



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Evaluación fisicoquímica y organoléptica de
vino de Pitahaya (*Hylocereus undatus*), en
Portoviejo-Ecuador, durante los meses de
junio a septiembre del 2022**

Autor

Br. Jannell Misael Moraga Vivas

Asesora

MSc. Karla Elisabeth Dávila

**Managua, Nicaragua
Enero, 2023**



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Evaluación fisicoquímica y organoléptica de
vino de Pitahaya (*Hylocereus undatus*), en
Portoviejo-Ecuador, durante los meses de
junio a septiembre del 2022**

Autor

Br. Jannell Misael Moraga Vivas

Asesora

MSc. Karla Elisabeth Dávila

Presentado a la consideración del Honorable Comité
Evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero en Agroindustria de los Alimentos

**Managua, Nicaragua
Enero, 2023**

Hoja de aprobación del Comité Evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero en Agroindustria de los Alimentos

Miembros del Comité Evaluador

MSc. Claudio Benito Pichardo
Presidente

MSc. José Leonardo Rodríguez
Secretario

Lic. María José Álvarez
Vocal

Lugar y Fecha: Sala Magna, Facultad de Agronomía, 17 de enero del 2023

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de culminación de estudios, primeramente, a **Dios** por otorgarme el don de la vida, las bendiciones que me ha permitido a lo largo de ella, el goce de salud, entendimiento, comprensión y sabiduría para poder desarrollarme en ella.

A mis padres: **Brunette del Socorro Vivas Miranda** y **José Manuel Moraga Flores**, por su amor, confianza, acompañamiento, apoyo incondicional, arduo sacrificio, permanente dedicación y eterno esfuerzo por brindarme lo que fuese necesario para permitirme llegar a donde estoy hoy en día, y hacia donde llegue el día de mañana.

A mi hermano: **José Manuel**, por ser mi guía y consejero, por mostrarme a través de su vida y experiencias el camino que debí seguir en todo momento, indicar mis errores y ayudarme a superarlos, por escucharme siempre que requerí de ello, hacerme saber lo orgulloso que se ha sentido por mí, por confiar en mí, cuidar de mí y creer en mí.

A mi tía abuela **Ileana Vivas**, por ser mi segunda madre, por estar conmigo desde mi infancia, e incluso durante los primeros años de mi carrera profesional, permitiéndome vivir con ella una vez más, por todas las dificultades que pasamos juntos y siempre me orientó a confiar en Dios.

A mi novia y mejor amiga: **Alany Escalante**, por todo el amor brindado, por ser mi fuente de inspiración y motivación, por guiarme, escucharme, aconsejarme, aliviar mis cargas, cuidar y sanar mis heridas, por ayudarme a sobrellevar mis miedos, inseguridades y fortalecer mis virtudes, por mantenerme enfocado en alcanzar mis metas, por resguardarme y defenderme, por estar siempre a mi lado para levantarme cada vez que caí, y levantar mi rostro con orgullo.

A mis mejores amigos: **Franklin Silva** y **Geraldo Campos**, por ser mis hermanos de otras madres, por enseñarme tanto de la vida por medio de las suyas, por crecer conmigo, por lucharla a mi lado, por corregirme, por acompañarme, por cada momento, gesto, regaño y abrazo, por las veces que compartimos, reímos, bromeamos, jugamos, sufrimos y lamentamos, por la confianza que depositaron en mí, y las veces que se sentaron a escuchar lo que tenía por decir.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a **Dios**, por la dicha de haberme permitido iniciar y culminar mis estudios profesionales, por haberme llenado de bendiciones y fortaleza para poder sobrellevar los obstáculos que surgieron a lo largo de este tiempo. Toda la honra y gloria es a ti.

De manera especial, agradezco a mis familiares en general y a la familia **Escalante Aguilera** por depositar tanto cariño, amor y muchas palabras de aliento que me motivaron durante el desarrollo y culminación de mis estudios, al igual que del trabajo de investigación.

Quiero agradecer a la empresa **Agroindustrial La Felipa S.A**, a cada uno de sus integrantes, por brindarme la oportunidad de desarrollar esta tesis, viajar hasta el hermano país de Ecuador y hacerme sentir como en casa, por confiar en mí el inicio de un nuevo proyecto para la empresa, así mismo, infinitamente agradecido con la familia **Velez** por abrirme las puertas de su hogar durante la estancia, cuidar siempre de mí y cálidamente hacerme sentir parte de una gran familia que busca potenciar la mejor versión de cada uno de sus cercanos.

Totalmente agradecido con mi maestra y asesora **MSc. Karla Elisabeth Dávila**, a quien valoro tanto, quien a lo largo de mi carrera universitaria ha sido más que una docente, ha sido como una madre dentro y fuera del salón de clases, dándome consejos, apoyándome en todo lo que estuviese a su alcance, siendo con quien interioricé aspectos de mi vida personal y profesional.

De manera personal, quiero agradecer a mis maestros durante estos años en la carrera, en especial a: **Ing. Tomasa Hernández, Ing. María Nelly Salazar, MSc. Claudio Pichardo y Lic. Alba Luz Rodríguez**, por ser quienes entregaron más de sí mismos en mi enseñanza y depositaron en mí ese entusiasmo de lograr cada objetivo y superar cada prueba que se presente.

A quienes considero mis amigos: **Ángel Salinas, Brian Suárez, Edgard Ruiz, Erick López, Erickson Cruz, Roger Torres y Walnner García** por siempre darme ánimos y acompañarme durante este largo proceso, quienes han estado ahí para recordarme que la vida no debe de encerrarse en un cuadro y que las pequeñas acciones pueden generar grandes cambios.

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Antecedentes	4
3.2 Generalidades de la Pitahaya	4
3.3 Generalidades de los vinos de fruta	6
3.3.1 Mosto	6
3.3.2 Levaduras vínicas	7
3.3.3 Clarificación de los vinos	7
3.3.4 Clasificación de los vinos	9
3.4 Características Fisicoquímicas	9
3.5 Características Organolépticas	11
3.5.1 Método de evaluación sensorial	12
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	13
4.1 Ubicación del estudio	13
4.2 Diseño metodológico	13
4.2.1 Desarrollo de formulaciones de vino de pitahaya	14
4.2.2 Evaluación de características fisicoquímicas de mostos y vinos	18
4.2.3 Evaluación de características organolépticas del vino de pitahaya	20
4.3 Variables evaluadas	21

4.3.1 Factores de estudio	21
4.3.2 Tratamientos	21
4.4 Recolección de datos	22
4.5 Análisis de datos	22
4.5.1 Análisis estadístico	22
4.5.2 Prueba de significación	22
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
5.1 Desarrollo de formulaciones de vino de Pitahaya	23
5.1.1 Caracterización de la Pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>)	23
5.1.2 Obtención del vino	24
5.2 Análisis fisicoquímico de mostos macerados y vinos	24
5.2.1 pH en mostos inicial macerado	24
5.2.2 Grados Brix en mosto inicial macerado	25
5.2.3 pH en vino	26
5.2.4 Grados Brix en vino	27
5.2.5 Grados de Alcohol en vino	29
5.3 Análisis organoléptico a través del panel piloto	30
5.3.1 Análisis estadístico del olor	30
5.3.2 Análisis estadístico del color	31
5.3.3 Análisis estadístico del sabor	32
5.3.4 Análisis estadístico de la transparencia	33
VI. CONCLUSIONES	35
VII. RECOMENDACIONES	36
VIII. LITERATURA CITADA	37
IX. ANEXOS	43

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Composición nutricional de 100g de pulpa de Pitahaya	5
2.	Clasificación de los vinos	9
3.	Clasificación de los vinos según contenido de azúcares	9
4.	Codificación y descripción de los tratamientos	22
5.	Mediciones de masa para cálculo de rendimiento	23
6.	Caracterización de Pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>)	24
7.	Datos de pH en mosto inicial macerado	25
8.	Test LSD Fisher para pH en mosto inicial macerado considerando dilución del mosto	25
9.	Mediciones de grados brix en mosto inicial macerado	26
10.	Test LSD Fisher para grados brix en mosto inicial considerando dilución del mosto	26
11.	Mediciones de pH en vinos	27
12.	Test LSD Fisher para pH en vinos considerando dilución del mosto	27
13.	Mediciones de grados brix finales en vinos	28
14.	Test LSD Fisher para grados brix finales en vinos considerando dilución del mosto	28
15.	Mediciones de grado de alcohol en vinos	29
16.	Test LSD Fisher para grados de alcohol en vinos considerando dilución del mosto	29
17.	Test LSD Fisher para puntaje del olor considerando variables	30
18.	Test LSD Fisher para puntaje del color considerando variables	31
19.	Test LSD Fisher para puntaje del sabor considerando variables	32

20.	Test LSD Fisher para puntaje de la transparencia considerando variables
-----	---

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación del estudio	13
2.	Pitahaya (<i>Hylocereus undatus</i>)	15
3.	Exposición de cáscara interna	15
4.	Pulpa, cáscara interna y externa	15
5.	Pulpa estrujada y cáscara licuada	16
6.	Macerado del mosto	16
7.	Filtrado del mosto	17
8.	Ajuste de grados brix en mosto	17
9.	Tanques de fermentación	17
10.	Filtro de papel	18
11.	pHmetro digital	19
12.	Refractómetro digital	19
13.	Sistema de destilación	19
14.	Lectura de grado de alcohol	20
15.	Promedio de puntajes en cuanto al olor	31
16.	Promedio de puntajes en cuanto al color	32
17.	Promedio de puntajes en cuanto al sabor	33
18.	Promedio de puntajes en cuanto a la transparencia	34

INDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Ficha técnica del vino de pitahaya	43
2.	Flujograma de proceso de elaboración del vino	44
3.	Formato de resultados de análisis fisicoquímicos de mostos y vinos	45
4.	Base de datos de pH en mostos	45
5.	Base de datos de pH en vinos	45
6.	Base de datos de grados brix en mostos	46
7.	Base de datos de grados brix en vinos	46
8.	Instrumento de evaluación organoléptica de vino de Pitahaya	47
9.	Instrumento de evaluación organoléptica dada por Somelier	48
10.	Puntaje de las formulaciones según panel piloto	49
11.	Cuadro de análisis de confianza para pH en mosto inicial (SC tipo III)	50
12.	Cuadro de análisis de confianza para grados brix en mosto inicial (SC tipo III)	50
13.	Cuadro de análisis de confianza para pH en vinos (SC tipo III)	50
14.	Test LSD Fisher para pH en vinos considerando variables	50
15.	Cuadro de análisis de confianza para grados brix finales en vinos (SC tipo III)	51
16.	Test LSD Fisher para grados brix finales en vinos considerando variables	51
17.	Cuadro de análisis de confianza para grados de alcohol en vinos (SC tipo III)	51

RESUMEN

En cuatro provincias de Ecuador se cultiva pitahaya (*Hylocereus spp*), la cual exportan como fruta fresca, sin embargo está debe cumplir con estrictos criterios de aceptación y rechazo, lo que conlleva a pérdidas económicas a los productores de este rubro, tal es el caso de la empresa Agroindustrial La Felipa S.A, quienes ante la situación están en busca de diversificar su producción, por tal motivo, el estudio se centró en la elaboración de vinos a partir de pitahaya de la variedad *Hylocereus undatus* tomando como criterios de referencia la Norma Técnica Ecuatoriana, del Instituto Ecuatoriano de Normalización (NTE INEN 374); para esto se establecieron tres diluciones de mosto (4:2, 4:3, y 4:4), además se utilizaron dos agentes clarificantes; se evaluaron las características fisicoquímicas de mostos y vinos respectivamente, determinando: grados brix y pH en mostos iniciales y vinos, y grados de alcohol en vinos. Para identificar el vino con mejores atributos se conformó un panel piloto de tres evaluadores y un Somelier. En cuanto a la caracterización fisicoquímica la dilución de mosto 4:2 registró las mayores lecturas de pH en mosto inicial (3.93 ± 0.01) y en vino (3.94 ± 0.01), en cuanto a los grados brix del mosto inicial fue de 1.22 ± 0.16 °Brix; sin embargo, esta formulación, posterior a los 25 días de fermentación, presentó la menor concentración de azúcar en el mosto final, en cuanto a los grados de alcohol obtuvo 15.92 ± 0.15 , siendo el más alto de las formulaciones. Por otra parte, los agentes clarificantes tuvieron incidencia en las características organolépticas, donde la bentonita sobresalió en comparación a la gelatina en polvo, en cuanto a las diluciones, la relación 4:4 resultó mayormente aceptada por los panelistas en cuanto a color (6.25 ± 0.23), sabor (7.00 ± 0.14) y transparencia (6.75 ± 0.28). Cabe destacar que la dilución al 4:2 fue evaluada con un puntaje de 6.50 ± 0.18 en olor, siendo el puntaje más alto de las formulaciones, y 7.00 ± 0.14 puntos en sabor, igualando a la formulación con la relación 4:4.

Palabras claves: evaluación, análisis, vino de fruta, dilución del mosto, agentes clarificantes.

ABSTRACT

In four provinces of Ecuador, dragon fruit (*Hylocereus spp*) is grown, which is exported as fresh fruit; however, it must meet strict acceptance and rejection criteria, which leads to economic losses for producers of this item, as is the case of the company Agroindustrial La Felipa S.A, who, given the situation, are seeking to diversify their production, for this reason, the research is focused on the production of wines made with dragon fruit of the *Hylocereus undatus* variety, taking as reference criteria the Ecuadorian Technical Standard, from the Ecuadorian Institute for Standardization (NTE INEN 374); for this, three must dilutions were established (4:2, 4:3, and 4:4), in addition, two clarifying agents were used; the physicochemical characteristics of musts and wines were evaluated respectively, determining: Brix degrees and pH in musts and wines and alcohol degrees in wines. In order to identify the wine with the best attributes, a pilot panel of three evaluators and a Somelier was formed. As for the physicochemical characterization, the ratio 4:2 dilution of must registered the highest pH readings in must (3.93 ± 0.01) and in wine (3.94 ± 0.01), in terms of brix degrees of the initial must was 1.22 ± 0.16 ° Brix; however, this formulation, after 25 days of fermentation, presented the lowest concentration of residual sugar in the final must, in terms of alcohol degrees it obtained 15.92 ± 0.15 , being the highest of the formulations. Besides, the clarifying agents had a significant impact on the organoleptic characteristics, where bentonite stood out compared to powdered gelatin, in terms of dilutions, the ratio 4:4 was mostly accepted by the panelists in terms of color (6.25 ± 0.23), flavor (7.00 ± 0.14) and transparency (6.75 ± 0.28). It should be noted that the ratio 4:2 was evaluated with a score of 6.50 ± 0.18 in odor, being the highest score of the formulations, and 7.00 ± 0.14 points in taste, equaling the ratio 4:4.

