidad sensorial. (UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO). Retrieved from <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/3137>

PUERTA, A, 2000. Elaboración de vino. ISSN 9972470636.

KOLB, E., 2002. Vinos de Frutas. Elaboración Artesanal e Industrial. Editorial Acribia.S.A. Zaragoza. España.

ROJAS, A.V. y VILLAGRA, J., 2016. Evaluación de los métodos de fermentación y secado para el beneficio de semilla del copoazú (*Theobroma grandiflorum*) y sus efectos en la calidad de pasta de chocolate natural en la provincia de Tambopata. Universidad Nacional Amazónica de

Madre de Dios.

- ROJAS, S., ZAPATA, J. y ELENA, A., 1996. El Cultivo del copoazu. Florencia: Corpoica Regional.
- Rodríguez, M. H., & Gallego, A. S., 1999. Tratado de nutrición. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
- Teixeira, M. F. S., Andrade, J. S., Fernandes, O. C. C., Durán, N., & Lima Filho, J. L. De, 2011. Quality attributes of cupuaçu juice in response to treatment with crude enzyme extract produced by *aspergillus japonicus* 586. *Enzyme Research*, 2011(1). <https://doi.org/10.4061/2011/494813>
- Togores, J. H, 2006. La calidad del vino desde el viñedo. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Vázquez, H. J., & Dacosta, O, 2007. Fermentación alcohólica: Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 4, 249–259. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22201/fi.25940732e.2007.08n4.020>
- VENTURIERI, G.A. y AGUIAR, J.P.L., 1988. Composição do chocolate caseiro de amêndoas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng) Schum). *Acta Amazonica*, vol. 18, no. 1-2, pp. 3-8. ISSN 1809-4392. DOI 10.1590/1809-43921988182008.
- Vidrih, R., & Hribar, J, 1999. Synthesis of higher alcohols during cider processing. *Food Chemistry*, 67(3), 287–294. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(99\)00136-3](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00136-3)
- Vriesmann, L. C., & Petkowicz, C. L. O, 2009. Polysaccharides from the pulp of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*): Structural characterization of a pectic fraction. *Carbohydrate Polymers*, 77(1), 72–79. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2008.12.007>
- Zapateiro, G., Alberto, L., Mendoza, F., Inés, C., & Ligardo, M, 2016. Elaboración y caracterización fisicoquímica de un vino joven de fruta de borojó (*B patinoi* Cuatrec). *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 27(52), 507–519.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de etanol y metanol del tratamiento 4 (repetición 1), realizado en el laboratorio del CITEagroindustrial ICA.

|  | | CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293.2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú. TELEFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224, E.MAIL: citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|------------------|-----------|--------|------------------|-----|-----|-------------|---------|----------------|-------|------------------------|
| LABORATORIO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS | | | | | | | | | | | | | | | |
| INFORME DE ENSAYO N°019 LAB/19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre del Solicitante: LIZ JANET CACERES PUMA Dirección: ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA MZ B LOTE 10 - PUERTO MALDONADO - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DE LA MUESTRA | | | | | | | | | | | | | | | |
| Código de la Muestra: 8967 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre de la Muestra: Vino de la Variedad Copoazu <small>(Información proporcionada por el Solicitante)</small> | | | | | | | | | | | | | | | |
| Identificación y Estado: 01 muestra conformada por 01 botellas de vidrio de 750 mL. Identificada como "M-10" <small>(Información proporcionada por el Solicitante)</small> | | | | | | | | | | | | | | | |
| Marca: No indica | | Fecha de Muestreo: 15.11.2018 <small>(Información proporcionada por el Solicitante)</small> | | | | | | | | | | | | | |
| Lugar del Muestreo: No indica <small>(Información proporcionada por el Solicitante)</small> | | Fecha de Recepción de la Muestra: 08.01.2019 | | | | | | | | | | | | | |
| Muestreado por: No indica <small>(Información proporcionada por el Solicitante)</small> | | Fecha de Ejecución del Ensayo: 16.01.2019 | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Determinación</th> <th style="width: 20%;">Unidad de medida</th> <th style="width: 20%;">Resultado</th> <th style="width: 30%;">Método</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grado alcohólico</td> <td>°GL</td> <td style="text-align: center;">7.1</td> <td>Destilación</td> </tr> <tr> <td>Metanol</td> <td>mg/100 mL A.A.</td> <td style="text-align: center;">10.95</td> <td>Cromatografía de Gases</td> </tr> </tbody> </table> | | | | Determinación | Unidad de medida | Resultado | Método | Grado alcohólico | °GL | 7.1 | Destilación | Metanol | mg/100 mL A.A. | 10.95 | Cromatografía de Gases |
| Determinación | Unidad de medida | Resultado | Método | | | | | | | | | | | | |
| Grado alcohólico | °GL | 7.1 | Destilación | | | | | | | | | | | | |
| Metanol | mg/100 mL A.A. | 10.95 | Cromatografía de Gases | | | | | | | | | | | | |
| Condiciones ambientales del ensayo: Temperatura ambiente 25°C | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONDICIONES DEL INFORME | | FIRMA | | | | | | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Los resultados obtenidos se refieren únicamente a la muestra analizada. • Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio. • Los resultados del ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. | |   E. Anchante Responsable del Laboratorio de Alimentos y Bebidas Ing. Ely Anchante Fecha de Emisión del Informe: 17.01.2019 | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Laboratorio del CITEagroindustrial Ica

