



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“ELABORACIÓN DE BEBIDAS FERMENTADAS A BASE DE HIGO
CON LA UTILIZACIÓN DE TRES LEVADURAS”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTORA: MARELY ESTEFANIA FIALLOS LASCANO

DIRECTOR: Ing. IVÁN PATRICIO SALGADO TELLO, MSc.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Marely Estefania Fiallos Lascano

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Marely Estefania Fiallos Lascano, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 07 de diciembre de 2023



Marely Estefania Fiallos Lascano

C. I: 1725626695-4

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Trabajo Experimental, “**ELABORACIÓN DE BEBIDAS FERMENTADAS A BASE DE HIGO CON LA UTILIZACIÓN DE TRES LEVADURAS**”, realizado por la señorita: **MARELY ESTEFANIA FIALLOS LASCANO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Jesús Ramón López Salazar, MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-12-07
Ing. Iván Patricio Salgado Tello, MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2023-12-07
BQF. María Verónica González Cabrera ASESORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2023-12-07

DEDICATORIA

Primero quiero dar gracias, Dios por permitirme cumplir mis metas por darme la fuerza para salir a delante; a mis padres Marcelo Fiallos y Sonia Lascano, quienes con su apoyo y amor incondicional me permitieron cumplir mis sueños, forjándome con valores gracias a ellos he podido llegar lejos, a mis hermanos Luis Fiallos, Ángel Fiallos y Marcela Fiallos que siempre han sido un ejemplo y un apoyo incondicional en mi carrera y sobre todo la fuerza que me brinda mi familia, dedico este logro a todas las personas que me han apoyado en el transcurso de mi carrera profesional.

Marely

AGRADECIMIENTO

Gracias Dios por permitirme terminar mi profesión con salud y vida a guiarme y darme la fuerza para lograr mis metas y mis sueños de obtener un título profesional y ser la persona que soy.

A mis padres los pilares en mi vida que siempre me han apoyado con su paciencia, amor y sus consejos, al apoyo en los momentos más difíciles siempre están ahí para mí por sus esfuerzos dieron frutos y aquí estoy toda una profesional.

A mis hermanos que son un pilar en mi vida el apoyo incondicional que me han brindado en el trayecto de mi carrera y sobre todo a no rendirme.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias, gracias por brindarme una oportunidad de cumplir mis sueños y metas y forjarme como una profesional.

A mi director de tesis, Ing. Iván Patricio Salgado Tello y asesora BQF. María Verónica González Cabrera por el apoyo brindado y los conocimientos compartidos en el trayecto de mi tesis, por su paciencia y dedicación muchas gracias por todo.

Al Ing. Luis Tello quien me ayudó en el trabajo de campo brindándome sus conocimientos, apoyo incondicional la paciencia y dedicación le agradezco por sus consejos gracias.

A mis amigos por el apoyo incondicional en las buenas y las malas, en el transcurso de mi carrera y los buenos momentos que siempre recordaremos gracias por todo.

Marely

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. El higo (Ficus carica).....	3
1.1.1. Variedades.....	3
1.2. Parámetros fisicoquímicos del higo.....	4
1.3. Microbiología del higo.....	5
1.3.1. Levadura <i>Sacchormyces spp</i>.....	5
1.3.2. Levadura <i>Hanseniaspora spp</i>.....	5
1.3.3. Levadura <i>Pichia spp</i>.....	5
1.3.4. Levadura <i>Torulopsia spp</i>.....	6
1.4. Productos del higo a partir del uso de levaduras.....	6
1.4.1. Bebidas fermentadas a base de higo.....	6
1.5. Tipos y usos de levaduras utilizadas en la elaboración de bebidas fermentadas a base de higo.....	7
1.5.1. Levadura Salvaje de higo (<i>Saccharomyces spp</i>).....	8
1.5.1.1. Usos de levadura Salvaje de higo (<i>Saccharomyces spp</i>).....	8
1.5.1.2. Levadura (<i>Sacchoromyces cerevisiae RC212</i>).....	9
1.5.1.3. Usos de Levadura de vino (<i>Sacchoromyces cerevisiae RC212</i>).....	9
1.5.1.4. Levadura (<i>Saccharomyces cerevisiae Meyen ex E.C.Hansen</i>).....	9
1.5.1.5. Usos Levadura pan (<i>Saccharomyces cerevisiae Meyen ex E.C.Hansen</i>).....	10
1.6. Parámetros fisicoquímicos de la bebida fermentada de higo.....	10
1.7. Análisis sensorial de la bebida fermentada de higo.....	11
1.8. Costo de producción.....	11

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	13
2.1.	Localización y duración del experimento	13
2.2.	Unidades experimentales	13
2.2.1.	<i> Materiales, equipos e insumos</i>	13
2.2.1.1.	<i> Materiales</i>	13
2.2.1.2.	<i> Equipos</i>	14
2.2.1.3.	<i> Reactivos</i>	14
2.3.	Tratamiento y diseño experimental	15
2.4.	Mediciones experimentales	15
2.4.1.	<i> Caracterización de la fruta de higo</i>	15
2.4.2.	<i> Característica de la bebida fermentada</i>	16
2.4.3.	<i> Característica físico químicas</i>	16
2.4.4.	<i> Análisis microbiológico</i>	16
2.4.5.	<i> Análisis sensorial</i>	16
2.4.6.	<i> Análisis económicos</i>	16
2.5.	Análisis estadísticos y pruebas de significancia	16
2.6.	Procedimiento experimental de la bebida fermentada de higo	17
2.6.1.	<i> Elaboración de la bebida Fermentada de higo</i>	17
2.7.	Metodología de la evaluación	19
2.7.1.	<i> Caracterización microbiológica y fisicoquímica en la fruta de higo (Ficus carica)</i> . 19	
2.7.1.1.	<i> Análisis microbiológico</i>	19
2.7.1.2.	<i> Medición del pH</i>	20
2.7.1.3.	<i> Acidez titulable</i>	20
2.7.1.4.	<i> Sólidos solubles</i>	21
2.7.1.5.	<i> Azúcares fermentables</i>	21
2.7.2.	<i> Análisis microbiológico, fisicoquímico y sensorial de la bebida fermentada de higo (ficus carica)</i>	22
2.7.2.1.	<i> Análisis microbiológico de la bebida fermentada</i>	22
2.7.2.2.	<i> Medición del pH en la bebida fermentada</i>	23
2.7.2.3.	<i> Acidez titulable de la bebida fermentada</i>	23
2.7.2.4.	<i> Análisis del Alcohol de la bebida fermentada</i>	24
2.8.	Análisis sensorial	24
2.9.	Análisis económico	25

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
3.1.	Características fisicoquímicas y contenido de levaduras del higo	26
3.1.1.	<i>pH</i>	26
3.1.2.	<i>Acidez</i>	26
3.1.3.	<i>Sólidos solubles</i>	27
3.1.4.	<i>Análisis de los azúcares fermentables</i>	27
3.1.5.	<i>Recuento de levaduras</i>	27
3.2.	Caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial de las bebidas fermentadaselaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras	28
3.2.1.	<i>pH</i>	28
3.2.2.	<i>Acidez</i>	29
3.2.3.	<i>Grados Brix</i>	30
3.2.4.	<i>Densidad</i>	31
3.2.5.	<i>Porcentaje de alcohol</i>	32
3.2.6.	<i>Recuento de Levaduras</i>	33
3.2.7.	<i>Apariencia</i>	34
3.2.8.	<i>Color</i>	35
3.2.9.	<i>Sabor</i>	35
3.3.	Análisis económico	36
	CONCLUSIONES	38
	RECOMENDACIONES	39
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Esquema del experimento	15
Tabla 2-2:	Esquema del Análisis de varianza	17
Tabla 2-3:	Formulación de la bebida fermentada de higo 250ml	19
Tabla 3-1:	Características del Higo.....	26
Tabla 3-2:	Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las bebidas fermentadas a base de higo con la utilización de tres levaduras.....	28
Tabla 3-3:	Evaluación económica de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras.....	36

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Diagrama de flujo para la elaboración de bebidas fermentada a base higo con lautilización de tres levaduras.	17
Ilustración 3-1:	Comportamiento del pH de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras.....	29
Ilustración 3-2:	Comportamiento de la acidez de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras.....	30
Ilustración 3-3:	Comportamiento de los grados Brix, de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras.....	31
Ilustración 3-4:	Comportamiento de la densidad inicial de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras.	32
Ilustración 3-5:	Comportamiento del porcentaje de alcohol de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras.	33
Ilustración 3-6:	Comportamiento del recuento de levaduras de las bebidas fermentadas elaboradas a basede higo con la utilización de tres levaduras.	34
Ilustración 3-7:	Comportamiento de la apariencia de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras.	34
Ilustración 3-8:	Comportamiento del color de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras.....	35
Ilustración 3-9:	Comportamiento del sabor de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras.....	36