Keywords: evaluation, analysis, fruit wine, must dilution, clarifying agents.

I. INTRODUCCIÓN

El sector agroindustrial en Ecuador se encuentra en constante desarrollo, durante años se le ha llegado a considerar como el motor no petrolero de la economía nacional, la demanda de productos alimenticios ha sido la causa del crecimiento del sector alimentario, sin embargo, según Baquero y Lucio-Paredes (2010) expresan que el sector agroindustrial de Ecuador ha sufrido “Escasa aplicación de nuevas tecnologías, el limitado desarrollo de productos, empaques y maquinaria, una deficiente integración y organización a nivel de toda la cadena productiva, un aún lento progreso comercial y un heterogéneo nivel de calidad”. (p. 45)

En correspondencia con lo anterior, en Ecuador se cultivan numerosos frutos de diversos orígenes, entre ellos, de la familia de las cactáceas se encuentra la Pitahaya (*Hylocereus spp.*). El Ministerio de Agricultura y Ganadería en el año 2022 registró que “En Ecuador existen 1.528 hectáreas de pitahaya... Las provincias con mayor producción son Morona Santiago, Manabí y Guayas (párr. 3), siendo esta destinada mayormente a la exportación hacia los Estados Unidos, únicamente como fruta fresca; debido a esto, es importante desarrollar productos aprovechando los recursos locales, aportando mayor valor a los frutos, y cumpliendo con las normativas vigentes nacionales.

Con relación al aprovechamiento de esta fruta, Ocaña en el 2017 realizó una tesis en Ecuador, sobre la obtención de vino de pitahaya (*Hylocereus undatus*) evaluando tres tipos de endulzantes, del cual destacó la labor del azúcar, a su vez, recomendó utilizar la cáscara de pitahaya como colorante natural, igualmente propuso “Realizar más trabajos de investigación utilizando el proceso fermentativo como medio para obtener productos secundarios dándole un valor agregado a la utilización de las frutas” (p. 39)

En cuanto a la Pitahaya (*Hylocereus undatus*) de cáscara rosa y pulpa blanca, ha llamado la atención a nivel internacional, gracias a su característico sabor y presentación, sin embargo, los productores de este cultivo y en particular la empresa Agroindustrial La Felipa S.A (AGROFESA), se han visto afectados en su comercialización por las estrictas regulaciones y criterios de calidad del fruto, que las acopiadoras locales han adoptado para cumplir con los requerimientos que les son solicitado para tener el permiso de exportar hacia los Estados Unidos.

Respecto a estas regulaciones, AGROFESA ha tenido problemas de rechazo de envíos a la acopiadora, debido a que algunos frutos presentan daños en la película externa de la cáscara de pitahaya, ese daño es causado por un insecto conocido como Trips, el cual basa mayormente su alimentación en tejido vegetal, pero no es capaz de perforar la cáscara de la fruta, no alcanza a deteriorar o contaminar el interior de esta, sin embargo, sigue siendo considerado como un desperfecto visual, por lo que retornan los cargamentos de pitahaya hacia la plantación, lo que genera cuantiosos daños económicos a la empresa, ya que deben encontrar una alternativa de venta en los mercados locales a un menor precio.

Por lo anteriormente expresado, AGROFESA está en busca de otras opciones de obtener provecho de los frutos de pitahaya, razón por la cual estableció coordinación con la Universidad Nacional Agraria de Nicaragua para desarrollar vino de pitahaya, por tanto, se realizó esta investigación cuya finalidad fue determinar una formulación para el comercio nacional e internacional, que cumpla con los estándares de calidad definidos por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 374, para ello se propuso evaluar diluciones del mosto y dos tipos de agentes clarificantes, los cuales se determinaron mediante pruebas de laboratorio y panel de evaluación sensorial.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar las características fisicoquímicas y organolépticas del vino de Pitahaya (*Hylocereus undatus*) aplicando distintas diluciones de mosto e implementando dos tipos de agentes clarificantes.

2.2 Objetivos específicos

1. Desarrollar tres formulaciones de vino de pitahaya, en base a los requerimientos técnicos de la NTE INEN 374, comparando el efecto de la dilución del mosto y del uso de clarificantes de origen mineral y origen orgánico.
2. Evaluar las características fisicoquímicas en mostos iniciales macerados (grados Brix y pH) y en vinos (grados Brix, pH y grados de alcohol).
3. Identificar la formulación de vino con mejores atributos (color, olor, sabor y transparencia) a través de un panel piloto mediante el método de afectividad.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Antecedentes

En la tesis desarrollada en el 2017 por Ocaña en la Universidad Nacional Agraria del Ecuador, se aprecia un trabajo enfocado a la obtención de un vino de pitahaya roja utilizando tres tipos de endulzantes: azúcar, melaza y panela, en concentraciones del 15 y 20% resultando un arreglo factorial 3 x 2, sometiendo las formulaciones ante un panel compuesto por 30 personas, resultando la formulación seis seleccionada por dicho panel, formulada con 50% agua, 30% fruta y 20% de azúcar y un contenido alcohólico de 6°GL.

Por otro lado, en el año 2011 Zurita en la Universidad Técnica de Cotopaxi Ecuador, dirigió su trabajo de investigación a la elaboración de vino de pitahaya amarilla y carambola, estableciendo tres concentraciones en sus formulaciones y evaluando dos tipos de levadura, considerando variables como °Brix, acidez, pH, grado licoroso; determinando como mejor tratamiento, la formulación con el 75% de jugo de pitahaya, el 25% de jugo de carambola y con la levadura del género *Saccharomyces elipsoideus*, cumpliendo con la mayor parte de la NTE INEN 374.

Por otra parte, en el artículo científico publicado en la revista Fitotecnia Mexicana, con el título Calidad postcosecha de frutos de pitahaya cosechados en tres estados de madurez escrito por Osuna, et al (2011), evaluaron las características físicas de una muestra de 10 pitahayas por cada estado de madurez, considerando la pérdida de peso, color externo y firmeza; las frutas con madurez completa presentaron menor pérdida de peso, color y grados Brix.

3.2 Generalidades de la Pitahaya

La Pitahaya es una fruta considerada exótica, ya sea por su aspecto como por sus atributos, de acuerdo al artículo publicado en el blog de Natursan por Pérez (2016), “Existen dos variedades comestibles de un mismo fruto: la especie amarilla y la roja, aunque las dos pertenecen o proceden de la misma familia. Es originaria de México, Colombia y Centroamérica en general...” (párr. 2)

Con respecto a la descripción de la planta y el fruto mismo, Ocaña (2019), menciona que:

La planta es un cactus rústico, de tallos largos triangulares, cuyos tentáculos buscan las rocas incesantemente por las que sienten una especial predilección, haya tierra cercana o no. El fruto es una baya de forma ovoide, alargada y en algunos casos redonda, que

llega a pesar entre 200 gramos y 400 gramos aproximadamente. La cáscara está compuesta por formaciones salientes llamadas brácteas. (párr. 4)

En cuanto a los beneficios y propiedades del consumo de pitahaya Zanin (2022), expresa que:

La pitahaya es una fruta que aporta diversos beneficios para la salud, como favorecer la pérdida de peso y combatir enfermedades como la osteoporosis, la diabetes y la anemia, así como enfermedades cardíacas y gastrointestinales. Los beneficios de la pitahaya están relacionados con su alto poder antioxidante, pues es rica en polifenoles, vitaminas y minerales que son importantes para proteger al organismo. (párr. 1)

Respecto a la composición de la fruta, el cuadro uno muestra los datos recopilados por diferentes investigadores, de los cuales resalta la diversificación de nutrientes que son aportados, además de enmarcar que el mayor porcentaje es de agua, seguido de carbohidratos entre 11.6 y 13.55%.

Cuadro 1. Composición nutricional de 100g de pulpa de Pitahaya

Componentes	Hylocereus undatus (pulpa blanca y piel rosa)		
	Mercado Silva (2018)	ICBF (2018)	Morales de León et al. (2015)
Agua (%)	89	87,3	82,3
Proteína (g)	0,5	0,5	1,4
Grasa (g)	0,1	0,1	*
Carbohidrato (g)	NE	11,6	13,55
Fibra Dietética (mg)	0,3	3,3	NE
Vitamina C (mg)	25,0	25,0	25,8
Calcio (mg)	6,0	26,0	5,0
Hierro (mg)	0,4	0,2	0,75
Fósforo (mg)	19,0	26,0	15,0
Tiamina (mg)	0.01	0,01	*
Riboflavina (mg)	0,03	0,03	*
Niacina (mg)	0,2	0,2	0,37
Ceniza (g)	0,5	0,5	0,50

* Valor no encontrado, NE: Valor No evaluado. (Citado por Verona-Ruiz, et al. 2020, p. 445)

3.3 Generalidades de los vinos de fruta

En cuanto a la importancia de los vinos de fruta, Salazar (2010) menciona que la elaboración de vinos a base de frutas representa una opción de provecho viable para el desarrollo del sector agroindustrial, aportando valor a las frutas, expandiendo las oportunidades de mercadeo e incrementando los bienes económicos; sumándole el hecho que la fermentación de vinos con base de jugo de frutas garantiza mayor estabilidad del vino sin necesidad de recurrir a cuartos fríos, reduciendo así los costos de producción. (p. 1)

En referencia a las transformaciones que ocurren durante la fermentación alcohólica, González (2013) afirma que:

El jugo de las frutas contiene el azúcar que es transformado por las levaduras en alcohol etílico y gas carbónico que se libera a la atmósfera. Las levaduras son hongos microscópicos muy conocidos que también están presentes en la fabricación del pan y de la cerveza. Además de alcohol y gas carbónico, durante la fermentación se produce una gama inmensa de compuestos que otorgan al vino sus características de olor y sabor, los cuales permiten diferenciarlo de cualquiera otra bebida. (p. 4)

3.3.1 Mosto

El mosto es el material base que se lleva a fermentación, según datos de Marqués del Atrio (2021), se trata del jugo de frutas, este se encuentra compuesto por nutrientes y sustancias beneficiosas para la salud, las cuales son transferidas al vino durante la fermentación alcohólica y maduración, además, está conformado por agua (70-80%), polifenoles, taninos, azúcares naturales, vitaminas, enzimas, minerales y ácidos orgánicos.

Dilución del mosto en agua

Refiriendo a la manera en que se debería de considerar la dilución del mosto Valeriano (2020) consideró que:

La cantidad de agua a agregar puede variar a cada fruta, una de las razones es la cantidad de agua necesaria para ajustar la acidez en frutos demasiado ácidos, otro fin será para darle solubilidad en frutos demasiado espesos. En promedio debería agregarse al menos [sic] el 50% en peso de la pulpa. (p.35)

3.3.2 Levaduras vínicas

En cuanto a las levaduras utilizadas para la transformación de azúcares a alcoholes en el proceso fermentativo del vino, Pretorius (2000) mencionó que:

Las levaduras se definen como hongos unicelulares ascomicetes o basidiomicetos cuyo crecimiento vegetativo resulta predominantemente de gemación o fisión y que no forman sus estados sexuales dentro o sobre un cuerpo fructífero. Abarcan una centena de géneros que representan más de 700 especies, de los cuales al menos 15 tienen relación con la elaboración del vino. (Citado por Gutiérrez, 2018, p. 174)

Continuando con la anterior afirmación, Gutiérrez (2018) agregó que:

Las levaduras están presentes y se van desarrollando, aportando características propias de cada una y marcando la diferencia que permite apreciar que un vino es diferente de otro. Estos microorganismos llevan a cabo la FA [Fermentación Alcohólica] convirtiendo los glúcidos del mosto, tanto glucosa como fructosa, en etanol y CO₂. (p. 174)

3.3.3 Clarificación de los vinos

La clarificación es una de las operaciones que mayor impacto visual genera en la presentación en botella del vino, según Rojas (2004):

Es una operación de acabado que consiste principalmente en encolar y filtrar los vinos para garantizar su perfecta limpidez. Un vino turbio es, casi siempre, un vino enfermo. Lo único que hace el vinificador es imitar a la naturaleza, ya que la sedimentación, al depositar los pozos en el fondo de una cuba o de una bodega, hace que el vino se limpie solo. (p. 26-27)

Por lo tanto, la sedimentación puede darse de forma natural, aunque suele ser tardía y en ocasiones se presenta de forma incompleta, Valeriano (2020) explicó que:

La obtención de un vino totalmente limpio por el proceso de sedimentación espontánea es un procedimiento extremadamente lento y no sería de utilidad desde el punto de vista práctico. Se emplean entonces los llamados “agentes clarificantes”, los cuales forman complejos coloidales que flocculan y arrastran las partículas suspendidas. (p. 60)

Mecanismo de la clarificación

De manera general, se busca precipitar las partículas disueltas en el vino, ya que generan turbidez, el Grupo Editorial CPD (2020) concordaron en que:

Las partículas en suspensión cargadas con electricidad negativa (partículas de turbios o clarificantes de naturaleza mineral) y las cargadas con electricidad positiva (clarificantes orgánicos) se atraen. La[*sic*] cargas se anulan y las partículas se coagulan y precipitan (floculación). Durante la sedimentación del complejo clarificante, también se van a arrastrar otros turbios del vino. (p. 33)

Causas del enturbiamiento

Con respecto a la turbidez de un vino, es notable en los vinos recién hechos o jóvenes, puesto que aún no han sido clarificados por algún método, Feduchy (1955) menciona que las causas de la turbidez de un vino “Pueden ser de origen biológico, químico físico, químico, o varios de ellos conjuntamente.” (Citado por Carrión, et al. 2018, p.3)

Igualmente hace mención sobre un método de contrarrestar la turbidez de cierto origen, indicando que: “Los enturbiamientos que pertenecen al grupo de enturbiamientos no microbianos en su mayoría son eficazmente combatidos, tanto preventiva como curativamente, por la acción de un clarificante.” (Citado por Carrión, et al. 2018, p.4)

Bentonita

En cuanto a los agentes clarificantes de origen mineral, el más utilizado en la industria es la bentonita en cualquiera de sus presentaciones y estados, Mendoza (2010) indica que:

La bentonita es un material arcilloso de origen volcánico, a menudo se llama arcilla de Montmorillonite, ciudad francesa en donde la bentonita fue explotada por primera vez. Esta arcilla consiste en silicato de aluminio hidratado que es un complejo con componentes catiónicos cambiables lo que hace que su modo de acción sea electrostático. La bentonita de calcio y del sodio son dos formas que están comercialmente disponibles para la clarificación del vino. (p. 56)

Gelatina en polvo

Por otra parte, existen numerosos agentes clarificantes de origen orgánico, entre ellos se encuentra la gelatina, la cual puede presentarse de forma líquida, sólidas solubles en frío, sólidas

solubles en caliente, de acuerdo con el Grupo Editorial CPD (2020) “Es el clarificante más universal. Las gelatinas se obtienen a partir de la piel, tendones, cartílagos y huesos de los animales (La gelatina de huesos es la más corriente). Estas gelatinas son transparentes, inodoras, incoloras o ligeramente coloreadas de amarillo.” (p. 38)

3.3.4 Clasificación de los vinos

Los vinos se clasifican considerando diferentes parámetros, como se muestra en el cuadro dos.