Anexo 2. Análisis de etanol y metanol del tratamiento 4 (repetición 2),
realizado en el laboratorio del CITEagroindustrial ICA

|  | CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293.2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú. TELEFONO (056)406056 TELEFAX (056)406224. E.MAIL: citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|------------------|-----------|--------|------------------|-----|-----|-------------|---------|----------------|-------|------------------------|
| | LABORATORIO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS | | | | | | | | | | | | | | |
| INFORME DE ENSAYO N°020 LAB/19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre del Solicitante: LIZ JANET CACERES PUMA Dirección: ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA MZ B LOTE 10 - PUERTO MALDONADO - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DE LA MUESTRA | | | | | | | | | | | | | | | |
| Código de la Muestra: 9769 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre de la Muestra: Vino de la Variedad Copoazu <small>(Información proporcionada por el Solicitante)</small> | | | | | | | | | | | | | | | |
| Identificación y Estado: 01 muestra conformada por 01 botellas de vidrio de 750 mL. Identificada como "M-11" <small>(Información proporcionada por el Solicitante)</small> | | | | | | | | | | | | | | | |
| Marca: No indica | | Fecha de Muestreo: 15.11.2018 <small>(Información proporcionada por el Solicitante)</small> | | | | | | | | | | | | | |
| Lugar del Muestreo: No indica <small>(Información proporcionada por el Solicitante)</small> | | Fecha de Recepción de la Muestra: 08.01.2019 | | | | | | | | | | | | | |
| Muestreado por: No indica <small>(Información proporcionada por el Solicitante)</small> | | Fecha de Ejecución del Ensayo: 16.01.2019 | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Determinación</th> <th style="width: 20%;">Unidad de medida</th> <th style="width: 20%;">Resultado</th> <th style="width: 30%;">Método</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grado alcohólico</td> <td>°GL</td> <td style="text-align: center;">6.8</td> <td>Destilación</td> </tr> <tr> <td>Metanol</td> <td>mg/100 mL A.A.</td> <td style="text-align: center;">10.85</td> <td>Cromatografía de Gases</td> </tr> </tbody> </table> | | | | Determinación | Unidad de medida | Resultado | Método | Grado alcohólico | °GL | 6.8 | Destilación | Metanol | mg/100 mL A.A. | 10.85 | Cromatografía de Gases |
| Determinación | Unidad de medida | Resultado | Método | | | | | | | | | | | | |
| Grado alcohólico | °GL | 6.8 | Destilación | | | | | | | | | | | | |
| Metanol | mg/100 mL A.A. | 10.85 | Cromatografía de Gases | | | | | | | | | | | | |
| Condiciones ambientales del ensayo: Temperatura ambiente 25°C | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONDICIONES DEL INFORME | | FIRMA | | | | | | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Los resultados obtenidos se refieren únicamente a la muestra analizada. • Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio. • Los resultados del ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. | |  Responsable del Laboratorio de Alimentos y Bebidas Ing. Ely Anchante Fecha de Emisión del Informe: 17.01.2019 | | | | | | | | | | | | | |
| Código: SIG-PG-02-R07 | | Versión: 03 | | | | | | | | | | | | | |
| | | Fecha: 17-01-2019 | | | | | | | | | | | | | |