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** REALIZACIÓN DE LA SIEMBRA Y CONTEO DE LEVADURAS BENÉFICAS.
- ANEXO B:** MEDICIONES DE LA FRUTA.
- ANEXO C:** MEDICIÓN DE LOS AZUCARES FERMENTABLES.
- ANEXO D:** RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA.
- ANEXO E:** CLASIFICACIÓN, LAVADO TROCEADO Y PESADO DE LA FRUTA.
- ANEXO F:** MEZCLADO, FERMENTACIÓN, SIEMBRA Y CONTEO DE LEVADURAS DE LA BEBIDA FERMENTADA.
- ANEXO G:** MEDICIÓN DEL pH, ACIDEZ, DENSIDAD, Y ANÁLISIS SENSORIAL DE LA BEBIDA.
- ANEXO H:** ANÁLISIS ESTADÍSTICA DEL pH EN LA BEBIDA FERMENTADA DE HIGO CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES LEVADURAS.
- ANEXO I:** ANÁLISIS ESTADÍSTICA DEL % DE ACIDEZ EN LA BEBIDA FERMENTADA DE HIGO CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES LEVADURAS.
- ANEXO J:** ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS GRADOS BRIX EN LA BEBIDA FERMENTADA DE HIGO CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES LEVADURAS.
- ANEXO K:** ANÁLISIS ESTADÍSTICA DE LA DENSIDAD DE LA BEBIDA FERMENTADA DE HIGO CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES LEVADURAS.
- ANEXO L:** ANÁLISIS ESTADÍSTICA DEL PORCENTAJE DE ALCOHOL DE LA BEBIDA FERMENTADA DE HIGO CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES LEVADURAS.
- ANEXO M:** ANÁLISIS ESTADÍSTICA DEL RECuento DE LEVADURAS BENÉFICAS DE LA BEBIDA FERMENTADA DE HIGO CON DIFERENTE LEVADURAS.

RESUMEN

El objetivo fue: Determinar la población de levaduras salvajes presentes en el higo que ayuden al proceso de fermentación, la elaboración de bebidas fermentadas se realizó en el Laboratorio de Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Pecuarias en el cual se utilizó diferentes levaduras como Levadura de pan (*Saccharomyces Cerevisiae Meyen ex e.c. Hansen*), levadura de vino (*Saccharomyces cerevisiae BLVB RC212*) y levadura salvaje de higo (*Saccharomyces spp*); para la elaboración de una bebida fermentada de higo para ser comparadas entre sí contándose con 3 tratamientos y cinco repeticiones. Al determinar la población de levaduras salvajes presentes en la fruta de higo, se obtuvo valores de 290,66 UFC/g, lo cual indica que son las cepas que presentan mayor potencial microbiológico debido a su crecimiento en las etapas iniciales de la fermentación y aportan características especiales a la bebida. En la evaluación de los parámetros físicos y químicos del higo se estableció un promedio de 4,5 para el pH; 0,71% para acidez titulable y 14,7°Brix para los sólidos solubles. Al realizar una caracterización fisicoquímica, microbiológica de las bebidas fermentadas se determinó que con el tratamiento T2 (levaduras de vino) se obtuvo los valores más altos de pH final 3,16; acidez de 0,70%; porcentaje de alcohol 15,17% y levaduras benéficas 300 UFC. En cuanto al análisis sensorial de apariencia, color y sabor las mayores calificaciones fueron para las bebidas elaboradas con levaduras de vino (T2). Al establecer la rentabilidad de las bebidas elaboradas mediante el indicador beneficio costo, se determinó el resultado más alto para las bebidas del tratamiento T1, respuesta económica fue de 1,35 USD, es decir, que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 35%. Se concluye que las bebidas elaboradas (*Saccharomyces cerevisiae BLVB rc212*) presentaron las mejores características fisicoquímicas y organolépticas por lo que se recomienda el uso de esta levadura.

Palabras clave: <HIGO>, <LEVADURA SALVAJE>, <LEVADURA DE PAN>, <LEVADURA DE VINO>, <BEBIDA FERMENTADA>, <CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS>.



0050-DBRA-UPT-2024

ABSTRACT

This study aimed to determine the population of wild yeasts in figs that contribute to the fermentation process. The production of fermented beverages took place in the Laboratory of Biological Sciences at the Faculty of Animal Sciences, employing several yeast strains, including Bread Yeast (*Saccharomyces cerevisiae* Meyen ex e.c. Hansen), Wine Yeast (*Saccharomyces cerevisiae* BLVB RC212), and Wild Fig Yeast (*Saccharomyces* spp). These yeast strains were the basis for a fermented fig beverage with three treatments and five replications each for subsequent comparative analysis. In this process, it was necessary to quantify the population of wild yeasts in figs, resulting in a value of 290.66 CFU/g. This result showed that these strains exhibit considerable microbiological potential due to their growth in the initial stages of fermentation, contributing unique characteristics to the beverage. Physical and chemical parameters of the figs were also evaluated, revealing average values of pH (4.5), titratable acidity (0.71%), and soluble solids (14.7°Brix). In the physicochemical and microbiological characterization of the fermented beverages, Treatment T2 (wine yeasts) exhibited the highest final pH (3.16), titratable acidity (0.70%), alcohol content (15.17%), and beneficial yeasts (300 CFU). Sensory analysis, including appearance, colour, and flavour, awarded the highest scores to beverages crafted with wine yeasts (T2). Assessing the profitability of the beverages through the benefit-cost ratio, Treatment T1 yielded the highest result, with an economic response of 1.35 USD, implying a 35% return for every dollar invested. In conclusion, the beverages produced with *Saccharomyces cerevisiae* BLVB RC212 demonstrated superior physicochemical and organoleptic characteristics. Hence, the use of this yeast strain is recommended.

Keywords: <FIG>, <WILD YEAST>, <BREAD YEAST>, <WINE YEAST>, <FERMENTED BEVERAGE>, <PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS>.



Lic. Mónica Logroño B. Mgs

060274953-3

INTRODUCCIÓN

El higo, es un fruto obtenido de la higuera (*Ficus carica*). Desde el punto de vista botánico el higo no es un fruto sino una infrutescencia, su importancia comercial de los higos secos y en conserva haya aumentado se puede obtener sencillamente en los países que se ubican por debajo del Ecuador, entre los meses de febrero y marzo porque el clima es templado para estos meses del año. En cuanto a los países que están por encima del ecuador, los higos tienden a florecer entre los meses de agosto y septiembre, (Cartagena, 2022 p. 10).

Se piensa que la higuera procede de los países del Oriente Próximo, abarcando desde la zona mediterránea hasta el oeste de Asia. Sin embargo, antiguas civilizaciones del Mediterráneo oriental usaron el higo mucho antes de que llegara a Europa. Probablemente su cultivo se inició en Arabia desde donde se extendió al resto de países (Calahorrano, 2022 p. 22).

Actualmente, una gran cantidad de fruta fresca se pierde en diversas zonas productoras del país por sobreproducción, lejanía de los centros de producción, daños biológicos e inadecuado manejo. Unos de los objetivos de estos países son ayudar con la industrialización del higo a través de la producción de productos elaborados con higo los cuales son: bebidas fermentadas, manjares, postres, miel etc. Una de la más utilizada son las bebidas fermentadas, (Cutipa, 2019 p. 20).

Las bebidas fermentadas se obtienen a partir de la fermentación de los azúcares que contienen algunas frutas (uva, manzana) o cereales (como la avena). El vino, la sidra, el cava o la cerveza son bebidas fermentadas. La graduación de este tipo de bebidas va de los 5 a los 15 grados (es decir, contienen entre un 5% y un 15% de alcohol puro) (Tenorio, 2014 p. 22).

Una pequeña parte de la producción total de higos se vende fresca y el resto como higos secos. Por lo tanto, los higos de pequeño calibre, tanto fresco como secos, pueden causar serios problemas a las empresas comerciales, la mayoría de las operaciones tienen un excedente de higos secos, y el uso industrial de los higos secos es un problema para los productores, porque la principal y prácticamente opción es su fermentación con distintas levaduras para obtener bebidas, (Cartagena, 2022 p. 10).

Dentro de los fermentados se encuentran: vino, cerveza, sidra y sake. Además, son los más sencillos de obtener, ya que se necesita de un líquido azucarado (de fruta o de algún grano), temperatura adecuada y un microorganismo (como la levadura) que transforme el azúcar en alcohol, lo demás es tiempo para que esa levadura pueda lograr dicha transformación; cabe mencionar que en la medida en que aumente el alcohol en el líquido, gradualmente se agotará el

alimento para la levadura (el azúcar), por lo que el aumento de alcohol y escasez de alimento darán como resultado un lugar inhóspito para la levadura y, por ende, una vez terminada su acción de transformación, la levadura morirá, dejando a su paso un líquido con una graduación alcohólica donde la máxima oscila entre 14° y 16° de alcohol, según el tipo de levadura. (Ocaña, 2012 p. 28).