Cuadro 2. Clasificación de los vinos

Según el Color	Según cont. Azúcar	Según cont. Gas	Según Crianza
Blanco	Seco	Tranquilo	Vino Noble (18 meses)
Rosado	Semiseco	Aguja	Vino Añejo (24 meses)
Tinto	Semidulce		Vino Viejo (36 meses)
Clarete	Dulce		

Cont: Contenido. Construido de la Fuente: Escuela Europea Versailles (2020).

Con respecto a la clasificación según el contenido de azúcar, la Norma Técnica Ecuatoriana vigente especifica los valores de la siguiente manera:

Cuadro 3. Clasificación de los vinos según contenido de azúcares

Contenido de azúcares	Unidad	Mínimo	Máximo
- Vino seco		-	25,0
- Vino semidulce	g/l	25,1	50,0
- Vino dulce		50,1	-

Fuente: NTE INEN 374 (2016)

3.4 Características Físicoquímicas

En cuanto a los grados brix en el mosto inicial, Lucero en el 2015 realizó un estudio comparativo en el cual evaluó tres concentraciones de azúcar, resultando con mayor aceptación la formulación con 25° Brix iniciales previo a la fermentación. (p. 16) Las levaduras transformaron los azúcares en alcohol, lo cual indica que no sufrieron por la presión osmótica ejercida.

Para la valoración de los grados Brix, Guerra (2014, p. 96), utilizó el método de la refractometría, el cual realizó de la siguiente manera:

- Poner una o dos gotas de la muestra sobre el prisma.
- Cubrir el prisma para distribuir la muestra en la superficie.

- Dirigir el refractómetro hacia una fuente de luz, mirar con el ojo a través del lente.
- Realizar la lectura según lo marcado en la escala. Este corresponde al porcentaje en sacarosa que tiene la muestra.
- Luego abrir la tapa y limpiar el prisma con un pedazo de papel o algodón limpio y húmedo.

Por otro lado, el pH también llamado potencial de hidrógeno, no debe confundirse directamente con el término “Acidez”. De acuerdo con el Laboratorio Aconsa (2021) se puede afirmar que:

El pH es una medida cuantitativa de la acidez o la basicidad (también llamada alcalinidad) de una disolución, que se usa para simplificar expresiones complejas de la concentración de iones de hidrógeno. Esta simplificación permite establecer una escala de valores para esta medida que va del 0 al 14, en la que el número intermedio, el 7, expresa un pH neutro. (párr. 5)

Por consiguiente, para determinar el pH de la materia prima, Beraún (2021, p. 31), lo hizo a través del método por Potenciometría con un pH-metro con electrodos de penetración digital a 20°C, según lo recomendado por la AOAC (2005), cuyo procedimiento es:

- Pesar 10 gramos de muestra y diluir en 90 ml de agua destilada. Dejar reposar durante 30 minutos.
- Calibrar el potenciómetro, usando la solución tampón que más se aproxime al pH probable de la mezcla problema (Buffer 7 y 4).
- Medir el pH y realizar lectura.

Por otra parte, en el caso del grado de alcohol, que es el porcentaje de alcohol que contiene una bebida, Beraún (2021, p. 33), utilizó un alcoholímetro como especifica el reglamento de la comisión de comunidades europeas (CEE 2676/90) que establece el siguiente procedimiento:

- Colocó 100 ml de licor de pitahaya en un matraz de 150 ml aforado, el cual se montó en un sistema de destilación por arrastre de vapor.
- Al recoger 50 ml de destilado en la probeta, se apagó la placa calefactora. Se dejó enfriar.

- Se colocó el alcoholímetro dentro de la probeta y se procedió a medir los grados alcohólicos.

3.5 Características Organolépticas

En referencia a las características organolépticas de los alimentos, Liria (2007, p.4) los ha descrito de la siguiente forma:

- Estímulos visuales: color, forma, brillo del alimento.
- Estímulos táctiles percibidos con la superficie de los dedos y el epitelio bucal: características rugosas, suaves, ásperas, líquidos, geles, jugosos, fibroso, grumoso, harinoso, grasosos, etc.
- Estímulos olorosos percibidos por el epitelio olfativo: aromático, fetídico, ácido
- Estímulos auditivos: crujientes, burbujeante
- Estímulos gustativos percibidos por las papilas gustativas: dulce, salado, agrio, ácido.

Con respecto al color, se sabe que es la primera característica visible de un vino, el cual lo puede volver llamativo y gustoso, o bien, al contrario. De acuerdo con Zamora (2013) “Es precisamente la inmediatez de la visión la que otorga capital importancia a su apariencia. Su transparencia, su brillo y sobre todo su color son algunos de los atributos más determinantes de la calidad”. (párr.1)

En cuanto al porqué se da el color de los vinos, Nazrala, et al. (2009) mencionaron que:

El color del vino se debe a los pigmentos que contiene, pero no hay una proporcionalidad directa entre la cantidad de pigmentos y el color, intervienen otros factores físicos químicos como el pH, el potencial oxidación-reducción, el SO₂ libre y la presencia de copigmentos entre otros. (p. 53)

Por otra parte, el aroma de los vinos es la antesala de lo que se espera percibir, genera mucha expectativa de la composición que tiene el vino, a su vez esta característica del vino es de las más extensas, variables y sorprendidas. Según Ferreira (2009) “El aroma del vino es el resultado de interacciones complejas entre muchos componentes químicos con olor. Sólo en algunos casos particulares y sencillos es posible encontrar genuinos compuestos impactantes capaces de transmitir al producto sus características aromáticas más específicas.” (p. 8)

Respecto al sabor, viene siendo la última percepción que se llega a apreciar del vino, donde se demuestra las atribuciones adquiridas por el producto, igual de extenso y comparable con el olor, existe una amplia gama de sabores que podrían considerarse característicos de un buen vino. De acuerdo con Cacho (2003):

El dulzor de los vinos proviene de los azúcares no fermentados, del alcohol, de la glicerina y de otros productos que se encuentran en menor cantidad. La acidez del vino se debe a sus ácidos orgánicos, siendo estos tartárico, málico y cítrico. El gusto salado, aunque no sea muy acentuado, pudiendo ser debido a sulfatos, sulfitos y cloruros, igualmente de potasio, sodio, magnesio, calcio, hierro y aluminio. De la misma forma el potasio y magnesio contribuyen al sabor amargo. (p. 42-43)

3.5.1 Método de evaluación sensorial

De acuerdo con Liria (2007) existen tres tipos de pruebas sensoriales los cuales difieren en el objetivo y pregunta de interés, estas se encuentran ligadas directamente a las características del producto a evaluar, pudiendo ser pruebas discriminatorias, descriptivas, o bien, afectivas.

El análisis sensorial de productos alimenticios por el método afectivo es definido como el “grado de preferencia y aceptabilidad de un producto. Este tipo de pruebas nos permiten no sólo establecer si hay diferencias entre muestras, sino el sentido o magnitud de la misma. Esto nos permite mantener o modificar la característica diferencial.” (Liria, 2007, p.18). Siendo las pruebas de preferencia la selección de un producto entre varias alternativas, y las pruebas de aceptabilidad se refiere más a la percepción del gusto o disgusto de un producto.

Respecto a lo anterior, para dar valor a estas percepciones, Ocaña (2018, p. 46), implementó una escala hedónica de uno a cinco para dar valores a estas percepciones del sabor, transparencia, olor y aceptabilidad. La escala incluía los criterios “Desagrada mucho”, “Desagrada”, “Ni agrada, ni desagrada”, “Agrada” y “Agrada mucho”.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del estudio

El estudio se realizó en las instalaciones facilitadas por la empresa Agroindustrial La Felipa S.A – AGROFESA, ubicada en la Parroquia Crucita, del Cantón de Portoviejo, de la Provincia de Manabí, de la República de Ecuador. Las instalaciones se encuentran ubicadas en las coordenadas: 0° 52' 14.362" S, 80° 32' 24.7484" W. La parte experimental fue realizada del 20 de junio al 15 de septiembre del 2022.



Figura 1. Ubicación del estudio. Fuente: Google maps.

4.2 Diseño metodológico

Esta investigación es descriptiva, cuasiexperimental y aplicada; para la elaboración del vino, se utilizó Pitahaya roja con pulpa blanca, estableciendo tres diluciones de mosto en la etapa de maceración con tres repeticiones cada una, las que se detallan en el cuadro cuatro; a estas se les determinó grados Brix y pH. Una vez cesó el burbujeo en fase fermentativa lenta, se añadió metabisulfito de sodio para inhibir el desarrollo de levaduras, luego se añadió agentes clarificantes de origen mineral y orgánico, al vino obtenido se les determinó grados Brix, pH y grados de alcohol, estos se determinaron por triplicado a excepción de los grados de alcohol en vino, debido a una petición de AGROFESA, ya que requerían muestras para enviar a España.

En cuanto a las características organolépticas, los vinos fueron evaluados por un panel piloto mediante el método de afectividad, con el propósito de determinar cuál es la formulación que obtuvo mejores atributos organolépticos, tales como: el color, olor, sabor, y transparencia del producto, es decir, la formulación de mayor aceptación. Para la ejecución de los objetivos se desarrolló una serie de actividades y procedimientos que se describen a continuación.

4.2.1 Desarrollo de formulaciones de vino de pitahaya

Consiste en el proceso que se llevó a cabo desde la recepción y caracterización de los frutos, desarrollo de las formulaciones hasta la obtención del producto, así como los materiales, equipos, instrumentos y utensilios requeridos.

Caracterización fisicoquímica de las frutas

Con respecto a la caracterización, se realizó mediante los sentidos, se inició por el grado de maduración, el cual se basa en la apreciación visual de la fruta, observando los parámetros como: que el tamaño fuese grande con medidas aproximadas de 14.2 cm de longitud y 29.1 cm de circunferencia como indicaron Verona-Ruíz, et al. (2020, p. 441), se visualizó que el color de la cáscara mayormente rosa, con el tacto se determinó la firmeza de la fruta, realizando presión con las manos y dedos sobre esta, mediante el olfato y gusto, se apreció que la fruta tuviese el olor y sabor característico, sin indicios de sobre maduración, daños físicos y/o mecánicos.

Por otra parte, para determinar el rendimiento se tomó una muestra de 120 pitahayas que fueron las mismas usadas en el proceso de elaboración del vino, de ellas se tomó las masas de: Fruta entera, cáscara externa, cáscara interna, pulpa y semillas; para ello se usó una balanza gramera Truper BASE-5EP con capacidad máxima de cinco Kg (11 lb), división mínima de 1 g / 0.1 oz. El rendimiento se determinó por la ecuación propuesta por Riquelme (2021, párr. 3):

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Peso Útil}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

En este caso, para obtener el peso útil o fruta útil, se sumó los datos de la masa de pulpa y semilla con los datos de la cáscara interna, ya que ambas conformaron el mosto inicial.

En cuanto a la determinación de pH, se utilizó un pHmetro Ruolan con escala de 0.00 a 14.00, de alta precisión tipo bolígrafo, con pantalla LCD, y precisión de 0.05 pH como margen de error, calibrado con soluciones 6.86 y 4.00, se tomó una muestra de pulpa estrujada y se colocó en un recipiente plástico, luego se introdujo el electrodo del pHmetro para realizar lectura.

Por otra parte, para determinar los grados brix de la fruta, se tomó una muestra de pulpa previamente estrujada y bien mezclada, esto debido a que por naturaleza de la fruta como resaltó H. Mairena (comunicación personal, 25 de junio, 2022) “La pulpa más cercana al centro tiene

mayor concentración de azúcares, en comparación con la pulpa que se encuentra más cerca a la cáscara y por ende más lejos del centro”; la lectura se realizó con un refractómetro digital 0-85% Brix Milwaukee MA871, con resolución 0.1% Brix (0.1°C), precisión $\pm 0.2\%$ Brix ($\pm 0.3^\circ\text{C}$), tiempo de análisis de 1.5 segundos, con compensación de temperatura entre 10 y 40°C. La pulpa fue colocada de forma que cubriese el sensor del refractómetro, teniendo cuidado de que no tuviese semillas.

Proceso de elaboración del Vino de Pitahaya



Recepción de la materia prima: Se recibió la materia prima que entró a proceso, se seleccionó aquella fruta que se encontraba madura, sin daños físicos o mecánicos, como perforaciones, magulladuras, desprendimientos, que la cáscara no estuviese rasgada para tener mayor provecho de esta, como se observa en la figura dos; se determinó su masa con una balanza gramera.

Figura 2. Pitahaya (*Hylocereus undatus*).

Lavado: Debido a la forma de la fruta y la natural curva de las brácteas, se lavó sumergiendo las frutas en una solución de agua potable con ácido cítrico al 0.2% como han propuesto Larcher et al., (2011) para eliminar contaminantes, así mismo, retirando hojas, tallos, puntas de brácteas y tierra. Esto se realizó en una pana plástica de 20 litros de capacidad, las frutas se agitaron durante cinco minutos y con un cepillo plástico se retiró la materia adherida a la fruta.

Pelado: Se realizó con un cuchillo marca Tramontina con lámina de acero inoxidable, con hoja de ocho pulgadas, se realizaron cortes en cada extremo del ovoide de la fruta, esto para facilitar la manipulación, retirando así la penca de aproximadamente dos centímetros unida al fruto y la saliente con brácteas al final de la fruta, posterior a ello, se retiró la parte externa de la cáscara de la fruta, realizando cortes a ras a lo largo de la fruta, lo cual expone la capa interna de la cáscara, como se observa en las figuras tres y cuatro.



Figura 3. Exposición de cáscara interna.



Figura 4. Pulpa, cáscara interna y externa.

Corte: Con un cuchillo se realizó un corte en forma de cruz a lo largo del fruto, dividiéndolo en cuatro partes, con la mano se retiró la capa interna de la cáscara aún adherida a la pulpa, dicha capa interna de la cáscara es utilizada para darle pigmentación al mosto. La pulpa fue cortada en mitades, dividiéndola en ocho piezas.