Fuente: Laboratorio del CITEagroindustrial Ica

Anexo 3. Análisis de etanol y metanol del tratamiento 4 (repetición 2), realizado en el laboratorio del CITEagroindustrial ICA.

|  | CENTRO DE INNOVACION PRODUCTIVA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA AGROINDUSTRIAL ICA Panamericana Sur Km. 293.2, Distrito Salas – Guadalupe Ica – Perú. TELEFONO (056)408058 TELEFAX (056)405224, E.MAIL: citeagroindustrial@citeagroindustrial.com.pe | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|------------------|-----------|--------|------------------|-----|-----|-------------|---------|----------------|-------|------------------------|
| | LABORATORIO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS | | | | | | | | | | | | | | |
| INFORME DE ENSAYO N°021 LAB/19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre del Solicitante: LIZ JANET CACERES PUMA Dirección: ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA MZ B LOTE 10 - PUERTO MALDONADO - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| DATOS DE LA MUESTRA | | | | | | | | | | | | | | | |
| Código de la Muestra: 6165 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre de la Muestra: Vino de la Variedad Copoazu <small>(Información proporcionada por el Solicitante)</small> | | | | | | | | | | | | | | | |
| Identificación y Estado: 01 muestra conformada por 01 botellas de vidrio de 750 mL. Identificada como "M-12" <small>(Información proporcionada por el Solicitante)</small> | | | | | | | | | | | | | | | |
| Marca: No indica <small>(Información proporcionada por el Solicitante)</small> | | Fecha de Muestreo: 15.11.2018 <small>(Información proporcionada por el Solicitante)</small> | | | | | | | | | | | | | |
| Lugar del Muestreo: No indica <small>(Información proporcionada por el Solicitante)</small> | | Fecha de Recepción de la Muestra: 08.01.2019 | | | | | | | | | | | | | |
| Muestreado por: No indica <small>(Información proporcionada por el Solicitante)</small> | | Fecha de Ejecución del Ensayo: 16.01.2019 | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Determinación</th> <th style="width: 20%;">Unidad de medida</th> <th style="width: 20%;">Resultado</th> <th style="width: 30%;">Método</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grado alcohólico</td> <td>°GL</td> <td style="text-align: center;">6.5</td> <td>Destilación</td> </tr> <tr> <td>Metanol</td> <td>mg/100 mL A.A.</td> <td style="text-align: center;">11.09</td> <td>Cromatografía de Gases</td> </tr> </tbody> </table> | | | | Determinación | Unidad de medida | Resultado | Método | Grado alcohólico | °GL | 6.5 | Destilación | Metanol | mg/100 mL A.A. | 11.09 | Cromatografía de Gases |
| Determinación | Unidad de medida | Resultado | Método | | | | | | | | | | | | |
| Grado alcohólico | °GL | 6.5 | Destilación | | | | | | | | | | | | |
| Metanol | mg/100 mL A.A. | 11.09 | Cromatografía de Gases | | | | | | | | | | | | |
| Condiciones ambientales del ensayo: Temperatura ambiente 25°C | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONDICIONES DEL INFORME | | FIRMA | | | | | | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Los resultados obtenidos se refieren únicamente a la muestra analizada. Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio. Los resultados del ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. | |  E. Anchante Responsable del Laboratorio de Alimentos y Bebidas Ing. Ely Anchante Fecha de Emisión del Informe: 17.01.2019 | | | | | | | | | | | | | |
| Código: SIG-PG-02-R07 | | Versión: 03 | | | | | | | | | | | | | |
| | | Fecha: 17-01-2019 | | | | | | | | | | | | | |


Fuente: Laboratorio del CITEagroindustrial Ica

Anexo 4. Análisis sensorial del tratamiento 4 (repetición 1), realizado en el laboratorio del CITEagroindustrial ICA.