Las levaduras salvajes son aquellas levaduras que encontramos naturalmente en el medio ambiente como en la piel de las frutas, algunos hongos o en la leche, este fue uno de los primeros procesos de producción cervecera en cambio la levadura comercial son levaduras procesadas con condiciones adaptadas para su crecimiento en la utilización de cervezas e industrias alimentaria, (Llerena, 2014 p. 12).

En el presente trabajo se realiza una investigación de la problemática que presenta el higo por edén se ha realizado una recolección de higos y darle una producción ya que los desechan por su proceso de descomposición rápida lo cual se ha optado por realizar una bebida fermentada, ya que para la elaboración de esta bebida es necesario el estado de madures de la fruta de igual manera el procesamiento de esta fruta es desconocida para las personas por lo cual se ha optado por darle una nueva vida a los higos maduros y no desecharlos., el higo es consumido como postre siendo esta la única forma de consumo de tal manera se busca darle un valor agregado por lo tanto se ha aptado por elaborar un vino a base de higo evitando así que la fruta se desperdicie. Motivo por el cual realizará esta investigación para poder brindar más conocimiento a las personas que se dedican a la producción de este fruto exótico a nivel mundial es de 1,264,943 toneladas, (Cutipa, 2019 p. 10).

Por lo expuesto anteriormente los objetivos fueron:

- Determinar la población de levaduras salvajes (*Sacharomyces spp*) presentes en el higo que ayuden al proceso de fermentación.
- Evaluar los parámetros físicos y químicos del Higo (*Ficus carica*).
- Realizar una caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial de las bebidas fermentadas elaboradas.
- Establecer la rentabilidad de las bebidas elaboradas mediante el indicador beneficio costo.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. El higo (*Ficus carica*)

El higo (*Ficus carica*) son infrutescencias y se caracterizan por tener un alto contenido en carbohidratos, minerales, sobre todo potasio y calcio, vitaminas (A, B1, B2, C), fibra dietética y aminoácidos, se caracteriza por su alto contenido en compuestos fenólicos. (Villalobos y Serradilla, 2008, p.3). Es nativo de la región mediterránea del suroeste de Asia y se cosecha dos veces al año, los higos están cubiertos de una piel muy fina de color verde, negro, morado o marrón rojizo, según la temporada y la variedad, en su interior hay frutos reales llamados pequeñas semillas (Catraro, 2014 p. 14).

Los higos tienen un ciclo de producción corto, pero son ampliamente aceptados por los consumidores; su manejo es delicado para fines de comercialización, y su estructura contiene vitaminas, minerales y propiedades esenciales para nuestro organismo (Gallegos, 2021 p. 10).

Según (Palza, 2008 p. 22) menciona que se ha logrado que el higo se adapte debido a su fácil multiplicación rústica y poco cuidadoso la venta de este cultivo es poder consumirlos ya sea frescos o secos, conservándose estos últimos años perfectamente por periodos largos.

1.1.1. Variedades

En el mundo existen algunas variedades de higos, lo cual no todas son comercializadas por sus características y sobre todo porque es una fruta de temporada lo cual dificulta su producción. Existen 3 tipos principales de higos, el higo brown turkey crece principalmente en Israel, Italia y California está disponible de abril a enero los frutos presentan forma de pera miden de 4 a 6 centímetros y tiene la piel de color rojo oscuro (Cartagena, 2022 p. 23).

El higo celeste procede de México y California está disponible en noviembre y enero cuando el fruto madura la piel se torna púrpura y la carne mantiene su color rosado, la variedad del higo Sari lo que es principalmente cultivada en Francia e Israel, aunque también es importante en el mediterráneo la infrutescencia es de color púrpura amarillento y tiende a romperse cuando está madura disponible en marzo y su producción perdura varios meses (INTEREMPRESAS, 2021 p. 1).

1.2. Parámetros fisicoquímicos del higo

Según lo citado por (Palza, 2008 p. 12) en su investigación titulada “evaluación de parámetros tecnológicos en la obtención de vino a partir del higo (*Ficus carica linnaeus*) deshidratada variedad black misión” expone que la fruta tiene un pH 4,9; 0,098 de acidez; 31,4 °Brix y los azúcares 13,23 %.

(Revilla, 2017 p. 29) en su investigación titulada “Influencia de la temperatura, tiempo y pH en la formulación del licor de higo (*Ficus carica*) menciona que la higuera es una planta que soporta las duras condiciones ambientales, aguanta el frío y las heladas leves, crece en diferentes tipos de suelo y tiene buena tolerancia a la salinidad en base a pruebas sensoriales en la región de Arequipa” expone que la fruta tiene un pH de 4,78; 0,9 de acidez; 29,0 °Brix y los azúcares 13,25%.

En la investigación de (Cerro, 2021 p. 36) titulada “obtención y evaluación de destilados a partir de mostos fermentados de higos (*ficus carica*) secos y rehidratados de Tacna” expone que la fruta tiene un pH 5,2; 0,6 de acidez; 55,0 °Brix, y los azúcares 30,0%.

Según lo citado por (Palza, 2008 pág. 21) menciona que las propiedades fisicoquímicas del higo son dependientes de su temperatura, tiempo, clima, ya que estas propiedades hacen que el fruto se ajuste a sus parámetros fisicoquímicos para obtener frutos de calidad para la producción de diversos alimentos y bebidas.

(Revilla, 2017 p. 22) en su investigación titulada “Influencia de la temperatura, tiempo y pH en la formulación del licor de higo (*Ficus carica l.*) en base a pruebas sensoriales en la región de Arequipa” menciona que las propiedades fisicoquímicas de un higo dependen en gran medida de su temperatura, clima, localización, ya que estos parámetros contribuyen a la adecuada maduración del fruto para lograr la calidad del fruto.

Según (Cerro, 2021 p. 23) en su investigación titulada “obtención y evaluación de destilados a partir de mostos fermentados de higos (*Ficus carica*) secos y rehidratados de Tacna” menciona que el higo tiene una corteza de color gris claro y hojas de color verde oscuro que son ásperas al tacto. Sus flores son pequeñas y características de la época de lluvias. La planta debe cultivarse con abundante agua, a pesar del clima seco y el suelo soleado la propiedad fisicoquímica del higo depende de su clima, tiempo, temperatura ya que este fruto se adapta a estos parámetros para así obtener mejoras con relación a las características fisicoquímicas para así obtener un fruto de calidad.

1.3. Microbiología del higo

Según lo citado por (Serradilla, 2022 p. 2) en su investigación titulada “post cosecha de brevas e higo” exponen que dentro de la microbiología del higo encontraron presentes levaduras benéficas tales como *Sacchormyces spp*, *Hanseniaspora spp*, *Pichia spp* y *Torulopsia spp*.

1.3.1. Levadura *Sacchormyces spp*

(Armijos, 2021 p. 21), menciona que el género de *Sacchormyces spp* incluye diferentes tipos de levaduras y forma parte del reino de los hongos, la capacidad para utilizar nitratos y fermentar varios carbohidratos son las características típicas de las *Sacchormyces* es una levadura con colonias cremosas pueden crecer y madurar en 3 días y muestra un color amarillo oscuro. Muchos miembros de este género se consideran muy importantes en la producción de alimentos un claro ejemplo de la *Sacchormyces* se utiliza en la producción de ron, vino, y cerveza. Esta levadura es una de la más conocida y utilizada en la producción de alimentos ya que es una levadura que no produce daño a la salud y ayuda a la digestión entre otras.

1.3.2. Levadura *Hanseniaspora spp*

Según (Ecalantea, 2021 pág. 21), menciona que *Hanseniaspora spp* es una levadura que predomina durante los 3-4 días de la fermentación alcohólica son anaeróbicas facultativas, presentan un metabolismo respiratorio y además son sensibles a la variación de la concentración de oxígeno en el medio por otra parte, toleran altas concentraciones de azúcares fermentables típicamente encontrados en el mosto de uva y de otras frutas. Generalmente utilizadas en la industria alimentaria.

1.3.3. Levadura *Pichia spp*

Según (Imbach, 2021 p. 35) específicamente en la elaboración de vinos esta levadura ayuda a potenciar el olor y el sabor característico del producto y no afecta a la salud su consumo. Es una levadura con colonias amarillentas a cremosas, con vetas finas además es un microorganismo anaeróbico es fácil de propagarse.

(Armijos, 2021 p. 3) menciona que *Pichia spp* son levaduras capaces de crecer en condiciones ambientales drásticas con un pH bajo o alto, con una humedad muy baja, una presión osmótica elevada e incluso en condiciones anaeróbicas, debido a esta amplia capacidad de supervivencia y

crecimiento.

Según (Imbach, 2021 p. 36), menciona que *Pichia spp* pueden presentarse individualmente o en parejas sus colonias son de tamaño pequeño, color beige, brillantes y relucientes se caracteriza por fermentar azúcares como la glucosa y la sacarosa y asimilar otros como la maltosa, su producción es en la panadería y su consumo es seguro y no presenta daño a la salud.