Estrujado: La pulpa se depositó en una pana plástica de 10 litros de capacidad para ser triturado manualmente, teniendo el cuidado de no contaminar la fruta, para ello, se dio un lavado y desinfección de manos con abundante agua a chorro y jabón neutro para no transmitir olores hacia la fruta; la pulpa se estrujó hasta obtener una consistencia en la que no se puedan percibir trozos de pulpa, luego se pesó la pulpa con la balanza gramera.

Licudo de la cáscara: Se pesó la parte interna de la cáscara obtenida, se licuó en relación de 50 ml de agua por cada 100 gramos de cáscara. Esto para facilitar el proceso de licuado y extracción del color en el proceso de macerado. Para las mediciones se utilizó un beaker de cristal de 100 ml de capacidad y una balanza gramera.

Mezclado: La pulpa estrujada y la cáscara licuada se depositaron en un balde plástico, como se aprecia en la figura cinco; se mezcló usando un cucharón de acero inoxidable realizando movimientos giratorios hasta que pase de un color blanco grisáceo debido a la concentración de semillas negras, a un color rosado intenso, violeta, gracias a la cáscara de la pitahaya. Se pesó la mezcla obtenida.



Figura 5. Pulpa estrujada y cáscara licuada.

Dilución del mosto en agua: Teniendo la pulpa en un balde plástico de 10 litros de capacidad se añadió agua purificada comercial con respecto a la masa de la mezcla obtenida. (Ver cuadro cuatro), la relación representa la cantidad de agua añadir, por ejemplo, con la relación 4:2 se prevé obtener 4.33 kilogramos de mosto, por simple reglar de tres se tiene 2.165 que son los litros de agua a añadir, luego se le restó la cantidad de agua utilizada en el licuado de la cáscara para no afectar el porcentaje real de dilución, se estima tener un total de 6.5 Kg para pasar a la etapa de macerado.

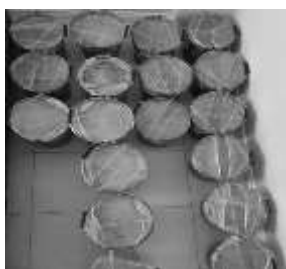


Figura 6. Macerado del mosto.

Etapa de maceración: El mosto se depositó en un balde plástico el cual fue envuelto con plástico adherente para evitar el ingreso de materia al sistema, como se muestra en la figura seis; el mosto se dejó en reposo por cuatro días, con el propósito de extraer el color de la cáscara y transferir los sabores y olores de la fruta al jugo a fermentar. El reposo se dio en una habitación oscura, la cual contaba con un climatizador que permitía mantener la temperatura entre los 16 y 22 °C.

Filtración del mosto: Es la etapa una vez pasados los cuatro días de maceración, en la que, usando un colador de malla plástica, se separó el jugo o mosto, de la pulpa y cáscara sobrenadante, y las semillas precipitadas en el fondo del balde de plástico, como se aprecia en la figura siete.



Figura 7. Filtrado del mosto.



Figura 8. Ajuste de grados brix en mosto.

Ajuste del mosto: Se procedió a realizar mediciones de pH y grados Brix, y se realizaron ajustes en el caso de los grados Brix, el cual se llevó hasta 25°Brix, como se observa en la figura ocho, esto sin sobrepasar los límites de azúcar por la presión osmótica que esta ejerce sobre las levaduras; para realizar este ajuste se realizaron cálculos para conocer la cantidad de azúcar a añadir, para ello se utilizó la fórmula propuesta por Valeriano (2020, p. 46):

$$P1 * C1 + P2 * C2 = PF * CF$$

Donde: P1: Peso del mosto, C1: Concentración del mosto, P2: Peso del azúcar “X”, C2: Concentración del azúcar (100), PF: Peso final, y CF: Concentración final.

Inoculación: Se realizó tomando 450 ml del mosto ya ajustado, y se procedió a calentarlo entre 32 y 43°C, temperaturas que permiten que la levadura seca se active según Velasco (2022), se pesó la levadura (*Saccharomyces Cerevisiae*) en la dosis de 2g/L propuesta Valeriano (2020, p.49), luego se mezcló con los 450 ml de mosto caliente, para posteriormente añadir la mezcla con el resto del mosto.

Fermentación: Se utilizó botellas plásticas de cinco litros de capacidad, lo cual constituyó el tanque de fermentación que contuvo al mosto ya ajustado e inoculado, listo para fermentar, los tanques se llenaron a un 85% de su capacidad para evitar posibles estallidos, como se aprecia en la figura nueve. La fermentación se dio hasta que el burbujeo en la fase lenta cesase, esto llevó 25 días en los cuales se controló que el mosto no pasase a través de la manguera hacia la trampa de CO₂, igualmente se garantizó que la habitación permaneciese oscura y con las ventanas cubiertas con plástico negro.



Figura 9. Tanques de fermentación.

Trasiego: Mediante gravedad y a través de una manguera de ½ pulgada (1.27 cm) de diámetro interno y un metro de longitud, se trasegó el vino base del tanque de fermentación a un balde plástico de 10 litros de capacidad al que se le colocó un sistema de filtro compuesto por un colador, que a su vez sostenía dos filtros de papel, esto para evitar el paso de sólidos y sobrenadantes.

Estabilización: En esta etapa se adicionó una dosis (200 mg/L) de metabisulfito de sodio propuesto por Lozano (2017, párr. 9), para inhibir la actividad microbiana en el vino, evitando que las levaduras continúen fermentando el vino y se dé una gasificación indeseada en botella.

Clarificación: Se añadió el agente clarificante según las dosificaciones: bentonita 0.5g/L, gelatina 0.05g/L recomendadas por Valeriano (2021, p.49). Luego con un embudo plástico, se depositó en una botella limpia, desinfectada y seca de cinco litros de capacidad, se dio un tiempo de reposo de cinco días.

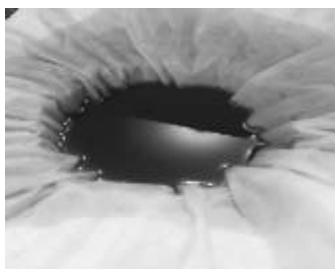


Figura 10. Filtro de papel.

Filtrado del vino: Utilizando el sistema de filtro descrito en el trasegado, el vino se filtró separando los sedimentos presentes en este, utilizando papel filtro como se muestra en la figura 10.

Maduración corta: Durante una semana se dejaron en los tanques de maduración permaneciendo en un cuarto oscuro y seco; siguiendo el mismo método, se filtró nuevamente separando sedimentos.

Embotellado: Se llenaron las botellas de 750 ml, previamente esterilizadas, teniendo cuidado de dejar el espacio de seguridad con respecto al borde del pico de la botella.

Encorchado y encapsulado: Los corchos se colocaron en agua caliente para que fuese más fácil la utilización de un encorchador manual a presión, en el caso de las cápsulas son moldeables térmicamente, por lo que se colocó en el pico de la botella y se vertió agua caliente para generar el sellado deseado en la presentación de la cápsula en botella.

4.2.2 Evaluación de características fisicoquímicas de mostos iniciales macerados y vinos

Para determinar pH y grados brix se analizaron 18 muestras, tanto de vinos como de mostos, cada parámetro se realizó por triplicado, se requirió de tazas plásticas transparentes de 118.3 ml aproximadamente, papel toalla absorbente, piseta de 500 ml, y agua destilada, los datos se recopilaron en un formato tabulado que puede apreciarse en el anexo tres.

El pH tanto en mostos como en vinos se determinó por el método propuesto por la AOAC (2005) que recomienda el uso de pHmetro, mismo que se ve en la figura 11, este se calibró con soluciones buffer de 4.00 y 6.86. Se siguió la metodología implementada por



Figura 11. pHmetro digital.

Beraún (2021) cada muestra de 10 gramos se tomó en los recipientes plásticos, se diluyeron en 90 ml de agua destilada, se dio el reposo de media hora y finalmente se realizó la lectura de pH.



Figura 12. Refractómetro digital.

Por otro lado, la medición de grados Brix se realizó por refractometría, como plantea en su metodología Guerra (2014), sin embargo, para este parámetro se usó un refractómetro digital, en lugar de uno análogo, el cual se aprecia en la figura 12.

En cuanto a los grados de alcohol de los vinos, este se realizó por el método propuesto por la organización venezolana Vino de fruta (2010), la cual se divide en dos fases, primeramente, la obtención del destilado, seguido de la medición del alcohol.

Por consiguiente, para obtener el destilado se hizo uso de un sistema compuesto por un matraz de ebullición con uniones esmeriladas, específico para destilación de 500 ml de capacidad, un condensador de cristal, un beaker de cristal ELab Class R CHO124G Boro 3.3 de 600 ml de capacidad que se conectará al destilador, y mechero con alcohol como fuente de calor, cabe recalcar que dicho sistema estaba sostenido por un soporte universal, se utilizaron dos tapones de goma para evitar fugas en el matraz de ebullición y en el condensador de cristal, dicho sistema se observa en la figura 13.



Figura 13. Sistema de destilación.

A continuación, se tomó una muestra de 100 ml por cada formulación de vino base, se colocó el vino en el matraz de ebullición, se abrió el pase de agua que pasaba a través del condensador. Una vez obtenidas $\frac{3}{4}$ partes del volumen de la muestra en el beaker de recolección del destilado, se adicionó agua hasta alcanzar el volumen inicial, es decir, se añadió 25 ml de agua para tener 100 ml nuevamente, luego se depositó en una probeta de cristal graduada de 100 ml de capacidad.



Para finalizar, se requiere hacer la medición del alcohol, esto se realizó mediante uno de los equipos propuestos por la organización Vino de fruta (2010), en el que mencionan que el alcoholímetro “No es más que un densímetro cuya escala expresa directamente el contenido de alcohol por lo que no es necesario el uso de tablas. Su fundamento es exactamente el mismo del densímetro.” (párr. 8) Por tanto, se usó el densímetro alcoholímetro Eurolab con rango de medición de 0-100%, que se observa en la figura 14.

Figura 14. Lectura de grado de alcohol.

4.2.3 Evaluación de características organolépticas del vino de pitahaya

Cada una de las formulaciones se clarificó con dos agentes clarificantes obteniendo un total de seis muestras, que se evaluaron con base al criterio de panelistas los cuales consideraron los atributos siguientes: el olor, color, sabor y transparencia de cada uno de los vinos a presentarse.

Tomando en cuenta que lo que se desea conocer es el grado de aceptación que tiene cada una de las formulaciones, se realizó a través del método de afectividad, también llamado hedónico, esto para establecer no solamente si hay diferencia significativa entre las muestras o tratamientos, sino determinar la magnitud de dicha diferencia.

Se conformó un panel compuesto por tres evaluadores entrenados y un Somelier (Catador especialista en vinos), los cuales cumplieron con los aspectos siguientes:

- No presentar ningún síntoma de enfermedad respiratoria viral o crónica.
- No tener dificultad para diferenciar sabores y olores complejos del vino.
- No haber consumido alcohol y/o tabaco en las últimas 48 horas.
- No haber consumido bebidas y/o alimentos con saborizantes previo la evaluación.
- Tener un alto nivel de familiarización con los vinos.

La cantidad fue determinada debido al grado de preparación y familiarización que los evaluadores tienen con respecto a los vinos, siendo uno de ellos chef, dos de ellos practicantes del turismo culinario en restaurantes internacionales con estrellas Michellin, y por otro lado, el catador especialista en vinos, mismos que fueron cautelosamente seleccionados por AGROFESA, con la finalidad de contar con criterio experto; cada evaluador fue indicado por el coordinador del estudio en como llenar el instrumento de evaluación según sus preferencias.

Además, se contó con un espacio libre de olor extraños que puedan interferir o alterar las percepciones de los evaluadores, preferiblemente con paredes de colores neutros como el blanco, dicha área permite que el evaluador se concentre mayormente en sus percepciones.

Considerando que la aceptabilidad de los evaluadores puede ser escalado con facilidad, en este caso se utilizaron siete categorías: me disgusta mucho, me disgusta moderadamente, me disgusta poco, no me gusta ni me disgusta, me gusta poco, me gusta moderadamente, me gusta mucho. Para volver cuantitativa las percepciones de los evaluadores las cuales son cualitativas, se asignó un valor a cada categoría en la escala, como se ve en el anexo ocho.

4.3 Variables evaluadas

Con respecto a las variables independientes se tienen: la dilución del mosto y el tipo de agente clarificante, estos incidieron en las características fisicoquímicas y organolépticas de mostos y vinos; siendo indicadores de estas variaciones: los grados brix, pH, grados de alcohol, así mismo, el color, olor, sabor y transparencia; las técnicas de determinación fueron mediante pruebas de laboratorio y panel piloto de evaluación sensorial.

4.3.1 Factores de estudio

Factor A: Representa la dilución del mosto (relación mosto – agua)

A₁ = Relación 4:2

A₂ = Relación 4:3

A₃ = Relación 4:4

Factor B: Representa los agentes clarificantes a implementar

B₁ = Gelatina en polvo (Origen orgánico).

B₂ = Bentonita sódica (Origen mineral).

4.3.2 Tratamientos

Por tanto, por efectos de estudio se procedió a codificar los tratamientos en los cuales interaccionan las diluciones de mosto y los agentes clarificantes, como se aprecia en el cuadro cuatro, resultando un arreglo de tres por dos respectivamente, con seis tratamientos, tres repeticiones, para un total de 18 unidades experimentales.

Cuadro 4. Codificación y descripción de los tratamientos

N°	Codificación	Descripción
1	A ₁ B ₁	Relación 4:2 + Gelatina en polvo
2	A ₁ B ₂	Relación 4:2 + Bentonita sódica
3	A ₂ B ₁	Relación 4:3 + Gelatina en polvo
4	A ₂ B ₂	Relación 4:3 + Bentonita sódica
5	A ₃ B ₁	Relación 4:4 + Gelatina en polvo
6	A ₃ B ₂	Relación 4:4 + Bentonita sódica

4.4 Recolección de datos

Los datos se recolectaron mediante la observación y lectura de resultados mostrados por instrumentos, así mismo, a través de formatos impresos los cuales incluían tablas codificadas según el tratamiento y el tipo de análisis a los que fueron sometidos. Para el análisis de las características organolépticas se hizo uso del formato tabulado en el que se aprecia la escala de siete percepciones por parte de los panelistas, esto para cuantificar los datos.

4.5 Análisis de datos

Los datos obtenidos se procesaron en el programa estadístico InfoStat versión estudiantil del año 2019, mismo que permite graficar los resultados para tener una visión general del comportamiento de dichos resultados; además, se elaboraron cuadros de promedios en Excel que fueron procesados en el programa estadístico.