|  <small>CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA AGROINDUSTRIAL</small> <small>Desarrollo y Procesamiento Agroindustrial</small> | | FORMATO | | | | Código | DPA-PO-36-R07 | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------|------------------|---------------|-----------------|------------------------------|
| | | Análisis Organolépticos | | | | Versión | 2 | | |
| | | | | | | Página | 1 de 2 | | |
| | | | | | | Fecha | 21-01-2019 | | |
| DATOS SEGUN ETIQUETA | | | | | | | | | |
| Nombre: | LIZ JANET CACERES PUMA | | | Código de la Muestra: | 8967 | | | | |
| Fecha: | 21/01/2019 | | | Tipo de Bebida Alcohólica: | Vino de Copoazu | | | | |
| Cepa: | Copoazú | | | Grado Alcohólico: | | | | | |
| Origen: | | | | Otros | | | | | |
| CARACTERÍSTICAS DE ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS | | | | | | | | | |
| COLOR | Pisco: | Amarillentos | | Ambarinos, Cereza | | Tonos verdes | | Incoloro | |
| | Vinos Tinto: | Teja | | Carmesi, Salmon | | Purpura | | Violáceo | |
| | Vino Rosado: | Frambuesa | | Rosa, Franco Claro | | Rosa claro | | Piel de cebolla | |
| | Vino Blanco: COPOAZU | Ambar | | Dorado | X | Pálido | | Verdoso | |
| APARIENCIA | Limpidez: | Lechoso con partículas | | Turbio | | Opalescente | X | Limpido | |
| | Brillo: | Apagado | X | Brillante | | Brillante | | Muy brillante | |
| OLFATO | Primera Impresión: | Defectuoso | X | Neutro | | Agradable | | | |
| | Alcohol: | Débil | X | alcoholizado | | Muy alcoholizado | | Equilibrado | |
| | Aromas | Intensidad: | Baja | | Moderada | | Media | | Alta X |
| | | Tipo: | Terciario | | Secundario | | Primario | X | |
| | | Descriptor: | Oxidado, Aceitoso | | Quimico | | Vegetal | | Olor dulce, floral, frutal X |
| Armonia: | Desequilibrado | X | Armonico | | | | | | |
| GUSTATIVO | Alcohol: | Quemante | | Generoso | | Cálido | X | | |
| | Aromas en Boca | Intensidad: | Baja | | Moderada | X | Media | | Alta |
| | | Tipo: | Terciario | | Secundario | | Primario | X | |
| | | Descriptor: | Oxidado, aceitoso | | Quimico | | Vegetal | | Olor dulce, floral, frutal X |
| | Equilibrio | Desequilibrado | X | Equilibrado | | | | | |
| | Sensaciones Táctiles: | Irritante | | Muy seco | | Untuoso, seco | X | Sedoso | |
| Persistencia: | Corto | X | Moderado | | Medio | | Largo | | |
| APRECIACION FINAL: | Muy malo | | Regular | X | Bueno | | Excelente | | |
| Comentarios: En vista dorado, opalescente y apagado, en nariz aromas primarios y a sulfuroso, notas a cacao, alcohol debil, intensidad alta, en boca intensidad moderada, en boca alcohol cálido, persistencia corta, acidez alta, desequilibrado, dulce y bajo en alcohol, ligeramente aguado. Presencia de CO2 no esta estable el producto. | | | | | | | | | |


Fuente: Laboratorio del CITEagroindustrial Ica

Anexo 5. Análisis sensorial del tratamiento 4 (repetición 2), realizado en el laboratorio del CITEagroindustrial ICA.