1.3.4. Levadura *Torulopsia spp*

Según (Chaparro, 2022 pág. 63), menciona que *Torulopsia spp* son levaduras fermentadas, redondas u ovaladas, se reproducen por gemación multilateral y son causas de muchos problemas en las cervecerías, algunas especies también pueden alterar los lácteos como la leche condensada y alimentos con elevada acidez, osmotolerantes son ideales para vinos muy dulces. Por lo general esta levadura no es muy productora ya que presenta muchos problemas en la producción alimentaria no produce daños a salud.

1.4. Productos del higo a partir del uso de levaduras

Según (Gonzales, 2021 p. 36) en su investigación titulada “levadura y alteración de los alimentos” expuso que las levaduras son un grupo de microorganismo que han llamado mucho la atención en la industria alimentaria, estas levaduras se elaboran diversos productos alimenticios y productos fermentados, como vino, jugos fermentados, cidras de frutas, cerveza, yogurt de frutas y licores, entre otros.

Según lo citado por (Vignoble, 2021 p. 10) en su investigación titulada “el higo y sus posibilidades en el mercado” expone que el consumo de higo lo realizan más en estado fresco, pero también se elaboran distintos productos con esta fruta, se la puede encontrar en productos deshidratado, en bombones, bocadillos, en confites, en repostería y panadería en helados y otros, como el licor de higo, cidras de higo y ron de higo.

1.4.1. Bebidas fermentadas a base de higo

Según (Palza, 2008 p. 26), menciona al vino de higo como una bebida de frutas fermentadas elaboradas principalmente de jugo de higo fresco, algunos vinos de higo también se pueden hacer a partir de higos secos reconstituidos, aunque el proceso suele ser más generoso. La fermentación del higo ocurre cuando la levadura introducida interactúa con los azúcares en el jugo, y esta reacción convierte el mosto en etanol mientras conserva todo el sabor, el color y la amargura originales del

jugo.

Según (Solorzano, 2021 p. 14) menciona que el proceso de transformación es lento y suele tener lugar en recipientes o cámaras cerradas, este proceso es la parte más difícil de crear vino de higos obtener suficiente jugo de la fruta para provocar la fermentación y luego controlar los niveles de azúcar para garantizar que la levadura se alimente adecuadamente. Los higos no suelen ser frutas jugosas por esta razón, los enólogos a menudo dejan que los higos maduren el mayor tiempo posible, utilizando frutas maduras para garantizar el máximo contenido de jugo, la preparación de higos para el jugo generalmente implica triturarlos y luego filtrar los sólidos, incluidas las pieles y las semillas. Incluso una botella normal de higos generalmente requiere muchos higos.

Los chefs y enólogos de frutas a menudo combinan higos con grosellas y otras frutas para hacer vinos combinados con un sabor más intenso, y es difícil obtener un sabor distintivo a higo en la mayoría de los jugos de higo y de los vinos de higo puro se envejecen durante más de un año para garantizar la fermentación cuanto más azúcar contenga el jugo, más rápido suele ser el proceso de fermentación, pero demasiada azúcar puede abrumar el sabor suave de la mayoría de los higos (Estupiñan, 2022 p. 22).

Según (Palza, 2008 p. 33) menciona que las bebidas fermentadas derivadas de frutas son principalmente de tipo hidrosoluble y mayoritariamente se tratará de pectinas, el aroma que se percibe de un alimento depende del equilibrio entre las diferentes concentraciones de sustancias volátiles, aromáticos y a la vez, asegura el desarrollo correcto del proceso fermentativo. La temperatura es un factor importante para el desarrollo de las levaduras se sitúa en torno a los 25° C dependiendo la especie.

1.5. Tipos y usos de levaduras utilizadas en la elaboración de bebidas fermentadas a base de higo

Según lo citado por (Barboza, 2021. p. 22) en su investigación titulada “el higo y sus posibilidades en el mercado” En la actualidad la industria alimentaria ha optado por ocupar en cada procesamiento elaboración de productos todo tipo de levaduras que ayudan a fermentar, una de las más utilizadas es la *Saccharomyces cerevisiae* esta levadura se pueden encontrar en frutas, vinos, cervezas ya procesadas.

Según lo citado por (Sceni, 2022 p. 36) en su investigación sobre las levaduras y que es titulada “Ingredientes multicomponentes a partir de levadura” expuso que el estudio de sus propiedades interraciales y su aplicación en alimentos el uso principal de esta levadura es como agente

fermentador, la levadura *S. cerevisiae* se lo puede emplear de forma inactiva ya sea como un complemento nutricional y sirve también como materia prima para la obtención de derivados de alto valor para la industria alimentaria de los productos que se destaca es el vino de frutas ya que su fermentaciones se realiza con diversas levaduras (Sceni, 2022 p. 36).

1.5.1. Levadura Salvaje de higo (*Saccharomyces spp*)

De acuerdo con (Cutipa, 2019 p. 36) esta levadura se lo puede conseguir de forma natural en la parte externa de la fruta, una de las características principales es la clave para la producción de alcoholes, es utilizada más para los productos fermentados ya que ayuda a potenciar el aroma característico de la fruta. Las levaduras salvajes se adaptan con facilidad a las condiciones reinantes en las bodegas de fermentación cuando la contaminación ocurre precozmente las levaduras y contaminantes no se propagan durante la fermentación.

Según (YGEIA, 2022 p. 1) en su investigación titulada “Ventajas y riesgos del uso de levadura silvestre” expuso que el mosto aporta a las levaduras fuentes de carbono, nitrógeno, fósforo y azufre, que permiten el crecimiento de esta. Las fuentes de carbono más importantes presentes en el mosto, son las hexosas glucosa y fructosa, que permiten a las células de levadura obtener energía mediante la fermentación alcohólica.

(Kanter, 2021 p. 22), menciona que las poblaciones de cultivo indicador son 1×10^{10} UFC para garantizar una población de levaduras suficiente para una fermentación adecuada.

1.5.1.1. Usos de levadura Salvaje de higo (*Saccharomyces spp*)

Según (Cerro, 2021 p. 33), en su investigación titulada “obtención y evaluación de destilados a partir de mostos fermentados de higos (*Ficus carica*) secos y rehidratados de Tacna” menciona que la fermentación se realizó en tres etapas utilizando levadura de higo silvestre, un pie de cuba, el inicio de la primera fermentación fue en condiciones ambientales, durante 3 días con control de parámetros estándar y corrección de acidez, luego con otro se reemplazó un lote de los mismo higos con este lote agotado y se inició la segunda fermentación desarrollada durante 5 días, también se revisaron los parámetros y ajustes del proceso. Se repite el proceso, dando como resultado la tercera fermentación, que dura 10 días gracias al aumento de la concentración de azúcar y al lento trabajo de la levadura.

1.5.1.2. Levadura (*Sacchoromyces cerevisiae* RC212)

De acuerdo con (Suárez, 2021 pág. 22), menciona que actualmente esta levadura es utilizada específicamente para la elaboración de vino, esta levadura fue modificada para la obtención de mejores características para el vino ya sea en su aroma, sabor y color generalmente lo utilizan para vinos rojos o también para la elaboración de bebidas fermentadas de frutas o sidras entre otras.

Según (Vignoble, 2021 p. 22), menciona que Levadura (*Sacchoromyces cerevisiae* RC212 fue seleccionada para mejorar las características y potenciar las uvas Pinot Noir, especialmente en cuanto a los polifenoles una de las ventajas que presenta esta levadura es extraer y proteger el contenido fenólico del vino, la absorción limitada de polifenoles en su pared permite reducir el color y taninos envejecidos en barricas además de esta característica desarrolla aroma de frutos rojos y especias.

(Kanter, 2021 p. 33), menciona que las poblaciones de cultivo indicador se establecieron en 1x 10⁶UFC para garantizar una población de levadura suficiente para una fermentación adecuada.

1.5.1.3. Usos de Levadura de vino (*Sacchoromyces cerevisiae* RC212)

Según lo citado por (Palza, 2008 p. 36) en su investigación titulada “evaluación de parámetros tecnológicos en la obtención de vino a partir del higo (*Ficus carica linnaeus*) deshidratada variedad black misión” menciona que la fermentación fue a dos rangos temperatura utilizando levadura de vino, un pie de cuba, el inicio de la fermentación se llevó a cabo en un lugar ambientado se deja reposar un periodo de 6 días por un tiempo determinado hasta disminuir los sólidos solubles; se realizaron los besuqueos requeridos por el producto a fin de controlar el proceso de fermentación.

1.5.1.4. Levadura (*Saccharomyces cerevisiae* Meyen ex E.C.Hansen)

La *Saccharomyces cerevisiae* son redondas, ovaladas o alargadas y suelen estar aisladas en pequeños grupos; las colonias son de color blanco cremoso, aunque también se ha descrito que algunas cepas pueden crecer hasta formar colonias gruesas de aspecto irregular, es una especie de levadura vigorosa, resistente al alcohol etílico y dióxido de azufre así obteniendo características necesarias para el proceso fermentativo (Llopis Pla, 2022).