4.5.1 Análisis estadístico

El tratamiento estadístico de los datos se efectuó mediante el análisis de varianza (ANDEVA), que es una técnica empleada para analizar la variación total de los datos, descomponiéndola en porciones significativas e independientes, mismas que puede atribuirse a las fuentes de variabilidad presentes y a variación casual (aleatoria).

4.5.2 Prueba de significación

Para identificar las diferencias estadísticas entre el promedio de los tratamientos, después de llevar a cabo el ANDEVA, se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa de Fisher con el 95% de confianza y 5% como margen de error.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De la investigación sobre la evaluación fisicoquímica y organoléptica de vino de Pitahaya (*Hylocereus undatus*), objetivos planteados y actividades desarrolladas, se obtuvieron los siguientes resultados.

5.1 Desarrollo de formulaciones de vino de Pitahaya

5.1.1 Caracterización de la Pitahaya (*Hylocereus undatus*)

Para determinar el rendimiento de la fruta, se realizaron las mediciones de masa de fruta entera, los residuos de la etapa de pelado, y la materia obtenida en la etapa de corte, teniendo los datos presentados en el cuadro cinco.

Cuadro 5. Mediciones de masa para cálculo de rendimiento

Medición de masa (Kg) de la pitahaya			
Fruta entera	Cáscara externa	Cáscara interna	Pulpa y semillas
92.186	24.186	15.560	52.440

En este caso, para la elaboración del vino de pitahaya, se ha hecho uso de la cáscara interna de la fruta como colorante natural, es por ello que la masa de esta es considerada igualmente como fruta útil, teniendo un valor más acertado según lo utilizado en el proceso.

$$\text{Fruta útil: } 52.440 \text{ Kg} + 15.560 \text{ Kg}$$

$$\text{Fruta útil: } 68 \text{ Kg}$$

El porcentaje de rendimiento de la pitahaya indica que, de un kilogramo de pitahaya en completo estado de maduración, aproximadamente 737.6 gramos son útiles para el proceso de elaboración de vino, lo cual es constituido por pulpa, semillas y capa interna de la cáscara, siendo residuales 263.4 gramos comprendidos entre la capa externa de la cáscara y la penca unida a esta. Se considera que es un buen rendimiento ya que se hace uso de la mayor parte de la fruta.

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{68 \text{ Kg}}{92.186 \text{ Kg}} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 0.7376 \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 73.76 \%$$

Respecto a la caracterización de la fruta, tanto el pH y los grados brix mostrados en el cuadro seis, son datos promedios de una muestra de 120 pitahayas, en el caso del pH el resultado es menor, y respecto a los grados brix el promedio es mayor, en contraste a los resultados de Vera y López (2021) cuyos frutos en estado de madurez completa y en temperatura ambiente obtuvieron un pH de 4.11, y grados brix de nueve, datos tomados en el día de la cosecha (p. 23, 26); este incremento en la concentración de azúcares y menor pH, es debido al manejo agronómico que se está llevando a cabo en las plantaciones de la empresa AGROFE.SA el cual fue enfocado en la conversión de azúcares en planta y el control de plagas.

Cuadro 6. Caracterización de Pitahaya (*Hylocereus undatus*)

Madurez	Olor	Color	Sabor	Forma	pH	°Brix
Completa	Característico de la fruta	Rosa en el exterior Blanco en el interior	Dulce con notas ácidas	Oval	4.03	14

5.1.2 Obtención del vino

En cuanto al vino obtenido y las características que este ha presentado, han sido descritas en la ficha técnica de producto terminado, mismo que puede verse en el anexo uno; en el estudio se tuvo un arreglo factorial con seis tratamientos, en los que se usó tanques de fermentación de cinco litros de capacidad, se formuló para obtener 4.2 litros de vino por cada tanque, siendo 18 unidades experimentales de los que se obtuvo 75.6 litros de vino; el proceso fue esquematizado en un flujograma que puede observarse en el anexo dos.

5.2 Análisis fisicoquímico de mostos iniciales macerados y vinos

De acuerdo con los promedios de las mediciones, se realizaron análisis de varianza y se contrastó con pruebas de separación de medias de Fisher cuyas medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), afirmando los resultados con un 95% de confianza.

5.2.1 pH en mosto inicial macerado

En cuanto a los datos de pH en mosto inicial macerado, en el cuadro siete, se muestra una lectura mínima de 3.86 y una lectura máxima de 4.05, el pH en la mayoría de los casos ha disminuido con respecto al pH de la fruta fresca, la variación existente entre las repeticiones es mínima.

Cuadro 7. Datos de pH en mosto inicial macerado

Mediciones de pH en mosto inicial macerado			
Tratamientos	Primera Repetición	Segunda Repetición	Tercera Repetición
A ₁ B ₁	3.93	3.92	3.95
A ₁ B ₂	3.94	3.92	4.05
A ₂ B ₁	3.88	3.90	3.92
A ₂ B ₂	3.90	3.91	3.92
A ₃ B ₁	3.87	3.87	3.90
A ₃ B ₂	3.86	3.87	3.89

En cuanto a los resultados estadísticos presentados en el cuadro ocho, muestran que el pH ha disminuido respecto con el mostrado por la fruta fresca el cual es de 4.03, esto es debido a la mezcla del licuado de cáscara interna con la pulpa de la fruta para obtener el mosto inicial, la disminución de pH es producida por el aumento de acidez, la cáscara interna contiene ácidos entre ellos el ácido málico. El efecto de las diluciones del mosto al 4:2 y 4:3 no son significativamente diferentes, pero si puede notarse que el pH bajó un poco más en la relación 4:3, por otro lado, en el caso de la dilución del mosto al 4:4 si es significativamente diferente, con un pH de 3.88 ± 0.01 luego de los cuatro días de maceración.

Cuadro 8. Test LSD Fisher para pH en mosto inicial macerado considerando dilución del mosto

Error: 0.0006 gl: 15 R ² : 0.50 CV: 0.71					
Dilución del Mosto	Medias	n	E.E.	D.E	
Relación 4:4	3.88	6	0.01	0.02	A
Relación 4:3	3.91	6	0.01	0.01	B
Relación 4:2	3.93	6	0.01	0.04	B

5.2.2 Grados Brix en mosto inicial macerado

Con respecto a los grados brix en mostos, muestran una lectura mínima de 0.4° Brix y una lectura máxima de 2.0° Brix, como se muestra en el cuadro nueve. Se observa que los grados brix han disminuido considerablemente con respecto al de la fruta, esto es debido al porcentaje de agua añadido con respecto a la masa de mosto; sin embargo, se muestra una variación considerable entre las repeticiones, dando indicios de la incidencia de un factor.

Cuadro 9. Mediciones de grados brix en mosto inicial macerado

Mediciones de grados Brix en mosto inicial macerado			
Tratamientos	Primera Repetición	Segunda Repetición	Tercera Repetición
A ₁ B ₁	1.5	0.8	0.9
A ₁ B ₂	2.0	1.0	1.1
A ₂ B ₁	1.7	1.0	0.5
A ₂ B ₂	1.1	0.6	0.9
A ₃ B ₁	1.3	0.5	0.4
A ₃ B ₂	0.7	0.6	0.6

En correspondencia al test que se muestra en el cuadro 10, indica que el efecto de la relación 4:3 no es significativamente diferente al efecto de las otras dos diluciones, pero el efecto de la dilución 4:4 si es significativamente diferente al efecto de la dilución 4:2 la cual presenta menor disminución de grados brix, por ende, requerirá de menor cantidad de azúcar para alcanzar los 25° Brix del ajuste del mosto, sin embargo, puede notarse que el coeficiente de variación es mayor que 25, lo cual indica que son datos atípicos, el R² determina que el 32% de la variable dependiente ha sido afectada por la variable independiente, esto quiere decir que el restante 68% fue afectado por otro factor, en este caso, la antesala de fermentación durante la maceración.

Cuadro 10. Test LSD Fisher para grados brix en mosto inicial considerando dilución del mosto

Error: 0.1633 gl: 15 R ² : 0.32 CV: 45.21					
Dilución del Mosto	Medias	n	E.E.	D.E	
Relación 4:4	0.68	6	0.16	0.32	A
Relación 4:3	0.97	6	0.16	0.43	A B
Relación 4:2	1.22	6	0.16	0.45	B

5.2.3 pH en vino

Por otra parte, los datos de pH en vinos, muestran una lectura mínima de 3.85 y una lectura máxima de 3.98, los cuales se pueden apreciar en el cuadro 11; el pH ha disminuido ligeramente con respecto a las lecturas tomadas en mosto, sin embargo, sigue estando dentro del rango de pH que los vinos suelen tener, según Enate (2022) “El pH de la mayoría de los vinos se encuentra entre el intervalo de 2,8 a 4.” (párr. 5)

Cuadro 11. Mediciones de pH en vinos

Mediciones de pH en vinos			
Tratamientos	Primera Repetición	Segunda Repetición	Tercera Repetición
A ₁ B ₁	3.96	3.94	3.94
A ₁ B ₂	3.91	3.91	3.98
A ₂ B ₁	3.85	3.89	3.90
A ₂ B ₂	3.89	3.91	3.88
A ₃ B ₁	3.85	3.86	3.89
A ₃ B ₂	3.85	3.85	3.88

Por tanto, en el caso de las diluciones que presentaron menores lecturas de pH han sido las relaciones al 4:3 y 4:4, con respecto a la dilución al 4:2 ha resultado significativamente diferente, lo cual se observa en el cuadro 12. Los datos de pH encontrados son ligeramente menores al presentado por Zurita (2011) el cual fue de 4.00 en vino recién elaborado y pasados tres meses. De acuerdo con Enate (2022) el pH en el vino es determinante, ya que, si es cercano o superior a cuatro, tiende a aumentar el riesgo de oxidación y de contaminación microbiana, por lo cual propone que en el caso de vinos tintos el pH debería ser entre 3.3 y 3.6 (párr.6)

Cuadro 12. Test LSD Fisher para pH en vinos considerando dilución del mosto

Error: 0.0006 gl: 12 R ² : 0.74 CV: 0.61					
Dilución del Mosto	Medias	n	E.E.	D.E	
Relación 4:4	3.86	6	0.01	0.02	A
Relación 4:3	3.89	6	0.01	0.02	A
Relación 4:2	3.94	6	0.01	0.03	B

5.2.4 Grados Brix en vino

En referencia a los grados brix en vinos, muestran una lectura mínima de 10.5° Brix y una lectura máxima de 14.0° Brix, los cuales se pueden apreciar en el cuadro 13; los mostos se ajustaron a 25° Brix, los cuales disminuyeron debido a la fermentación por medio de la acción microbiana, transformando los azúcares en alcohol, por tanto, las mediciones representan el azúcar residual.

Cuadro 13 Mediciones de grados brix finales en vinos

Mediciones de grados Brix finales en vinos			
Tratamientos	Primera Repetición	Segunda Repetición	Tercera Repetición
A ₁ B ₁	10.5	10.8	11.6
A ₁ B ₂	12.9	11.8	11.5
A ₂ B ₁	12.3	11.2	11.2
A ₂ B ₂	12.1	11.5	11.5
A ₃ B ₁	13.1	12.8	12.5
A ₃ B ₂	14.0	13.2	12.4

Con base a los resultados, la dilución al 4:4 presentó una mayor lectura de grados brix, siendo significativamente diferente a las diluciones al 4:2 y 4:3, tal cual se muestra en el cuadro 14. La variación de esta concentración de azúcar residual, es una muestra del comportamiento de las levaduras en la etapa fermentativa, la formulación con menor dilución resultó tener menor concentración de azúcares, esto genera la expectativa de que mayor cantidad de azúcar fue aprovechada por las levaduras, caso contrario en el caso de la formulación con mayor dilución del mosto. Otra forma de apreciar este fenómeno, es que las levaduras tienden a iniciar su proceso de inactivación una vez se encuentren en un medio con un grado alcohólico superior a 10° GL, este proceso no es inmediato, sino que es un declive natural de la vida de las levaduras.

Cuadro 14. Test LSD Fisher para grados brix finales en vinos considerando dilución del mosto

Error: 0.3533 gl: 12 R ² : 0.71 CV: 4.93					
Dilución del Mosto	Medias	n	E.E.	D.E	
Relación 4:2	11.52	6	0.24	0.84	A
Relación 4:3	11.63	6	0.24	0.46	A
Relación 4:4	13.00	6	0.24	0.58	B

Tomando como referencia la NTE INEN 374, estos vinos son clasificado como dulces, esto debido al contenido de azúcar residual. En comparación a los resultados de Zurita (2011) y Ocaña (2017) con lecturas de 12° Brix y de 9.5 a 15° Brix respectivamente, los resultados presentados se encuentran dentro del mismo rango.

5.2.5 Grados de Alcohol en vino

En referencia a los grados de alcohol, son datos que se han tomado de un solo ensayo, el cuadro 15 muestra lecturas que van de 13 a 16 grados de alcohol siendo mayormente uniformes entre ellos, esto indica que las levaduras se desarrollaron correctamente, transformando los azúcares en alcohol, alcanzando una concentración tan alta que causó la inactivación de las mismas, tal como contempla Lucero (2015, p. 8)

Cuadro 15. Mediciones de grados de alcohol en vinos

Mediciones de Grados de Alcohol (GA) en vinos			
Tratamientos	Primera Repetición	Segunda Repetición	Tercera Repetición
A ₁ B ₁	16	16	15.5
A ₁ B ₂	16	16	16
A ₂ B ₁	15	15	15
A ₂ B ₂	15	14.5	15
A ₃ B ₁	14	14	13
A ₃ B ₂	13	14	14

Con respecto a los grados de alcohol, las diluciones del mosto son significativamente diferentes, teniendo una relación inversamente proporcional entre la dilución del mosto y los grados de alcohol, el cuadro 16, muestra que la dilución al 4:2 fue la que obtuvo mayor grado alcohólico. A menor dilución del mosto, se evidencia que las levaduras aprovecharon mejor el azúcar, teniendo un desarrollo más estable, las levaduras al tener un desarrollo acelerado tienden a no adaptarse en un medio con alta concentración de alcohol, como ocurrió en la relación 4:4.

Cuadro 16. Test LSD Fisher para grados de alcohol en vinos considerando dilución del mosto

Error: 0.1389 gl: 12 R ² : 0.86 CV: 2.51					
Dilución del Mosto	Medias	n	E.E.	D.E	
Relación 4:4	13.67	6	0.15	0.52	A
Relación 4:3	14.92	6	0.15	0.20	B
Relación 4:2	15.92	6	0.15	0.20	C

Cabe destacar que, la NTE INEN 374 considera que el vino debe contener un mínimo de seis grados de alcohol, dicho esto, los vinos elaborados cumplen con el requerimiento establecido.