|  <small>CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA AGROINDUSTRIAL</small> <small>Desarrollo y Procesamiento Agroindustrial</small> | | FORMATO | | | | Código | DPA-PO-36-R07 | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------|------------------|---------------|-----------------|------------------------------|
| | | Análisis Organolépticos | | | | Versión | 2 | | |
| | | | | | | Página | 1 de 2 | | |
| | | | | | | Fecha | 21-01-2019 | | |
| DATOS SEGÚN ETIQUETA | | | | | | | | | |
| Nombre: | LIZ JANET CACERES PUMA | | | Código de la Muestra: | 9769 | | | | |
| Fecha: | 21/01/2019 | | | Tipo de Bebida Alcohólica: | Vino de Copoazu | | | | |
| Cepa: | Copoazú | | | Grado Alcohólico: | | | | | |
| Origen: | | | | Otros | | | | | |
| CARACTERÍSTICAS DE ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS | | | | | | | | | |
| COLOR | Pisco: | Amarillentos | | Ambarinos, Cereza | | Tonos verdes | | Incoloro | |
| | Vinos Tinto: | Teja | | Carmesi, Salmon | | Purpura | | Violaceo | |
| | Vino Rosado: | Frambuesa | | Rosa, Franco Claro | | Rosa claro | | Piel de cebolla | |
| | Vino Blanco: COPOAZU | Ambar | | Dorado | X | Pálido | | Verdoso | |
| APARIENCIA | Limpidez: | Lechoso con partículas | | Turbio | | Opalescente | X | Limpido | |
| | Brillo: | Apagado | X | Brillante | | Brillante | | Muy brillante | |
| OLFATO | Primera Impresión: | Defectuoso | | Neutro | | Agradable | X | | |
| | Alcohol: | Débil | X | alcoholizado | | Muy alcoholizado | | Equilibrado | |
| | Aromas | Intensidad: | Baja | | Moderada | | Media | X | Alta |
| | | Tipo: | Terciario | | Secundario | | Primario | X | |
| | | Descriptor: | Oxidado, Aceitoso | | Químico | | Vegetal | | Olor dulce, floral, frutal X |
| Armonía: | Desequilibrado | X | Armonico | | | | | | |
| GUSTATIVO | Alcohol: | Quemante | | Generoso | | Cálido | X | | |
| | Aromas en Boca | Intensidad: | Baja | | Moderada | X | Media | | Alta |
| | | Tipo: | Terciario | | Secundario | | Primario | X | |
| | | Descriptor: | Oxidado, aceitoso | | Químico | | Vegetal | | Olor dulce, floral, frutal X |
| | Equilibrio | Desequilibrado | X | Equilibrado | | | | | |
| | Sensaciones Táctiles: | Irritante | | Muy seco | | Untuoso, seco | X | Sedoso | |
| Persistencia: | Corto | X | Moderado | | Medio | | Largo | | |
| APRECIACION FINAL: | Muy malo | | Regular | X | Bueno | | Excelente | | |
| Comentarios: | | | | | | | | | |
| <p>En vista dorado, opalescente y apagado, en nariz aromas primarios y a sulfuroso, notas a cacao, alcohol debil, intensidad media, en boca intensidad moderada, en boca alcohol cálido, persistencia corta, acidez media, desequilibrado, dulce y bajo en alcohol. Presencia de CO2 no esta estable el producto.</p> | | | | | | | | | |

Fuente: Laboratorio del CITEagroindustrial Ica

Anexo 6. Análisis sensorial del tratamiento 4 (repetición 3), realizado en el laboratorio del CITEagroindustrial ICA.

|  <small>CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA AGROINDUSTRIAL</small> <small>Desarrollo y Procesamiento Agroindustrial</small> | | FORMATO | | | | Código | DPA-PO-36-R07 | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|------------|------------------|---------------|-----------------|----------------------------|---|
| | | Análisis Organolépticos | | | | Versión | 2 | | | |
| | | | | | | Página | 1 de 2 | | | |
| | | | | | | Fecha | 21-01-2019 | | | |
| DATOS SEGUN ETIQUETA | | | | | | | | | | |
| Nombre: | LIZ JANET CACERES PUMA | | Código de la Muestra: | 6165 | | | | | | |
| Fecha: | 21/01/2019 | | Tipo de Bebida Alcohólica: | Vino de Copoazu | | | | | | |
| Cepa: | Copoazú | | Grado Alcohólico: | | | | | | | |
| Origen: | | | Otros | | | | | | | |
| CARACTERÍSTICAS DE ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS | | | | | | | | | | |
| COLOR | Pisco: | Amarillentos | | Ambarinos, Cereza | | Tonos verdes | | Incoloro | | |
| | Vinos Tinto: | Teja | | Carmesi, Salmon | | Purpura | | Violaceo | | |
| | Vino Rosado: | Frambuesa | | Rosa, Franco Claro | | Rosa claro | | Piel de cebolla | | |
| | Vino Blanco: COPOAZU | Ambar | | Dorado | X | Pálido | | Verdoso | | |
| APARIENCIA | Limpidez: | Lechoso con partículas | | Turbio | | Opalescente | X | Limpido | | |
| | Brillo: | Apagado | X | Brillante | | Brillante | | Muy brillante | | |
| OLFATO | Primera Impresión: | Defectuoso | | Neutro | | Agradable | X | | | |
| | Alcohol: | Débil | X | alcoholizado | | Muy alcoholizado | | Equilibrado | | |
| | Aromas | Intensidad: | Baja | | Moderada | | Media | X | Alta | |
| | | Tipo: | Terciario | | Secundario | X | Primario | X | | |
| | | Descriptor: | Oxidado, Aceitoso | | Químico | | Vegetal | | Olor dulce, floral, frutal | X |
| Armonia: | Desequilibrado | X | Armonico | | | | | | | |
| GUSTATIVO | Alcohol: | Quemante | | Generoso | | Cálido | X | | | |
| | Aromas en Boca | Intensidad: | Baja | | Moderada | X | Media | | Alta | |
| | | Tipo: | Terciario | | Secundario | | Primario | X | | |
| | | Descriptor: | Oxidado, aceitoso | | Químico | | Vegetal | | Olor dulce, floral, frutal | X |
| | Equilibrio | Desequilibrado | X | Equilibrado | | | | | | |
| | Sensaciones Tactiles: | Irritante | | Muy seco | | Untuoso, seco | X | Sedoso | | |
| Persistencia: | Corto | X | Moderado | | Medio | | Largo | | | |
| APRECIACION FINAL: | Muy malo | | | Regular | X | Bueno | | Excelente | | |
| Comentarios: En vista dorado, opalescente y apagado, en nariz aromas primarios, secundarios y a sulfuroso, notas a cacao, alcohol debil, intensidad media, en boca intensidad moderada, en boca alcohol cálido, persistencia corta, acidez media, desequilibrado, dulce y bajo en alcohol. Presencia de CO2 no esta estable el producto. ligero amargor y efervescencia. | | | | | | | | | | |