(Llopis Pla, 2022) menciona que la levadura se encuentra en la superficie de las frutas la cual puede ser aislada para la elaboración de diferentes alimentos y bebidas, tales como bebidas alcohólicas (vinos, cervezas, sidras, sake), refrescos, productos de pastelería y panadería, productos fermentados, productos salados y conservados.

Las poblaciones de cultivo indicador se establecieron en 28 UFC, para garantizar una población de levadura. (Revilla, 2017 p. 29)

1.5.1.5. Usos Levadura pan (*Saccharomyces cerevisiae* Meyen ex E.C.Hansen)

Según lo citado por (Cutipa, 2019 p. 36) “evaluación del efecto de diferentes cepas de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* sobre las características fisicoquímicas y sensoriales del vino de higo(*Ficus carica*)” expuso que las *Sacchoromyces cerevisiae* para su utilización como inóculos para realizar fermentaciones controladas para lograr dicho propósito se debe lograr una dominancia del inóculo seleccionado respecto a la flora nativa presente en el mosto, para ello el inóculo debe alcanzar una concentración de levaduras de 1×10^6 a 3×10^6 UFC/ml esta dosis puede variar según las condiciones del mosto, se utilizó para fermenta barricas de madera para la obtención de mejores características.

1.6. Parámetros fisicoquímicos de la bebida fermentada de higo

Según lo citado por (Revilla, 2017 p. 36), en su investigación titulada “influencia de la temperatura, tiempo y pH en la formulación del licor de higo (*Ficus carica* L.) en base a pruebas sensoriales en la región de Arequipa” expone que la bebida fermentada de higo tiene pH 4,78; acidez de 0,08; °Brix 29; densidad 1,030g/cc y el grado alcohólico 10 %.

Según lo citado por (Cutipa, 2019 p. 38) “evaluación del efecto de diferentes cepas de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* sobre las características fisicoquímicas y sensoriales del vino de higo (*ficus carica*)” expone que la bebida fermentada de higo tiene un pH 4,5; acidez de 0,9; °Brix 20; densidad 1,083g/cc y el grado alcohólico 11,43 %.

Según lo citado por (Palza, 2008 p. 39), en su investigación titulada “evaluación de parámetros tecnológicos en la obtención de vino a partir del higo (*Ficus carica linnaeus*) deshidratada variedad black misión” expone que la bebida fermentada de higo tiene un pH 4,53, acidez de 0,03275; °Brix de 21,8; y el grado alcohólico 16,14 %.

1.7. Análisis sensorial de la bebida fermentada de higo

(Palza, 2008 pág. 36), en su investigación titulada "evaluación de parámetros tecnológicos en la obtención de vino a partir del higo (*Ficus carica linneaus*) deshidratada variedad black misión" manifiesta que las 2 muestras de vino de higo con diferentes niveles de temperaturas (17°C a 21°C) y (22°C a 26°C) al ser sometidos a una evaluación organoléptica de tipo hedónico en base de una escala de 9 puntos por parte de un panel 6 jueces semientrenados presentaron ciertas características que el mejor tratamiento en temperaturas fue (17°C a 21°C) aceptabilidad: color 7; olor 6.9; aspecto 6,8 y el sabor 7,3.

Según (Cerro, 2021 pág. 41) en su investigación titulada "obtención y evaluación de destilados a partir de mostos fermentados de higo (*Ficus carica l*) secos rehidratados de Tacna "manifiesta que las tres muestras de vino de higo obtenidos con diferentes diluciones ,678(V1:2),372(V1:3) Y 879(V1:4), al ser sometidas a una cata o evaluación organoléptica de tipo hedónico (preferencial), por parte de un panel de 6 jueces semientrenados, encontraron que para la cualidad del sabor, los vinos presentaban ciertas características como gusto a hierba seca, acidez acentuada, cierto amargor astringencia y algún recuerdo de borras, especialmente en la muestra 879, lo cual se evidencia en los promedios asignados por los jueces y el promedio de cada muestra; Las demás cualidades como el olor, color y el aspecto tuvieron mejores puntajes por recordar mejor a la materia prima de origen.

Según lo citado por (Cutipa, 2019 pág. 39) "evaluación del efecto de diferentes cepas de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* sobre las características fisicoquímicas y sensoriales del vino de higo (*Ficus carica*)" expuso que las fermentaciones realizadas del vino de higo mediante inoculación con diferentes cepas *Saccharomyces cerevisiae* (LC) (LS) (LH) al ser sometidos a una evaluación organoléptica de tipo hedónico estructurada en base de una escala de 9 puntos por parte del panel 6 jueces consumidores habituales de vino presentaron cierta característica de la cepa con mejor características fue *Saccharomyces cerevisiae* (LC) y la *Saccharomyces cerevisia*(LH) los que obtuvieron los mejores puntajes en el atributo del color 7 puntos ; olor 7 puntos ; aspecto 6 puntos; sabor 6 puntos.

1.8. Costo de producción

Según lo citado (Llerena, 2014 pág. 33) en su investigación titulada "fermentación alcohólica de higo seco (*Ficus carica*) con levadura inmovilizadas para la obtención de vino y aguardiente" expone que para producir 80.000lit/año en vino de higo de acuerdo con el flujo de caja anual el primer año por introducción y promoción solo se tendrá la ganancia del 20% por botella de vino y

posteriormente se tendrá una ganancia del 50% por lo tanto nuestro precio final será \$9,51 por botella de vino y una tasa de rentabilidad del negocio es 58%, lo que demuestra una buena rentabilidad para este proyecto.

Según lo citado por (Gonzales, 2022 pág. 40) en su investigación titulada “Plan de negocios para la ampliación de la microempresa de vino Don Rufo, ubicado en la ciudad de Condega, departamento Estelí-Nicaragua, año 2014” determina que, para producir 12,228 botellas de vino, es necesario realizar una inversión 1,005.051, se calcularon por indicadores económicos, con una tasa de rentabilidad del negocio es 58%, lo que demuestra que hay una buena de rentabilidad para este proyecto.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Localización y duración del experimento

La evaluación de las bebidas fermentadas a base de higo se realizó en el Laboratorio de Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Pecuarias perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la Av. Panamericana Sur km 1 ½, en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador, teniendo una duración de 120 días.

2.2. Unidades experimentales

Se evaluó un total de 15 unidades experimentales distribuidas en tres tratamientos y cinco repeticiones, de las cuales el tamaño de cada unidad experimental fue de 250 ml cada una, dándonos un total de 3750 ml de bebida fermentada de higo.

2.2.1. *Materiales, equipos e insumos*

2.2.1.1. *Materiales*

- Cuchillos
- Colador
- Tabla de picar
- Mechero de bunsen
- Recipientes
- Botellas
- Corchos
- Barricada
- Micropipetas
- Tubo de ensayos
- Gradillas
- Pinzas
- Puntas micropipetas de 1ml
- Probeta de 200ml
- Pipetas de 10ml
- Guantes

- Mandil
- Marcador
- Cuaderno
- Esfero
- Cajas Petri
- Barrillas de agitación
- Vaso de precipitación 10ml

2.2.1.2. Equipos

- Balanza analítica
- Biorreactor
- pH-metro
- Brixometro
- Alcoholímetro
- Balanza
- Estufa
- Espectrofotómetro
- Auto clave
- Acidómetro
- Refrigerador
- Agitador Magnético
- Cuenta colonias

2.2.1.3. Reactivos

- Levaduras (pan, vino, salvajes)
- Azúcar
- Agua destilada
- Fruta (higo)
- Fenolftaleína
- Hidróxido de sodio a la 0,1N
- Acido 3,5 dinitrosalicílico
- Agar papa dextrosa para levaduras
- Solución buffer, de pH 7,00
- Tartrato de sodio y potasio

2.3. Tratamiento y diseño experimental

Se evaluó el efecto de diferentes levaduras (*Saccharomyces Cerevisiae* Meyen ex e.c. Hansen y *Saccharomyces cerevisiae* BLVB RC212) en la fermentación de una bebida de higo para ser comparadas, con una bebida control (*Saccharomyces spp*); que es la levadura contenida en el higo por lo que se contó con 3 tratamientos experimentales y cada uno de ellos con cinco repeticiones como se observa en la tabla 2-1.

Tabla 2-1: Esquema del experimento

Tratamiento	Código	Repeticiones	T.U.E. ml	Bebida m/l tratamiento
Saccharomyces cerevisiae Meyen ex E.C.Hasen	T1	5	250	1250
Saccharomyces cerevisiae	T2	5	250	1250
Saccharomyces cerevisiae	T3	5	250	1250
TOTAL de bebida fermentada,ml				3750

T.U.E: Tamaño de la unidad experimental, 250 ml de bebida fermentada

Realizado por: Fiallos, Marely. 2023.