5.3 Análisis organoléptico a través del panel piloto

En referencia a las apreciaciones dadas por el panel, las puntuaciones van desde cuatro hasta siete, esto favorece a la aceptabilidad general de los vinos presentados, sin embargo, el atributo de la transparencia de los vinos ha sido la que ha obtenido menor aceptación general.

5.3.1 Análisis estadístico del olor

Respecto a los puntajes del olor mostrados en el cuadro 17, indican que la dilución al 4:3 con gelatina y bentonita respectivamente son significativamente diferente del resto, pero no entre sí; por otro lado, las diluciones al 4:4 y 4:2 usando gelatina no son significativamente diferentes entre sí, y cada una está asociada al grupo A y C respectivamente; las diluciones al 4:4 y 4:2 con bentonita alcanzaron los mayores puntajes y por tanto presentaron mayor aceptación.

Cuadro 17. Test LSD Fisher para puntaje del olor considerando variables

Error: 0.1333 gl: 15 R ² : 0.84 CV: 6.35						
Dilución del Mosto	Agente Clarificante	Medias	n	E.E.	D.E	
Relación 4:3	Gelatina	5.00	4	0.18	0.82	A
Relación 4:3	Bentonita	5.25	4	0.18	0.50	A
Relación 4:4	Gelatina	5.50	4	0.18	0.58	A B
Relación 4:2	Gelatina	6.00	4	0.18	0.00	B C
Relación 4:4	Bentonita	6.25	4	0.18	0.50	C
Relación 4:2	Bentonita	6.50	4	0.18	0.58	C

Considerando la característica del olor de los vinos, los puntajes del panel piloto indican que, el tratamiento con mayor aceptación ha sido el A₁B₂, diferenciado por la letra C, la cual presenta un similar resultado al obtenido por el tratamiento A₃B₂, por lo cual, no son significativamente diferentes, pero el primero de ellos si es diferente al resto de las formulaciones, como se aprecia en la figura 15.

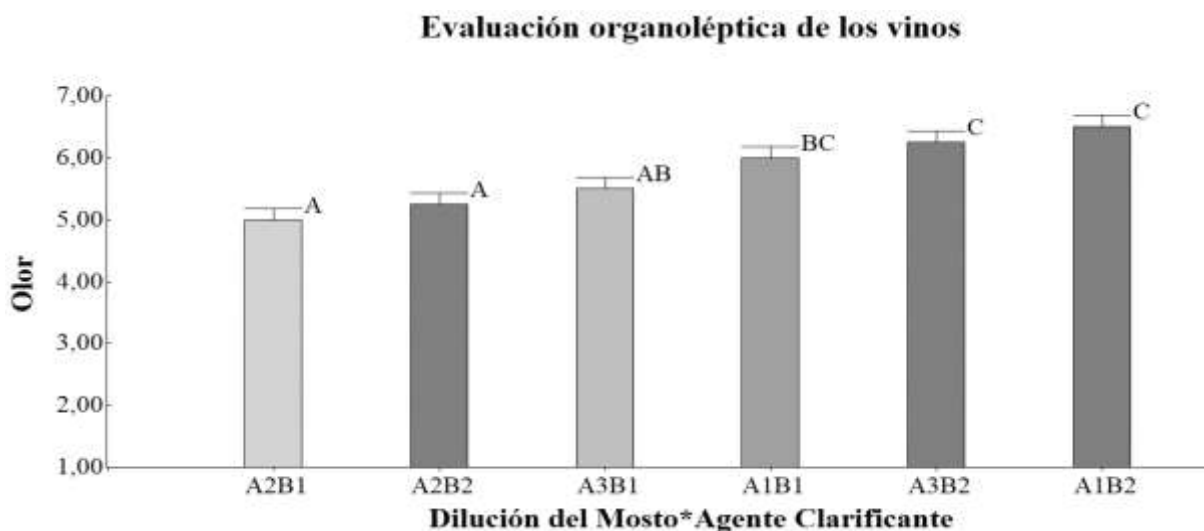


Figura 15. Promedio de puntajes en cuanto al olor.

5.3.2 Análisis estadístico del color

Con base a los puntajes del color presentado en el cuadro 18, se afirma que la dilución al 4:3 con gelatina es significativamente diferente del resto, debido a su menor puntaje, caso contrario con la dilución al 4:4 y bentonita que obtuvo la mayor puntuación, siendo significativamente diferente del resto a excepción de la dilución al 4:2 con bentonita, igualmente se observa que el efecto de la bentonita sobre el color tuvo mayor aceptación que el efecto de la gelatina.

Cuadro 18. Test LSD Fisher para puntaje del color considerando variables

Error: 0.2111 gl: 15 R ² : 0.77 CV: 8.35						
Dilución del Mosto	Agente Clarificante	Medias	n	E.E.	D.E	
Relación 4:3	Gelatina	4.50	4	0.23	0.58	A
Relación 4:3	Bentonita	5.25	4	0.23	0.50	B
Relación 4:2	Gelatina	5.50	4	0.23	1.00	B C
Relación 4:4	Gelatina	5.50	4	0.23	0.58	B C
Relación 4:2	Bentonita	6.00	4	0.23	0.00	C D
Relación 4:4	Bentonita	6.25	4	0.23	0.50	D

Con base a los puntajes del color, la figura 16 muestra que el tratamiento A₃B₂ ha tenido mayor aceptación, seguido del tratamiento A₁B₂ del cual no es significativamente diferente, a excepción del resto de tratamientos del estudio, el factor en común entre ambos casos es el uso de bentonita como agente clarificante, que presentó menor degradación del color.

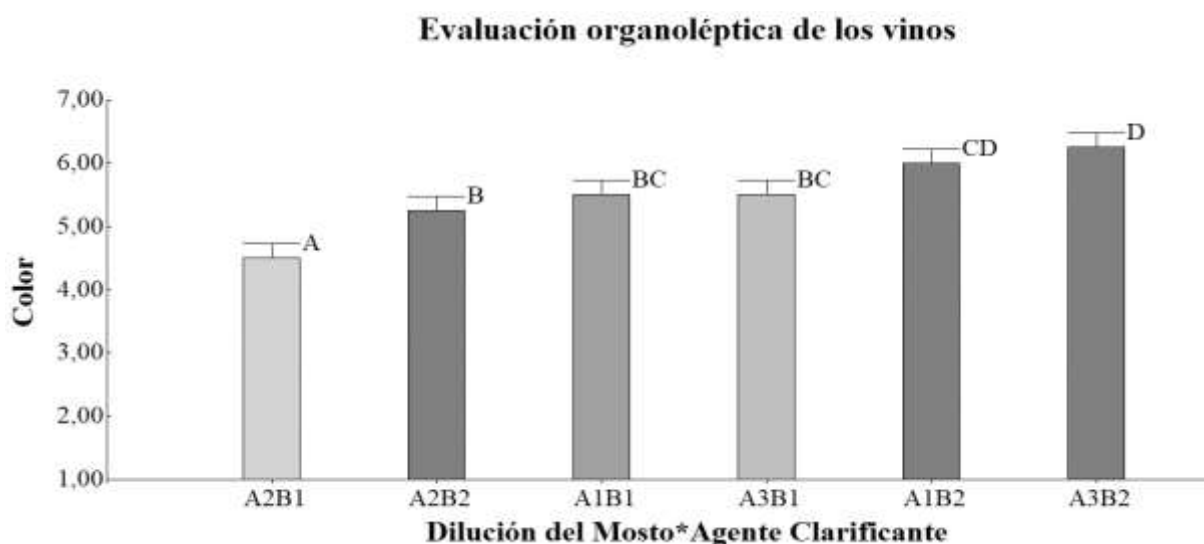


Figura 16 Promedio de puntajes en cuanto al color.

5.3.3 Análisis estadístico del sabor

En cuanto al sabor de los vinos, en el cuadro 19 se observa que hay tres clases de diferencia, cabe destacar que todas han tenido buena aceptación, pero las diluciones al 4:2 con gelatina y bentonita, y dilución al 4:4 con bentonita han obtenido el mayor puntaje, igualmente se afirma que el efecto de la bentonita tuvo mayor aceptación con respecto al efecto de la gelatina.

Cuadro 19. Test LSD Fisher para puntaje del sabor considerando variables

Error: 0.0778 gl: 15 R ² : 0.85 CV: 4.29						
Dilución del Mosto	Agente Clarificante	Medias	n	E.E.	D.E	
Relación 4:3	Gelatina	5.75	4	0.14	0.50	A
Relación 4:4	Gelatina	6.00	4	0.14	0.00	A B
Relación 4:3	Bentonita	6.25	4	0.14	0.50	B
Relación 4:2	Gelatina	7.00	4	0.14	0.00	C
Relación 4:2	Bentonita	7.00	4	0.14	0.00	C
Relación 4:4	Bentonita	7.00	4	0.14	0.00	C

Con respecto a las valoraciones del sabor, la figura 17 muestra que los mayores puntajes han sido obtenidos por los tratamientos A₃B₂, A₁B₂ y A₁B₁, mismas que no son significativamente diferentes, caso contrario en comparación con el resto de las formulaciones. De esto se afirma que, la dilución al 4:2 tuvo mayor aceptación, debido a que concentra mejor el sabor otorgado en la fermentación, y la bentonita como clarificante presenta mejores resultados que la gelatina.

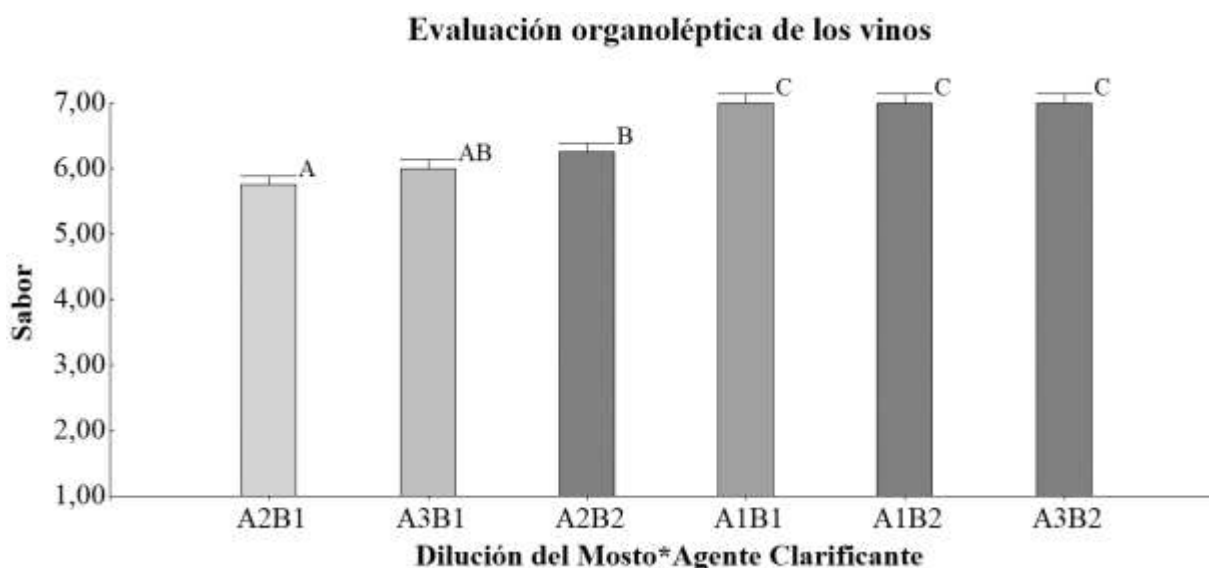


Figura 17. Promedio de puntajes en cuanto al sabor.

5.3.4 Análisis estadístico de la transparencia

Con respecto a la transparencia, la dilución del mosto al 4:4 y usando bentonita es la única significativamente diferente del resto, obteniendo el mayor puntaje, como se observa en el cuadro 20; es apreciable que el trabajo de clarificación de parte de la bentonita ha sido mayor en el criterio de transparencia, con respecto al mostrado por la gelatina.

Cuadro 20. Test LSD Fisher para puntaje de la transparencia considerando variables

Error: 0.3083 gl: 15 R ² : 0.76 CV: 10.33						
Dilución del Mosto	Agente Clarificante	Medias	n	E.E.	D.E	
Relación 4:3	Gelatina	4.25	4	0.28	0.50	A
Relación 4:2	Gelatina	4.75	4	0.28	0.50	A B
Relación 4:3	Bentonita	5.25	4	0.28	0.50	B C
Relación 4:4	Gelatina	5.50	4	0.28	0.58	B C
Relación 4:2	Bentonita	5.75	4	0.28	0.50	C
Relación 4:4	Bentonita	6.75	4	0.28	0.50	D

Con respecto a los puntajes brindados por los evaluadores, en la figura 18 se observa que el tratamiento con mayor aceptación ha sido A₃B₂, que es significativamente diferente del resto, esto debido a que, al diluir el mosto en mayor concentración de agua se puede notar menor cantidad de materia sobrenadante, por ende, la incidencia en la clarificación con bentonita se ve potenciada debido a la menor presencia de coloides en el vino, menor cantidad de materia a depositar en el fondo, por ende, la clarificación tiene un mayor efecto.

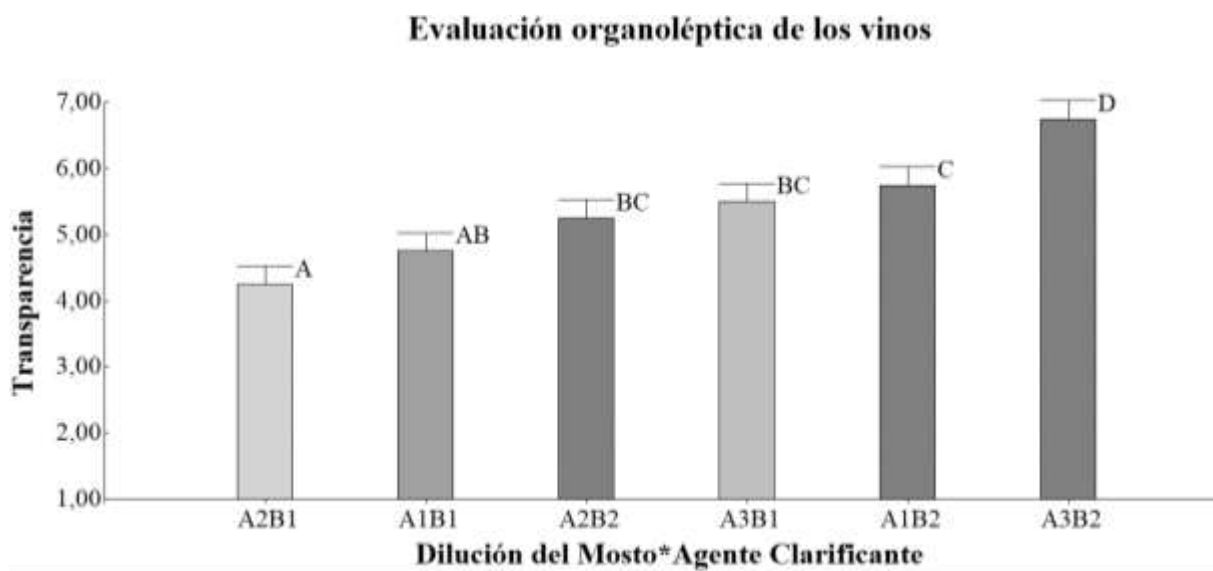


Figura 18. Promedio de puntajes en cuanto a la transparencia.