Fuente: Laboratorio del CITEagroindustrial Ica

Anexo 7. Análisis estadístico de la evaluación sensorial del vino de copoazú

Tabla 25. Prueba de Kruskal-Wallis: Color del vino vs, Tratamientos

| Estadística descriptiva | | | | |
|--------------------------------|----------|----------------|--------------------------------|----------------|
| Tratamiento | N | Mediana | Clasificación de medias | Valor Z |
| T1 | 3 | 3 | 4 | -1,39 |
| T2 | 3 | 3 | 4 | -1,39 |
| T3 | 3 | 4 | 8 | 0,83 |
| T4 | 3 | 4 | 10 | 1,94 |
| General | 12 | | 6,5 | |

| Prueba | | | |
|--------------------------|----------------------------------------------------|----------------|----------------|
| Hipótesis nula | H ₀ : Todas las medianas son iguales | | |
| Hipótesis alterna | H ₁ : Al menos una mediana es diferente | | |
| Método | GL | Valor H | Valor p |
| No ajustado para empates | 3 | 6,23 | 0,101 |
| Ajustado para empates | 3 | 8,49 | 0,037 |

Fuente: Elaboración propia (2020)

Tabla 26. Prueba de Kruskal-Wallis: Apariencia-limpidez vs, Tratamientos

| Estadística descriptiva | | | | |
|--------------------------------|----------|----------------|--------------------------------|----------------|
| Tratamiento | N | Mediana | Clasificación de medias | Valor Z |
| T1 | 3 | 3 | 6,5 | 0 |
| T2 | 3 | 3 | 6,5 | 0 |
| T3 | 3 | 3 | 6,5 | 0 |
| T4 | 3 | 3 | 6,5 | 0 |
| General | 12 | | 6,5 | |

| Prueba | | | |
|--------------------------|----------------------------------------------------|----------------|----------------|
| Hipótesis nula | H ₀ : Todas las medianas son iguales | | |
| Hipótesis alterna | H ₁ : Al menos una mediana es diferente | | |
| Método | GL | Valor H | Valor p |
| No ajustado para empates | 3 | 0 | 1 |
| Ajustado para empates | 3 | * | * |

Fuente: Elaboración propia (2020)

Tabla 27. Prueba de Kruskal-Wallis: Apariencia-brillo vs, Tratamientos

| Estadística descriptiva | | | | |
|--------------------------------|----------|----------------|--------------------------------|----------------|
| Tratamiento | N | Mediana | Clasificación de medias | Valor Z |
| T1 | 3 | 1 | 7,5 | 0,55 |
| T2 | 3 | 1 | 7,5 | 0,55 |
| T3 | 3 | 1 | 5,5 | -0,55 |
| T4 | 3 | 1 | 5,5 | -0,55 |
| General | 12 | | 6,5 | |

| Prueba | | | |
|--------------------------|----------------------------------------------------|----------------|----------------|
| Hipótesis nula | H ₀ : Todas las medianas son iguales | | |
| Hipótesis alterna | H ₁ : Al menos una mediana es diferente | | |
| Método | GL | Valor H | Valor p |
| No ajustado para empates | 3 | 0,92 | 0,82 |
| Ajustado para empates | 3 | 2,2 | 0,532 |