Las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) que para su análisis se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + a_i + \epsilon_{ij}$$

Donde

y_{ij} = Valor del parámetro en determinación

μ = Media general

a_i = Efecto de los tipos de levaduras

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

2.4. Mediciones experimentales

2.4.1. Caracterización de la fruta de higo

Las mediciones experimentales que se consideraron para la fruta de higo (*Ficus carica*) fueron:

- pH
- Sólidos Soluble (°Brix)
- Acidez titulable (%)

- Azúcares fermentables (g/L)
- Recuento de levaduras benéficas (UFC/ml)

2.4.2. *Característica de la bebida fermentada*

Las Mediciones experimentales que se consideraron para las tres bebidas alcohólicas fueron:

2.4.3. *Característica físico químicas*

- pH (0-5)
- Acidez titulable (%)
- Sólidos Solubles (°Brix)
- Alcohol (%)

2.4.4. *Análisis microbiológico*

- Recuento de levaduras benéficas (UFC/ml)

2.4.5. *Análisis sensorial*

- Apariencia (Puntos)
- Olor (Punto)
- Sabor (Punto)

2.4.6. *Análisis económicos*

- Costo de producción
- Beneficio/ costos: \$

2.5. Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Los resultados experimentales obtenidos fueron analizados mediante las siguientes pruebas estadísticas:

- Estadística descriptiva en la caracterización de la fruta
- Análisis de Varianza (ADEVA)
- Separación de medias ($P < 0,01$) mediante la prueba de Tukey

El esquema del ADEVA utilizado se reporta en la tabla 2-2.

Tabla 2-2: Esquema del Análisis de varianza

Fuente de Variación		Grados de libertad
Total	$(n - 1) =$	14
Tratamiento	$(t - 1) =$	2
Error	$(n - 1) - (t - 1)$	12

Realizado por: Fiallos, Marely, 2023.

2.6. Procedimiento experimental de la bebida fermentada de higo

2.6.1. Elaboración de la bebida Fermentada de higo

En la figura 1-2, se indica el proceso de elaboración de la bebida fermentada que tiene como materia prima el higo.

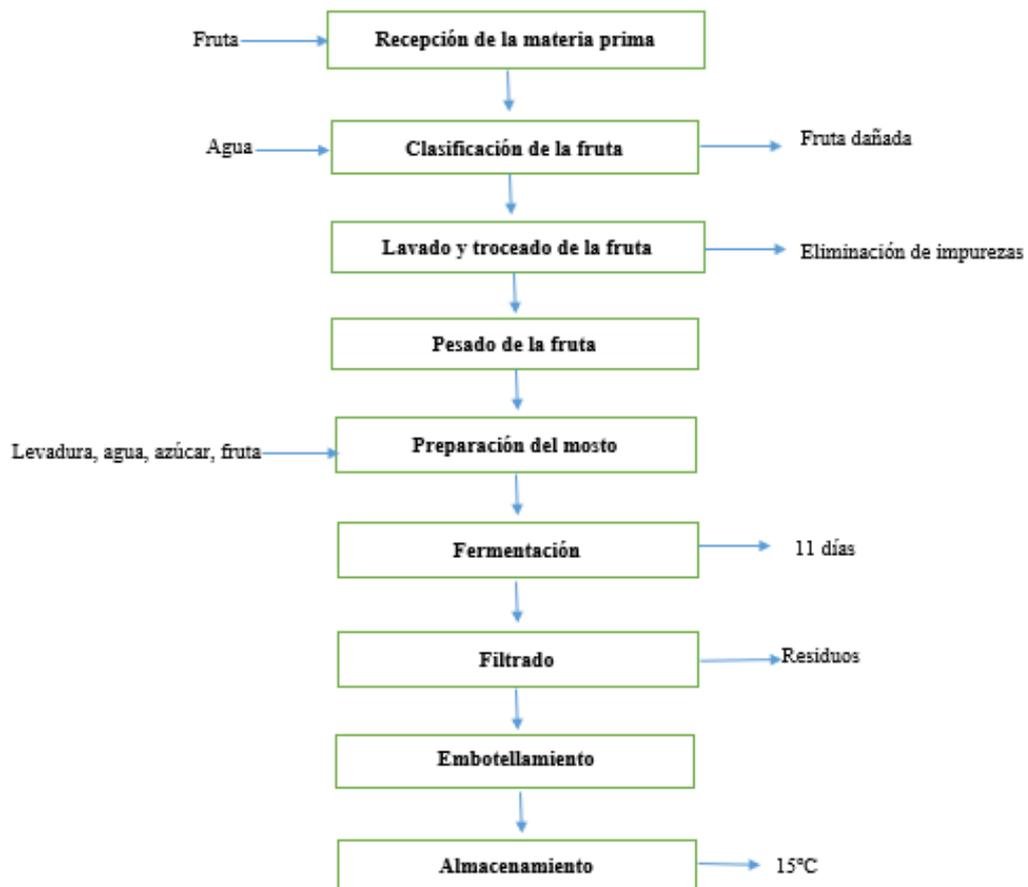


Ilustración 2-1: Diagrama de flujo para la elaboración de bebidas fermentada a base higo con lautilización de tres levaduras.

Realizado por: Fiallos, Marely 2023.

Procedimiento para la elaboración de la bebida fermentada de higo:

- **Recepción de la materia prima:** La fruta (higo) se cosecha de manera inocua en el mes de marzo fecha referencial para recolectar materia prima de calidad.
- **Clasificación:** Se clasifico la fruta en verde, semi maduras y maduras, se procedió a la eliminación de la materia prima dañada y maltratada.
- **Lavado:** Se realizó el lavado de la fruta para eliminar cualquier impureza presente en ella de preferencia con agua destilada para evitar el cloro presente en el agua potable.
- **Troceado:** se procedió al troceado de la fruta de preferencia en cuatro partes.
- **Pesado:** a continuación, se realizó el pesado de la fruta (higo), agua, azúcar y levadura de acuerdo con la formulación establecida.
- **Mezclado:** Se procedió a realizar el vaciado del agua en el envase de vidrio, para luego añadir la fruta troceada y por último agregar el azúcar, se procedió a mezclar con la varilla agitadora hasta disolver por completo el azúcar y por último a colocar la tapa.
- **Inoculación:** Se procedió a colocar en un vaso de precipitación agua destilada que debía estar a una temperatura con un rango de 23°C a 37 °C luego se mezcló con la levadura utilizando la varilla agitadora hasta disolver por completo y verter la levadura en la mezcla que se realizó.
- **Fermentación:** La fermentación se llevó a cabo en un biorreactor de vidrio, utilizando los airlok para evitar así el ingreso del oxígeno, puesto que la fermentación es anaeróbica, durante el proceso se realiza una aireación para que las levaduras se alimenten de la azúcar, transformando en etanol en un ambiente con presencia de oxígeno y de temperatura controlada, a esta fermentación se la conoce como fermentación alcohólica.
- **Fin de la Fermentación:** Después de los 11 días de la fermentación se procedió a destapar el biorreactor donde se controló pH, grados ° Brix, textura, color, turbiedad y temperatura.
- **Filtrado:** se realiza la separación del mosto del líquido con un tamizador para evitarel traspaso de impurezas.
- **Embotellado:** Primero se realizó un lavado a los envases se pasa a esterilizarlos evitando así la contaminación microbiológica. Seguido se procede a embotellar en lugar estéril colocando el corcho.
- **Almacenamiento:** se procede a almacenar la bebida en un lugar oscuro y fresco a una temperatura de 15°C y si se desea una mejor calidad en el producto terminado se puede enterrar la botella.

Tabla 2-3: Formulación de la bebida fermentada de higo 250 ml

Ingredientes	Levadura de pan	Levadura de vino	Levaduras salvajes
H ₂ O, ml	183,13	183,13	183,13
Fruta, g	40	40	40,2
Azúcar, g	26,66	26,66	26,66
Levadura, g	0,2	0,2	0
Total, ml	250	250	250

Realizado por: Fiallos, Marely 2023

2.7. Metodología de la evaluación

Los análisis se determinaron en el laboratorio con el fin de conocer los parámetros fisicoquímicos de la fruta y de la bebida fermentada de higo como el pH, Acidez %, Grados Brix, Grado Alcohólico, análisis microbiológico y el análisis sensorial del producto terminado.

2.7.1. Caracterización microbiológica y fisicoquímica en la fruta de higo (*Ficus carica*)

2.7.1.1. Análisis microbiológico

Las levaduras presentes en la fruta se determinaron, basándose en la norma oficial mexicana NOM-111-SSA1-1994 Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

Preparación de la muestra

La preparación de la muestra debe ser de acuerdo con lo establecido en la NOM-110-SSA1-1994. Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico.