VI. CONCLUSIONES

Las formulaciones desarrolladas en el estudio han cumplido con los requerimientos establecidos por la NTE INEN 374, con respecto al contenido de alcohol en fracción volumétrica, por tener una concentración mayor al seis por ciento; y clasificado como vino dulce por ser mayor a cinco grados Brix; en cuanto al pH se encuentra en los rangos similares a los encontrados por los investigadores mencionados.

En cuanto a las evaluaciones fisicoquímicas, indican que la dilución del mosto con mayores lecturas de pH tanto en mosto como en vino, ha sido la dilución al 4:2 igualmente tuvo mayor concentración de azúcar en mosto, pero la menor concentración de azúcares residuales en vino, lo cual indica que tuvo mayor transformación de azúcares obteniendo así 16 grados de alcohol.

Con respecto a la evaluación organoléptica, se demuestra que hay aceptación de parte de los panelistas hacia los vinos elaborados, esto debido a que las puntuaciones se han centrado mayormente en la escala de agrado, principalmente en el caso de la dilución al 4:4 utilizando bentonita como clarificante, que obtuvo el mayor puntaje en cuanto a color, sabor y transparencia, seguido de la dilución al 4:2 con bentonita en cuanto a olor y sabor.

El efecto de la clarificación por parte de la bentonita mostró mayor aceptación en comparación a la gelatina en polvo, sin embargo, pasados los cinco días de clarificación en ambos casos, se dio una reacción entre los agentes clarificantes y el metabisulfito de sodio utilizado para inhibir el desarrollo de los microorganismos, resultando en la degradación del color que presentaba el vino, pasando de un violeta hacia una mezcla de rojo y naranja de parte de la bentonita, y un color amarillento en el caso de la gelatina en polvo, esto a pesar de haber utilizado las dosificaciones recomendadas en la literatura; igualmente el pH bajo dio un medio óptimo para la oxidación del color.

VII. RECOMENDACIONES

Considerando el uso de aditivos químicos para la inhibición del desarrollo de microorganismos, se recomienda realizar pruebas de dosificación según el principio activo del aditivo y contrastar su incidencia con la pasteurización del vino, asimismo, analizando las características microbiológicas del producto.

Realizar clarificación con bentonita en polvo y granulado, activada con sodio o potasio, o no activada, en las etapas de maceración y estabilización del vino, para determinar en qué etapa se obtiene mejor resultado, además de considerar el tiempo en que la bentonita interaccione con el mosto y vino de pitahaya.

Realizar las evaluaciones fisicoquímicas considerando la acidez, misma que permite determinar el contenido en gramos del ácido contenido en la fruta por cada litro de vino, permitiendo visualizar si se cumple o no con el parámetro de acidez establecido en la NTE INEN 374, lo cual da apertura a posibles ajustes a los que el vino deberá ser sometido para su comercialización.

Para tener mayor control del proceso de elaboración del vino, se recomienda determinar la densidad en mostos para conocer si este cumple con el parámetro previo a la fermentación, igualmente en el caso de la determinación de la densidad en vino permite proyectar el grado de alcohol que este puede tener, ya que, a mayor graduación de alcohol, menor densidad tendrá.

Llevar a cabo un estudio de factibilidad para determinar la viabilidad del vino de pitahaya (*Hylocereus undatus*), posicionamiento en el mercado nacional e internacional, sin descartar las posibilidades de experimentar mezclas con otras variedades de pitahaya o incluso otras frutas endémicas de Ecuador.

VIII. LITERATURA CITADA

- Baquero, M. y A. Lucio-Paredes. (2010). La Agroindustria ecuatoriana: un sector importante que requiere de una ley que promueva su desarrollo. *La Granja*, 11(1), 44-46.
<https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/492>
- Beráun Medina, M. A. R. P. (2021). *Determinación de características fisicoquímicas y su incidencia en el grado alcohólico en la obtención de licor de pitahaya (Hylocereus megalanthus)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura] Repositorio Institucional UNP. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2992>
- Cacho Palomar, J. F. (2003). *El vino. Su composición y nuestros sentidos*.
<http://www.raczar.es/webracz/ImageServlet?mod=publicaciones&subMod=discursos&archivo=Cacho.pdf>
- Carrión Gutiérrez, C.V., Barraqueta Rojas, S. G., Mendoza Zurita, G. X., y Lara Freire, M. L. (2018). Mejoramiento de las propiedades fisicoquímicas del vino usando distintos niveles de bentonita. *Ciencia Digital*, 2(4.2), 68-87.
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v2i4.2..202>
- Enate (2022). *¿Qué es el pH en el vino?*. El blog de Enate. <https://www.enate.es/blog/que-es-el-ph-en-el-vino/#:~:text=El%20pH%20en%20las%20diferentes,lado%20%C3%A1cido%20de%20la%20escala.>
- Escuela Europea Versailles. (4 de marzo 2020). *¿Qué tipos de vino conoces?*. EEV.
<https://escuelaversailles.com/tipos-de-vino/>
- Ferreira González, V. (2009). La base química del aroma del vino: Un viaje analítico desde las moléculas hasta las sensaciones de olfato-gustativas. Parte 2. Clasificación de los compuestos del aroma. *Revista Internet de Viticultura y Enología*. 2(6), 1-13.
<https://www.infowine.com/intranet/libretti/libretto7122-01-1.pdf>

González G. M. R (2013) *Haciendo vino de frutas en la cocina*.

<http://www.vinodefruta.com/descargas/Haciendo%20Vino%20de%20Frutas%20-%20Muestra.pdf>

Grupo Editorial CPD. (2020) *Conservación de los vinos y control de su evolución*.

<https://es.scribd.com/document/355194721/clarificacion>

Guerra Macías, P. A. (2014). *Fermentos y tiempos de fermentación en la elaboración de vinos de Borojó (Borojoa patinoi) Quevedo-Los Ríos*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio Digital UTEQ.

<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/343?mode=full>

Gutiérrez Fernández de Piérola, J. (2018). El papel de la selección de levaduras en la elaboración del vino. *CT*, 10(2018), 169-198.

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6573032.pdf&ved=2ahUKEwipmc2yuqf6AhV0soQIHd4rCFIQFnoECAwQAQ&usg=AOvVaw1Z6ApzSW1ToLI8NINwy6B8>

Laboratorio Aconsa (28 de mayo de 2021). *pH en alimentos: su importancia en la seguridad alimentaria*. Aconsalab. <https://aconsa-lab.com/ph-en-alimentos-importancia/>

Lara, M. (2 de junio de 2019). *La pitahaya roja o fruta del dragón*. Agro Magazine.

<https://agromagazine.com/agroalimentacion/la-pitahaya-roja-o-la-fruta-del-dragon/>

Larcher, R., Bertoldi, D., Román, T., y Nicolini, G. (20 de enero de 2011). *Lavado de la uva y eliminación de minerales en trazas y ultratrazas*. Interempresas.

<https://www.interempresas.net/Vitivinicola/Articulos/47290-Lavado-de-la-uva-y-eliminacion-de-minerales-en-trazas-y-ultratrazas.html>

Liria Domínguez, M. R. (2007). *Guía para la evaluación sensorial de alimentos*. Harvestplus.
<https://lac.harvestplus.org/wp-content/uploads/2008/02/Guia-para-la-evaluacion-sensorial-de-alimentos.pdf>

Lozano, M. (28 de mayo de 2017). *Los sulfitos en el vino*. Huelva.
https://www.huelvainformacion.es/huelva/sulfitos-vino_0_1139886090.html

Lucero Méndez, P. D. (2015) *Efecto del uso de levaduras y concentración de °Brix en las características fisicoquímicas y sensoriales de vino de fresa con miel*. [Tesis de pregrado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano] Biblioteca Wilson Popenoe.
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/8c5bc078-f8fc-4424-a18d-eb891c624c35/content>

Marqués del Atrio. (29 de septiembre de 2021). *¿Qué es el mosto?*.
<https://grupomarquesdelatrio.com/blog/vino/que-es-el-mosto/#:~:text=Como%20bien%20decimos%2C%20el%20mosto,%C3%A9%20podr%C3%A1n%20elaborarse%20grandes%20vinos>

Mendoza Chacón, J. H. (2010). Uso de la tecnología de membranas en la clarificación de vinos. *ReCiTeIA*, 10(2), 25-69. https://documen.site/download/uso-de-la-tecnologia-de-membranas-en-la_pdf

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (15 de noviembre de 2022). *Pitahaya de Ecuador se exporta ya a 56 países: Perú se suma a la lista*. Gobierno del Encuentro.
<https://www.agrocalidad.gob.ec/pitahaya-de-ecuador-se-exporta-ya-a-56-paises-peru-se-suma-a-la-lista/#:~:text=En%20Ecuador%20existen%201.528%20hect%C3%A1reas,la%20exportaci%C3%B3n%20de%20este%20rubro>

- Nazralla, B. J. J., Paladino. S. C., Vila. H, F. y Lucero, C. C. (2009). Manual de Técnicas Analíticas para mostos y vinos.
<https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/6664>
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 374. (2016). *Bebidas alcohólicas. Vino de frutas. Requisitos*. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_374-3.pdf
- Ocaña Lara, E. Y. (2017). *Obtención de un vino a partir de la pitahaya roja (Hylocereus undatus), con tres tipos de endulzantes*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria del Ecuador] Centro de Información Agraria. <https://cia.uagraria.edu.ec/>
- Osuna Enciso, T., Ibarra Zazueta, Ma. E., Muy Rangel, Ma. D., Valdez Torres, J. B., Villareal Romero, M., y Hernández Verdugo, S. (2011) Calidad postcosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) cosechados en tres estados de madurez. *Fitotecnia Mexicana* 34(1) 63-72. <https://revistafitotecniamexicana.org/34-1.html>
- Pérez, C. (2022). *Pitahaya: beneficios y propiedades*. Natursan.
<https://www.natursan.net/pitahaya-beneficios-y-propiedades/>
- Riquelme Barros, R. (2 de febrero de 2021). *Rendimientos, Mermas y Precio Limpio*. Gastronomía Rentable. <https://www.gastronomiarentable.com/post/rendimientos-mermas-y-precio-limpio>
- Rojas López, M. (2004). Estandarización del proceso de clarificación del vino de feijoa (*Feijoa sellowiana* berg) en el municipio de Tibasosa. [Tesis de pregrado, Universidad Abierta y a Distancia] Repositorio Institucional Universidad Abierta y a Distancia.
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20122/mrojasl.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salazar Espinoza, G. A. (2010) *Estudio de la influencia de tres variedades de levaduras vínicas (saccharomyces bayanus (lalvin ec1118), saccharomyces bayanus (lalvin*

qa23), *saccharomyces cerevisiae* var. *cerevisiae* (*lalvin icv opale*)) y levadura de panificación (*saccharomyces cerevisiae*) en la calidad sensorial del vino de manzana, variedad emilia (*malus communis* - reineta amarilla de blenheim). [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato] Repositorio Universidad Técnica de Ambato.
https://repositorio.uta.edu.ec/simple-search?location=%2F&query=Galo+Arcenio+Salazar+Espinoza&rpp=10&sort_by=score&order=desc

Valeriano Valverde, J. B. (2020). Elaboración vino de fruta.

<https://hotmart.com/es/marketplace/productos/elaboracion-de-vino-de-frutas/S49410622W>

Velasco, O. (25 de abril de 2022). *Así es como debes activar tu levadura seca en casa para lograr horneados perfectos*. Directo al paladar.

<https://www.directoalpaladar.com.mx/ingredientes-y-alimentos/asi-como-debes-activar-tu-levadura-seca-casa-para-lograr-horneados-perfectos>

Vera Vera, A. E., y López Vera, Y.A. (2021). Calidad postcosecha de pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Haw) y amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en diferentes estados de madurez y temperaturas de conservación. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. Repositorio Dspace, <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/handle/42000/1450?show=full>

Verona-Ruiz, A., Urcía Cerna, J., y Paucar Menacho, L. M. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439-453.

<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/3062/3404>

Vino de Fruta. (2010). *Determinación de alcohol en vinos*. Vinodefruta.com.

<http://www.vinodefruta.com/Medicion%20de%20alcohol.htm#:~:text=Para%20medir>

%20el%20%E2%80%9CAcohol%20Potencial,s%C3%B3lidos%20solubles%20y%20la%20densidad.