Fuente: Elaboración propia (2020)

Tabla 28. Prueba de Kruskal-Wallis: Olfato-alcohol

| Estadística descriptiva | | | | |
|--------------------------------|----------|----------------|--------------------------------|----------------|
| Tratamiento | N | Mediana | Clasificación de medias | Valor Z |
| T1 | 3 | 4 | 8 | 0,83 |
| T2 | 3 | 4 | 10 | 1,94 |
| T3 | 3 | 1 | 4 | -1,39 |
| T4 | 3 | 1 | 4 | -1,39 |
| General | 12 | | 6,5 | |

| Prueba | | | |
|--------------------------|----------------------------------------------------|----------------|----------------|
| Hipótesis nula | H ₀ : Todas las medianas son iguales | | |
| Hipótesis alterna | H ₁ : Al menos una mediana es diferente | | |
| Método | GL | Valor H | Valor p |
| No ajustado para empates | 3 | 6,23 | 0,101 |
| Ajustado para empates | 3 | 8,49 | 0,037 |

Fuente: Elaboración propia (2020)

Tabla 29. Prueba de Kruskal-Wallis: Olfato-Intensidad de aroma

| Estadística descriptiva | | | | |
|--------------------------------|----------|----------------|--------------------------------|----------------|
| Tratamiento | N | Mediana | Clasificación de medias | Valor Z |
| T1 | 3 | 4 | 7,5 | 0,55 |
| T2 | 3 | 4 | 7,5 | 0,55 |
| T3 | 3 | 1 | 7,5 | 0,55 |
| T4 | 3 | 1 | 3,5 | -1,66 |
| General | 12 | | 6,5 | |

| Prueba | | | |
|--------------------------|----------------------------------------------------|----------------|----------------|
| Hipótesis nula | H ₀ : Todas las medianas son iguales | | |
| Hipótesis alterna | H ₁ : Al menos una mediana es diferente | | |
| Método | GL | Valor H | Valor p |
| No ajustado para empates | 3 | 2,77 | 0,429 |
| Ajustado para empates | 3 | 6,6 | 0,086 |

Fuente: Elaboración propia (2020)

Tabla 30. Prueba de Kruskal-Wallis: Olfato-Descriptor de aroma

| Estadística descriptiva | | | | |
|--------------------------------|----------|----------------|--------------------------------|----------------|
| Tratamiento | N | Mediana | Clasificación de medias | Valor Z |
| T1 | 3 | 4 | 6,5 | 0 |
| T2 | 3 | 4 | 6,5 | 0 |
| T3 | 3 | 1 | 6,5 | 0 |
| T4 | 3 | 1 | 6,5 | 0 |
| General | 12 | | 6,5 | |

| Prueba | | | |
|--------------------------|----------------------------------------------------|----------------|----------------|
| Hipótesis nula | H ₀ : Todas las medianas son iguales | | |
| Hipótesis alterna | H ₁ : Al menos una mediana es diferente | | |
| Método | GL | Valor H | Valor p |
| No ajustado para empates | 3 | 0 | 1 |
| Ajustado para empates | 3 | * | * |

Fuente: Elaboración propia (2020)

Tabla 31. Prueba de Kruskal-Wallis: Gusto-Alcohol

| Estadística descriptiva | | | | |
|--------------------------------|----------|----------------|--------------------------------|----------------|
| Tratamiento | N | Mediana | Clasificación de medias | Valor Z |
| T1 | 3 | 2 | 4,5 | -1,11 |
| T2 | 3 | 2 | 4,5 | -1,11 |
| T3 | 3 | 3 | 8,5 | -1,11 |
| T4 | 3 | 3 | 8,5 | -1,11 |
| General | 12 | | 6,5 | |

| Prueba | | | |
|--------------------------|----------------------------------------------------|----------------|----------------|
| Hipótesis nula | H ₀ : Todas las medianas son iguales | | |
| Hipótesis alterna | H ₁ : Al menos una mediana es diferente | | |
| Método | GL | Valor H | Valor p |
| No ajustado para empates | 3 | 3,69 | 0,297 |
| Ajustado para empates | 3 | 5,5 | 0,039 |

Fuente: Elaboración propia (2020)