Procedimiento

Se procedió a colocar por duplicado en cajas Petri 1 ml de la muestra líquida directa o de la dilución primaria, utilizando una pipeta estéril seguido repetir el procedimiento tantas veces como diluciones decimales se requiera sembrar, utilizando una pipeta estéril diferente para cada dilución seguido verter de 15 a 20 ml de agar papa dextrosa acidificado, fundido y mantenido a 45 ± 1 °C en un baño de agua. El tiempo entre la preparación de la dilución primaria y el momento en que es vertido el medio de cultivo, no debe exceder de 20 minutos y se precede a mezclar cuidadosamente el medio con seis movimientos de derecha a izquierda, seis en el sentido de las manecillas del reloj, seis en el sentido contrario y seis de atrás para adelante, sobre una superficie lisa. Permitir que la mezcla se solidifique dejando las cajas Petri reposar sobre una superficie

horizontal fría. Preparar una caja control con 15 ml de medio, para verificar la esterilidad. Invertir las cajas y colocarlas en la incubadora a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ después realizar el conteo de cada placa de 3, 4 y 5 días de incubación luego de 5 días, se procede a seleccionar aquellas placas que contengan entre 10 y 150 colonias. Si alguna parte de la caja muestra crecimiento extendido de mohos o si es difícil contar colonias bien aisladas, considerar los conteos de 4 días de incubación y aún de 3 días, se procede a informar el periodo de incubación de 3 o 4 días en los resultados del análisis (NOM-111-SSA1-1994).

2.7.1.2. *Medición del pH*

El pH se determinó basándose en la NTE INEN-ISO 1842 para productos vegetales y de frutas.

Procedimiento.

Esta normativa establece el método para determinar el pH de frutas y verduras, prepara la muestra pesando 5g de fruta, moler y extraer 10 ml de zumo de higo. Filtrar el zumo y proceder a la medición de pH de cada una de las muestras utilizando el pH-metro con la escala graduada en 0,05 unidades de pH (NTE INEN-ISO 1842:2013).

2.7.1.3. *Acidez titulable*

La acidez titulable se determinará, tomando como referencia la norma NTE INEN-ISO 750 para productos vegetales y frutas basándose en el método volumétrico.

Procedimiento:

Esta normativa establece el método para determinar la acidez titulable de frutas y verduras, añadir en el vaso de precipitación 10 ml de muestra de higo, añadir 4 gotas de fenolftaleína a la muestra y agitar. Agregar en el vaso de precipitación la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, hasta que la muestra presente una coloración rosa persistente. Leer en la bureta los ml de hidróxido de sodio consumido (NTE INEN-ISO 750:2013).

Formula:

Se calcula mediante la siguiente ecuación

$$\%A = \frac{XNV1ml(\text{titulante})meqAOpredominante}{2aV2ml(\text{muestra})} \times 100 \quad (\text{NTE INEN ISO 750:2013}).$$

Donde:

N= Normalidad de la solución de hidróxido de sodio. V1= ml de hidróxido de sodio usados para la titulación.

Meq= mili equivalente del ácido que predomina.

V2= volumen de la muestra para analizarla.

2.7.1.4. *Sólidos solubles*

Los sólidos solubles se determinarán, tomando como referencia la norma NTE INE-ISO 2172 para jugos de frutas basándose en el método del picnométrico.

Procedimiento

Esta normativa establece el método del psicométrico de frutas y verduras; el índice de refracción de la solución de prueba se mide desde 20°C a 0,5°C manipulando un refractómetro; el índice de refracción se correlaciona con la cantidad de sólidos disueltos, mediante la lectura directa del refractómetro de la fracción de masa de sólidos disueltos (NTE INEN ISO 2172,2013).

Nota: Esta normativa se utilizó tanto para el análisis de la fruta como para el análisis de la preparación del mosto.

2.7.1.5. *Azúcares fermentables*

Los azúcares fermentables se determinaron utilizando como referencia el Método del Ácido 3,5-dinitrosalicílico de Miller citado por (Lorenz 1959, p,24). Este método se utilizó para determinarlos azúcares fermentables.

Preparación del reactivo Ácido 3,5-dinitrosalicílico

- Pesar 1,6 g de Hidróxido de sodio y 3,8 g de tartrato de sodio y potasio 1g de ácido 3,5-dinitrosalicílico.
- Colocar Hidróxido de sodio en un vaso de precipitación que contenga 50ml de agua destilada y disolver, luego agregar lentamente el tartrato de sodio y potasio y disolver la solución por agitación magnética.
- Finalmente agregar ácido 3,5-dinitrosalicílico protegiendo el reactivo de la luz solar con papel aluminio.
- Aforar la solución con agua destilada en un balón de aforo de 100 ml y dejar en agitación durante 24 horas en un frasco ámbar (Burgos, 2019 p. 7).

Procedimiento para la determinación de azúcares por medio de un espectrofotómetro

En esta prueba se coloca 0,25 ml de muestra y 0,25 ml del reactivo Ácido 3,5-dinitrosalicílico en tubos de ensayo con tapa rosca cubiertos con papel aluminio para evitar la exposición de la luz. Colocar los tubos en ebullición de 90 a 95 °C durante 5 minutos. Detener la ebullición enfriar en el hielo durante 5 minutos y añadir 2,5ml de agua destilada en cada tubo, agitar cada tubo y leer la absorbancia a 540 nm en un espectrofotómetro.

Ecuación para medir la Absorbancia

$$x = \frac{y+0,035}{0,6007} \text{ (Burgos, 2019 p. 7).}$$

Donde:

x= Concentración de azúcares fermentables

y= Absorbancia

2.7.2. *Análisis microbiológico, fisicoquímico y sensorial de la bebida fermentada de higo (ficus carica)*

2.7.2.1. *Análisis microbiológico de la bebida fermentada*

El análisis microbiológico para levaduras se determinó basándose en el método OIV/OENO 206/2010 para el análisis microbiológico de vinos y mostos.

Procedimiento

Esta resolución establece el análisis microbiológico de vinos y mostos; añadir 9 ml de agua destilada en cada tubo de ensayo. Luego esterilizar en el auto clave, cajas Petri, puntas de micropipetas, tubos de ensayo y el agar papa dextrosa. Luego pipetear 1ml de muestra en un tubo preesterilizado que contenga 9ml de agua destilada, agitar el tubo de ensayo durante 20 segundo y transferir 1ml de la primera disolución, de la misma manera agitamos durante 20 segundos y realizamos el mismo procedimiento hasta 7 disoluciones y por último se inocula 1ml de la última disolución en la placa durante 4 días a 25° C al final contar las colonias crecidas con ayuda del contador de colonias (RESOLUCION OIV/OENO 206/2010).

Formula:

Se calcula mediante la siguiente ecuación

$$\frac{UFC}{ml} estimadas = \frac{c1 + c2 + c3 + c4}{56}$$

Donde:

C1= Cuadrante 1

C2= Cuadrante 2

C3= Cuadrante 3

C4= Cuadrante 4

2.7.2.2. *Medición del pH en la bebida fermentada*

El pH de la bebida se determinó basándose en la Resolución OIV-OENO 438-2011 mediante el método de determinación del pH OIV-MA-AS313-15.

Procedimiento

Esta normativa establece el método para determinar el pH en vinos, para esta prueba primero el medidor de pH debe calibrarse con una solución buffer de pH 7. Luego procede a lavar el electrodo con agua destilada y por último secar con un papel absorbente, tomar un vaso de precipitación, agregar 20 ml de la muestra y agitamos. Luego sumerja el electrodo en el vaso de precipitación con la muestra y analizar, evitando que toque las paredes del vaso y por último leer el valor del pH que se obtuvo. Finalmente, una vez utilizado se procede a lavar y secar el electrodo después de cada medición (OIV-OENO, 2022 p. 2).

2.7.2.3. *Acidez titulable de la bebida fermentada*

La acidez se realizó en base a la Norma INE 374 de bebidas alcohólicas, vino de frutas mediante el método de OIV-MA-AS313-01, el procedimiento a seguir fue el siguiente:

Para esta prueba primero colocar 10 ml de muestra en un vaso de precipitación., luego añadir 4 gotas de fenolftaleína en la muestra, agitar. Por último, se agrega lentamente la solución de hidróxido de sodio 0,1N hasta lograr la titulación. Al final se procedió a leer la bureta de hidróxido de sodio consumido (OIV-MA-AS313-01, 2015,p.2).

Fórmula:

Se calcula la acidez total mediante la siguiente ecuación

$$A=10 n$$

Donde:

n= es el ml añadido de hidróxido de sodio mol/L.