Zamora Marín, F. (18 de diciembre de 2013). *La química del color del vino*. Acenología.
https://www.acenologia.com/quimica_color_vino_cienc1213/

Zanin, T. (septiembre de 2022). *Pitahaya: 8 beneficios y propiedades*. Tua Saúde.
<https://www.tuasaude.com/es/beneficios-de-la-pitahaya/>

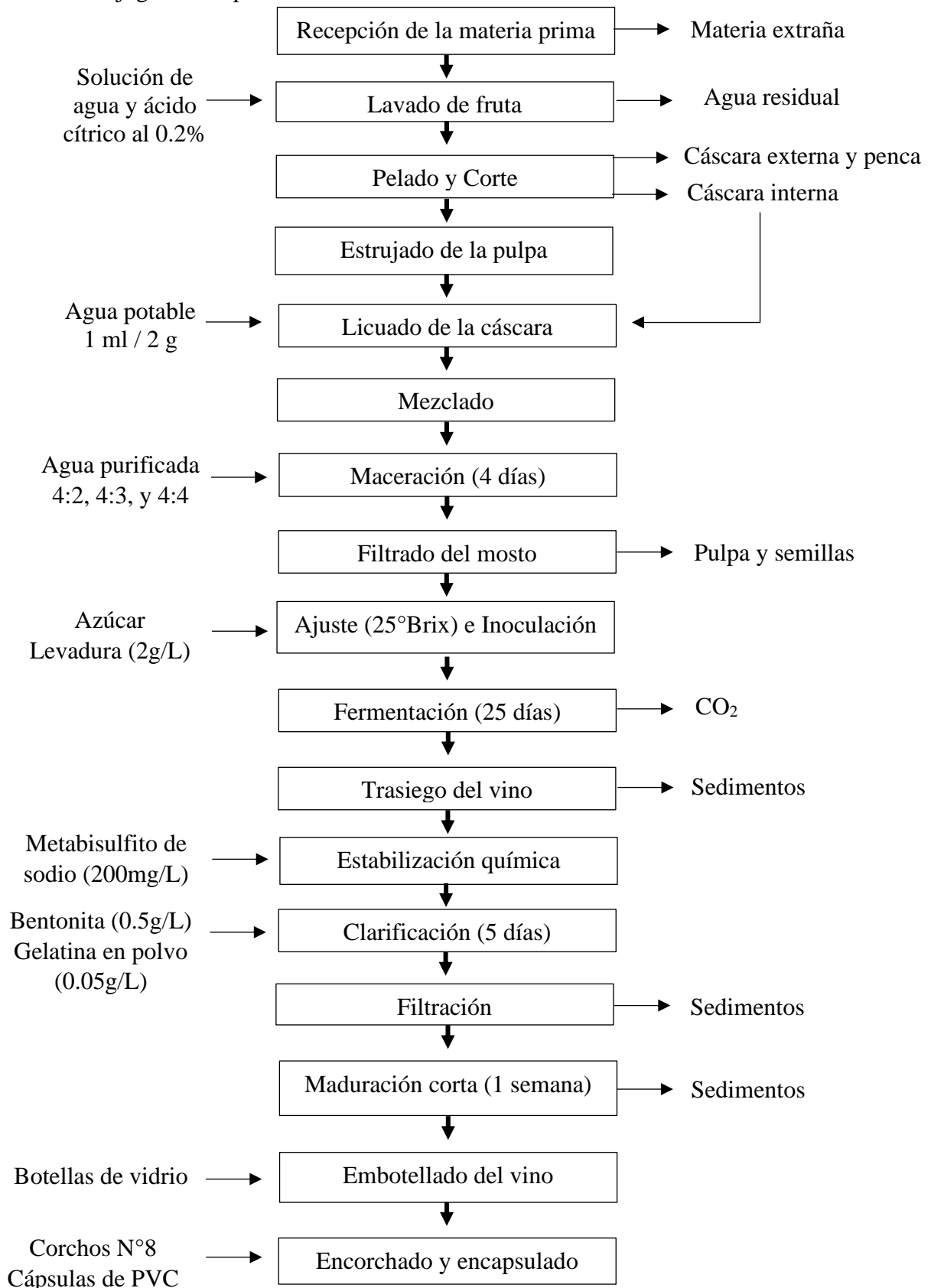
Zurita Malliquinga, W. P. (2011). *Elaboración de vino de frutas (pitahaya *hylocereus triangularis* y carambola *averrhoa l.*) en 3 diferentes concentraciones de mosto y con 2 tipos de levaduras del género *saccharomices* (*s. cereviceae* y *s. ellipsoideus*).* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio Institucional Biblioteca General. <http://repositorio.utc.edu.ec/>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica del vino de pitahaya

	Ficha técnica de producto terminado	Agroindustrial La Felipa S.A AGROFESA
Elaborado por: Jannell Misael Moraga Vivas	Revisado por:	Versión 2022
Nombre del producto	Vino de Pitahaya	
Descripción del producto	El vino de fruta es un producto de consistencia líquida, obtenido como resultado de la fermentación del jugo o mosto de fruta, dicha fermentación alcohólica se da por acción de levaduras, añadiendo azúcares, sulfitos y agentes clarificantes para mejorar su aspecto.	
Lugar de elaboración	Ecuador, Manabí, Rocafuerte, Agroindustrial La Felipa S.A, AGROFESA	
Presentación de Producto	750 ml / 75cl en botellas de cristal transparente.	
Características Organolépticas	Aroma: Complejo, frutal, cítrico. Sabor: Característico frutal con leve notación a limón Color: Tonalidades entre rojos, amarillos y naranjas	
Imagen del producto		

Anexo 2. Flujoograma de proceso de elaboración del vino



Anexo 3. Formato de resultados de análisis fisicoquímicos de mostos iniciales y vinos

Formato de mediciones de grados brix/pH/grado de alcohol			
Tratamientos	Primera Repetición	Segunda Repetición	Tercera Repetición
A₁B₁			
A₁B₂			
A₂B₁			
A₂B₂			
A₃B₁			
A₃B₂			

Anexo 4. Base de datos de pH en mosto inicial

Formato de mediciones de pH en mosto inicial									
Tratamientos	Primera Repetición			Segunda Repetición			Tercera Repetición		
A₁B₁	3.93	3.93	3.93	3.92	3.92	3.92	3.94	3.94	3.94
A₁B₂	3.92	3.92	3.92	4.00	4.00	4.00	3.88	3.88	3.88
A₂B₁	3.90	3.90	3.90	3.91	3.91	3.91	3.92	3.92	3.92
A₂B₂	3.90	3.90	3.90	3.91	3.91	3.91	3.92	3.92	3.92
A₃B₁	3.87	3.87	3.87	3.87	3.87	3.87	3.90	3.90	3.90
A₃B₂	3.86	3.86	3.86	3.87	3.87	3.87	3.89	3.89	3.89

Anexo 5. Base de datos de pH en vinos

Formato de mediciones de pH en vinos									
Tratamientos	Primera Repetición			Segunda Repetición			Tercera Repetición		
A₁B₁	3.96	3.96	3.96	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94
A₁B₂	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.98	3.98	3.98
A₂B₁	3.85	3.85	3.85	3.89	3.89	3.89	3.90	3.90	3.90
A₂B₂	3.89	3.89	3.89	3.91	3.91	3.91	3.88	3.88	3.88
A₃B₁	3.85	3.85	3.85	3.86	3.86	3.86	3.89	3.89	3.89
A₃B₂	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.88	3.88	3.88

Anexo 6. Base de datos de grados brix en mosto inicial

Formato de mediciones de grados brix en mosto inicial									
Tratamientos	Primera Repetición			Segunda Repetición			Tercera Repetición		
A₁B₁	1.50	1.50	1.50	0.80	0.80	0.80	0.90	0.90	0.90
A₁B₂	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10
A₂B₁	1.70	1.70	1.70	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.50
A₂B₂	1.10	1.10	1.10	0.60	0.60	0.60	0.90	0.90	0.90
A₃B₁	1.30	1.30	1.30	0.50	0.50	0.50	0.40	0.40	0.40
A₃B₂	0.70	0.70	0.70	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60

Anexo 7. Base de datos de grados brix finales en vinos

Formato de mediciones de grados brix finales en vinos									
Tratamientos	Primera Repetición			Segunda Repetición			Tercera Repetición		
A₁B₁	10.50	10.50	10.50	10.80	10.80	10.80	11.60	11.60	11.60
A₁B₂	12.90	12.90	12.90	11.80	11.80	11.80	11.50	11.50	11.50
A₂B₁	12.30	12.30	12.30	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20
A₂B₂	12.10	12.10	12.10	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
A₃B₁	13.10	13.10	13.10	12.80	12.80	12.80	12.50	12.50	12.50
A₃B₂	14.00	14.00	14.00	13.20	13.20	13.20	12.40	12.40	12.40

Anexo 8. Instrumento de evaluación organoléptica de vino de Pitahaya

Universidad Nacional Agraria
Facultad de Agronomía
Ingeniería en Agroindustria de los Alimentos



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

Instrumento de evaluación organoléptica de vino de Pitahaya
(*Hylocereus undatus*)

Instrucciones de la evaluación: Como puede observar, frente a usted se encuentran seis muestras de vino de Pitahaya (*Hylocereus undatus*) los cuales están identificados con un código, se le solicita que marque con una X o un \checkmark en el cuadro que corresponda según su criterio y percepción sensorial de cada una de las muestras.

Olor/Color/Sabor/Transparencia del vino

Muestra	A ₁ B ₁				A ₁ B ₂				A ₂ B ₁				A ₂ B ₂				A ₃ B ₁				A ₃ B ₂						
	o	c	s	t	o	c	s	t	o	c	s	t	o	c	s	t	o	c	s	t	o	c	s	t	o	c	s
Me agrada mucho																											
Me agrada moderadamente																											
Me agrada levemente																											
Ni me agrada ni me desagrada																											
Me desagrada levemente																											
Me desagrada moderadamente																											
Me desagrada mucho																											

Observaciones:

Anexo 9. Instrumento de evaluación organoléptica dada por Somelier

Universidad Nacional Agraria
Facultad de Agronomía
Ingeniería en Agroindustria de los Alimentos



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

Instrumento de evaluación organoléptica de vino de Pitahaya
(Hylocereus undatus)

Instrucciones de la evaluación: Como puede observar, frente a usted se encuentran seis muestras de vino de Pitahaya (*Hylocereus undatus*) los cuales están identificados con un código, se le solicita que marque con una X o un \checkmark en el cuadro que corresponda según su criterio y percepción sensorial de cada una de las muestras.

Color/Olor/Sabor/Transparencia del vino

Muestra \ Percepción	A ₁ B ₁				A ₁ B ₂				A ₂ B ₁				A ₂ B ₂				A ₃ B ₁				A ₃ B ₂							
	o	c	s	t	o	c	s	t	o	c	s	t	o	c	s	t	o	c	s	t	o	c	s	t	c	o	s	t
Me agrada mucho			x		x		x																		x		x	x
Me agrada moderadamente	x					x	x	x					x		x		x		x	x					x			
Me agrada levemente				x						x				x	x		x											
Ni me agrada ni me desagrada		x							x	x																		
Me desagrada levemente																												
Me desagrada moderadamente																												
Me desagrada mucho																												

Observaciones: El vino A₃B₂ presenta notaciones de acidez, cítrico como limón, ausencia de avinagramiento, podría mejorar transparencia.

Anexo 10. Puntaje de las formulaciones según panel piloto

Panelistas	Dilución del Mosto	Agente Clarificante	Olor	Color	Sabor	Transparencia
Catador 1	Relación 4:2	Gelatina	6	6	7	4
Catador2	Relación 4:2	Gelatina	6	6	7	5
Catador 3	Relación 4:2	Gelatina	6	6	7	5
Somelier	Relación 4:2	Gelatina	6	4	7	5
Catador 1	Relación 4:2	Bentonita	6	6	7	6
Catador 2	Relación 4:2	Bentonita	7	6	7	5
Catador 3	Relación 4:2	Bentonita	6	6	7	6
Somelier	Relación 4:2	Bentonita	7	6	7	6
Catador 1	Relación 4:3	Gelatina	5	5	6	4
Catador 2	Relación 4:3	Gelatina	5	5	6	5
Catador 3	Relación 4:3	Gelatina	4	4	6	4
Somelier	Relación 4:3	Gelatina	6	4	5	4
Catador 1	Relación 4:3	Bentonita	5	5	7	5
Catador 2	Relación 4:3	Bentonita	5	6	6	5
Catador 3	Relación 4:3	Bentonita	5	5	6	6
Somelier	Relación 4:3	Bentonita	6	5	6	5
Catador 1	Relación 4:4	Gelatina	5	6	6	6
Catador 2	Relación 4:4	Gelatina	6	6	6	5
Catador 3	Relación 4:4	Gelatina	5	5	6	5
Somelier	Relación 4:4	Gelatina	6	5	6	6
Catador 1	Relación 4:4	Bentonita	6	6	7	7
Catador 2	Relación 4:4	Bentonita	6	7	7	7
Catador 3	Relación 4:4	Bentonita	6	6	7	6
Somelier	Relación 4:4	Bentonita	7	6	7	7

Anexo 11. Cuadro de análisis de confianza para pH en mosto inicial (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	2	4, 6E-03	7.50	0.0055
Dilución del Mosto	0.01	2	4, 6E-03	7.50	0.0055
Error	0.01	15	6, 1E-04		
Total	0.02	17			

Anexo 12. Cuadro de análisis de confianza para grados brix en mosto inicial (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.85	2	0.43	2.62	0.1060
Dilución del Mosto	0.85	2	0.43	2.62	0.1060
Error	2.45	15	0.16		
Total	3.30	17			

Anexo 13. Cuadro de análisis de confianza para pH en vinos (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	5	3, 8E-03	6.69	0.0034
Dilución del Mosto	0.02	2	0.01	16.19	0.0004
Agente Clarificante	2, 2E-05	1	2, 2E-05	0.04	0.8471
DM * AC	5, 8E-04	2	2, 9E-04	0.50	0.6159
Error	0.01	12	5, 7E-04		
Total	0.03	17			

Anexo 14. Test LSD Fisher para pH en vinos considerando variables

Error: 0.0006		gl: 12				
Dilución del Mosto	Agente Clarificante	Medias	n	E.E.		
Relación 4:4	Bentonita	3.86	3	0.01	A	
Relación 4:4	Gelatina	3.87	3	0.01	A	
Relación 4:3	Gelatina	3.88	3	0.01	A	
Relación 4:3	Bentonita	3.89	3	0.01	A B	
Relación 4:2	Bentonita	3.93	3	0.01	B C	
Relación 4:2	Gelatina	3.95	3	0.01	C	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 15. Cuadro de análisis de confianza para grados brix finales en vinos (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10.25	5	2.05	5.80	0.0060
Dilución del Mosto	8.16	2	4.08	11.55	0.0016
Agente Clarificante	1.33	1	1.33	3.78	0.0759
DM * AC	0.75	2	0.37	1.06	0.3774
Error	4.24	12	0.35		
Total	14.49	17			

Anexo 16. Test LSD Fisher para grados brix en vinos finales considerando variables

Error: 0.3533 gl: 12					
Dilución del Mosto	Agente Clarificante	Medias	n	E.E.	
Relación 4:2	Gelatina	10.97	3	0.34	A
Relación 4:3	Gelatina	11.57	3	0.34	A B
Relación 4:3	Bentonita	11.70	3	0.34	A B
Relación 4:2	Bentonita	12.07	3	0.34	B C
Relación 4:4	Gelatina	12.80	3	0.34	C D
Relación 4:4	Bentonita	13.20	3	0.34	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 17. Cuadro de análisis de confianza para grados de alcohol en vinos (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15.33	5	3.07	22.08	< 0.0001
Dilución del Mosto	15.25	2	7.63	54.90	< 0.0001
Agente Clarificante	0.00	1	0.00	0.00	> 0.9999
DM * AC	0.08	2	0.04	0.30	0.7462
Error	1.67	12	0.14		
Total	17.00	17			