Tabla 32. Prueba de Kruskal-Wallis: Gusto-Intensidad de aroma en boca

| Estadística descriptiva | | | | |
|--------------------------------|----------|----------------|--------------------------------|----------------|
| Tratamiento | N | Mediana | Clasificación de medias | Valor Z |
| T1 | 3 | 2 | 8 | 0,83 |
| T2 | 3 | 2 | 8 | 0,83 |
| T3 | 3 | 3 | 8 | 0,83 |
| T4 | 3 | 3 | 2 | -2,5 |
| General | 12 | | 6,5 | |

| Prueba | | | |
|--------------------------|----------------------------------------------------|----------------|----------------|
| Hipótesis nula | H ₀ : Todas las medianas son iguales | | |
| Hipótesis alterna | H ₁ : Al menos una mediana es diferente | | |
| Método | GL | Valor H | Valor p |
| No ajustado para empates | 3 | 6,23 | 0,101 |
| Ajustado para empates | 3 | 11 | 0,012 |

Fuente: Elaboración propia (2020)

Tabla 33. Prueba de Kruskal-Wallis: Gusto-Descriptor de aroma en boca

| Estadística descriptiva | | | | |
|--------------------------------|----------|----------------|--------------------------------|----------------|
| Tratamiento | N | Mediana | Clasificación de medias | Valor Z |
| T1 | 3 | | 6,5 | 0 |
| T2 | 3 | | 6,5 | 0 |
| T3 | 3 | | 6,5 | 0 |
| T4 | 3 | | 6,5 | 0 |
| General | 12 | | 6,5 | |

| Prueba | |
|-------------------|----------------------------------------------------|
| Hipótesis nula | H ₀ : Todas las medianas son iguales |
| Hipótesis alterna | H ₁ : Al menos una mediana es diferente |

| Método | GL | Valor H | Valor p |
|--------------------------|-----------|----------------|----------------|
| No ajustado para empates | 3 | 0 | 1 |
| Ajustado para empates | 3 | * | * |

Fuente: Elaboración propia (2020)

Tabla 34. Prueba de Kruskal-Wallis: Gusto-Sensaciones táctiles

| Estadística descriptiva | | | | |
|--------------------------------|----------|----------------|--------------------------------|----------------|
| Tratamiento | N | Mediana | Clasificación de medias | Valor Z |
| T1 | 3 | 3 | 6,5 | 0 |
| T2 | 3 | 3 | 6,5 | 0 |
| T3 | 3 | 3 | 6,5 | 0 |
| T4 | 3 | 3 | 6,5 | 0 |
| General | 12 | | 6,5 | |

| Prueba | |
|-------------------|----------------------------------------------------|
| Hipótesis nula | H ₀ : Todas las medianas son iguales |
| Hipótesis alterna | H ₁ : Al menos una mediana es diferente |

| Método | GL | Valor H | Valor p |
|--------------------------|-----------|----------------|----------------|
| No ajustado para empates | 3 | 0 | 1 |
| Ajustado para empates | 3 | * | * |

Fuente: Elaboración propia (2020)

Tabla 35. Prueba de Kruskal-Wallis: Gusto-Persistencia

| Estadística descriptiva | | | | |
|--------------------------------|----------|----------------|--------------------------------|----------------|
| Tratamiento | N | Mediana | Clasificación de medias | Valor Z |
| T1 | 3 | 2 | 8 | 0,83 |
| T2 | 3 | 2 | 10 | 1,94 |
| T3 | 3 | 1 | 4 | -1,39 |
| T4 | 3 | 1 | 4 | -1,39 |
| General | 12 | | 6,5 | |

| Prueba | | | |
|--------------------------|----------------------------------------------------|----------------|----------------|
| Hipótesis nula | H ₀ : Todas las medianas son iguales | | |
| Hipótesis alterna | H ₁ : Al menos una mediana es diferente | | |
| Método | GL | Valor H | Valor p |
| No ajustado para empates | 3 | 6,23 | 0,101 |
| Ajustado para empates | 3 | 8,49 | 0,037 |

Fuente: Elaboración propia (2020)

Anexo 8. Frutos de copoazú (A y B), fruto sin cáscara (C), pulpa congelada (D) y vino de copoazú (E).



Anexo 9. Fermentación de los 4 tratamientos con sus respectivas repeticiones



Anexo 9. Activación de la levadura *Sacharomyces cerevisiae*, previa inoculación al mosto.



Anexo 10. Hidratación de la bentonita granular, previa clarificación



Anexo 11. Análisis de °Brix durante la fermentación alcohólica.