10= ml de la muestra

2.7.2.4. *Análisis del Alcohol de la bebida fermentada*

El contenido de alcohol de la bebida fermentada se determinó en base a la siguiente fórmula. (Jotas, 2020, p. 1)

$$\% \text{ Alcohol} = (DI - DF) * (131.25) \text{ (Jotas, 2020, p. 1).}$$

Donde:

D1= Densidad inicial

D2= Densidad final

Procedimiento

Esta normativa establece el (método de picnómetro NTE INE 349:1978) para determinar el grado alcohólico de la bebida fermentada de higo, para esta prueba se añade 250 ml de muestra en una probeta, medir la temperatura a 15 °C y sumergir el alcoholímetro en una probeta de 250 ml. Luego se realizó un movimiento para evitar tocar las paredes y finalmente déjalo reposar y leer los resultados (NTE INE 349:1978).

2.8. Análisis sensorial

La evaluación sensorial se realizó utilizando una prueba de efectiva hedónica escalar de 5 puntos con jueces no entrenados que se dirigieron a 80 personas, (Espinosa, 2020 pág. 41) para determinar la mejor levadura que ofrece las mejores características en la elaboración bebida fermentada de higo, se evaluó los atributos de apariencia, olor y sabor. El análisis se llevó a cabo en la ciudad de Riobamba, en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo específicamente en la facultad de Ciencias Pecuarias, en el laboratorio de Ciencias Biológicas. Los panelistas evaluaron los parámetros, por medio de una prueba hedónica, con un rango de calificación del 1 al 5 en donde:

- Me gusta mucho 5 puntos
- Me gusta 4 puntos
- Ni me gusta ni me disgusta 3 puntos
- M e disgusta 2 puntos
- Me disgusta mucho 1 puntos

Fórmula:

La siguiente fórmula se utilizó para determinar la validez de los atributos evaluados.

X= Calificación de me gusta mucho * número de jueces + calificación de me gusta * número de jueces + calificación de no me gusta ni me disgusta * número de jueces + calificación de me disgusta * número de jueces + calificación de me disgusta mucho * número de jueces / total número de jueces.

2.9. Análisis económico

En el análisis beneficio/costo se evaluó variables de producción para lo cual se divide ingresos totales para los egresos mientras que para el costo de producción se sumó todos los gastos de producción de la bebida fermentada a base de higo y se lo divide para el volumen total obtenido de cada una de la levadura utilizada (Carrera,2023 p.28).

$$\text{Beneficio/costo} \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Egresos totales}}$$

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Características fisicoquímicas y contenido de levaduras del higo

Los resultados obtenidos en el análisis fisicoquímico (pH, acidez, sólidos solubles) y microbiológico del higo (*Ficus carica*) se puede observar en la tabla 3-1, este proceso se llevó a cabo en el Laboratorio de Ciencias Biológicas y en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

Tabla 3-1: Características del Higo

PARÁMETRO	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MÍNIMO	MÁXIMO
pH	4,50	0,10	4,40	4,60
Acidez titulable, %	0,71	0,02	0,68	0,72
Sólidos Solubles, °Brix	14,70	0,26	14,5	15
Azúcares fermentables, g/L	1,1199	0,24	0,9211	1,391
Recuento de levaduras, UFC/g	290,66	10,06	280	300

Realizado por: Fiallos, Marely, 2023.

3.1.1. pH

En la Tabla 3-1, se puede visualizar los resultados de la medición del pH del higo se obtuvo un promedio de $4,5 \pm 0,10$, datos similares a los reportados por (Palza, 2008 pág. 33), quien al caracterizar el higo con diferentes temperaturas presentó valores de pH de 4,78 en higos maduros, mientras que en la investigación de (Cerro, 2021 pág. 55) quien evaluó la misma fruta (higo) reporta un pH de 5,2, considerándose que la variación de estos resultados puede deberse al indicado por (Revilla, 2017 pág. 60) quien manifiesta que el pH puede variar de acuerdo con la diversidad genética y grado de madurez, a medida que va madurando la fruta el pH aumenta.

3.1.2. Acidez

La acidez titulable del higo presenta valores entre 0,68 y 0,72 % por lo que se establece un promedio de $0,71 \pm 0,02$ %, datos que pueden variar de acuerdo con el proceso de maduración en

la fruta lo que concuerda con lo reportado por (Román, 2022 p. 11) quien estableció que los higos maduros presentan una acidez de 0,6 %; teniendo en cuenta que la acidez puede variar dependiendo de fruta y de su proceso de maduración (Revilla, 2017 p. 48).

3.1.3. Sólidos solubles

En la tabla 1-3 se muestra los sólidos solubles analizados del higo el cual se obtuvo como resultado un promedio de $14,70 \pm 0,26$ °Brix, datos que son corroborados por (Ochoa, 2022), quien manifiesta que al caracterizar el higo presentó valores de 14 °Brix; datos que concuerdan con (Yahia, 2022 p. 22), que al caracterizar el higo maduro se obtuvieron valores de 15 °Brix. Según (Chaparro, 2022 p. 11), quien al realizar el estudio al higo establece valores de 12,5 °Brix, esta variación puede deberse a que al realizar la cosecha de la fruta fueron recolectados en diferentes estados de maduración.

3.1.4. Análisis de los azúcares fermentables

En la tabla 1-3 se muestra los resultados de los azúcares fermentables en el higo maduro con un mínimo de 0.9211 g/L y máximo de 1,391 g/L, por lo tanto, con un promedio de 1.1199 ± 0.24 , g/L, datos que se encuentran dentro de lo establecido por (Martínez, 2023, p. 24) quien realizó la obtención de azúcares fermentables presentaron valores de 2,17 g/L. Mientras que (Jiménez, 2022 p. 41) quien obtuvo valores de azúcares fermentables mediante la hidrólisis, presentaron valores de 2g/L. por lo tanto (Sceni, 2022 p. 22), manifiesta que el análisis de los azúcares fermentables en una fruta es un buen parámetro para determinar el potencial fermentativo al elaborar el mosto, por lo tanto, el contenido potencial de alcohol.

3.1.5. Recuento de levaduras

La presencia de levaduras en la fruta de higo fue de $290,66 \pm 10,6$ UFC con variaciones entre 280 y 300 UFC por lo que se establece un rango de 20 UFC como se observa en la tabla 5-3, comportamiento similar a lo presentado en el estudio de (Llerena, 2014 p. 49) quien al realizar un conteo de levaduras en el higo presentaron 300 UFC/ml para la obtención de vino y aguardiente lo que demuestra que las levaduras son aptas para el consumo humano ya que tienen gran importancia en el proceso de fermentación del vino, su función es transformar los azúcares en alcohol.

3.2. Caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla 2-3 describen las pruebas fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales que se realizó a la bebida fermentada de higo (*Ficus carica*) este proceso se llevó a cabo en el Laboratorio de Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Pecuarias.

Tabla 3-2: Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las bebidas fermentadas a base de higo con la utilización de tres levaduras

VARIABLES	TIPOS DE LEVADURA			Prob.	EE
	<i>Saccharomyces spp</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae BLVB RC212</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae Meyen ex E.C.</i>		
pH	3,14 a	3,16 a	3,14 a	0,001	0,06
Acidez, %	0,70 a	0,69 a	0,70 a	0,804	0,07
Solidos Solubles °Brix	6,06 a	1,24 b	2,98 b	0,0001	0,45
Densidad, g/ cm ³	1,00 a	1,00 a	1,00 a	0,110	0,00
Alcohol (Volumétrico %)	15,15 b	15,17 b	10,14 a	0,000	0,05
Recuento de levaduras UFC/g	300,00 b	300,00 b	22,80 a	0,000	0,84

EE: Error Estándar

Prob. <0.01: Existen diferencias altamente significativas

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes

Realizado por: Fiallos, Marely, 2023.

3.2.1. pH

Los valores obtenidos en el pH de las diferentes bebidas fermentadas de higo no se reportó diferencias estadísticas ($P > 0.05$), sin embargo, numéricamente se determinó que tanto en las bebidas elaboradas con levaduras *Saccharomyces cerevisiae BLVB RC212*, se reportó un pH alto de 3,16; a diferencia, de las bebidas elaboradas con levaduras *Saccharomyces spp*, y *Saccharomyces cerevisiae Meyen ex E.C.* presentaron un pH más bajo con valores de 3,14 como se aprecia en el gráfico 2-3. Determinándose que estos resultados son similares a lo reportado por (Cutipa, 2019 pág. 42) quien al elaborar un vino de higo presento un pH de 3,38 mientras que en la investigación de (Palza, 2008 pág. 79) quien al realizar un vino de higo con diferentes temperaturas presento un pH de 4, lo que concuerda con lo reportado por (Revilla, 2017 pág. 14) se menciona que el pH más adecuado para la elaboración de licores debe estar entre 3 y 4 ya que estos valores son propicios para el desarrollo de las levaduras, quien precisa que el pH óptimo para el desarrollo de

las levaduras es de 4,50 a 5,0 aunque pueden sobrevivir desde 3,0 a 7,50.

Según (Norma Técnica Colombiana 708, 2000 p. 3) el pH máximo para bebidas alcohólicas vino de frutas es de 4,0 y la mínima requerida es de 2,8, es decir, los resultados obtenidos de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras cumplen con los requisitos de la norma.

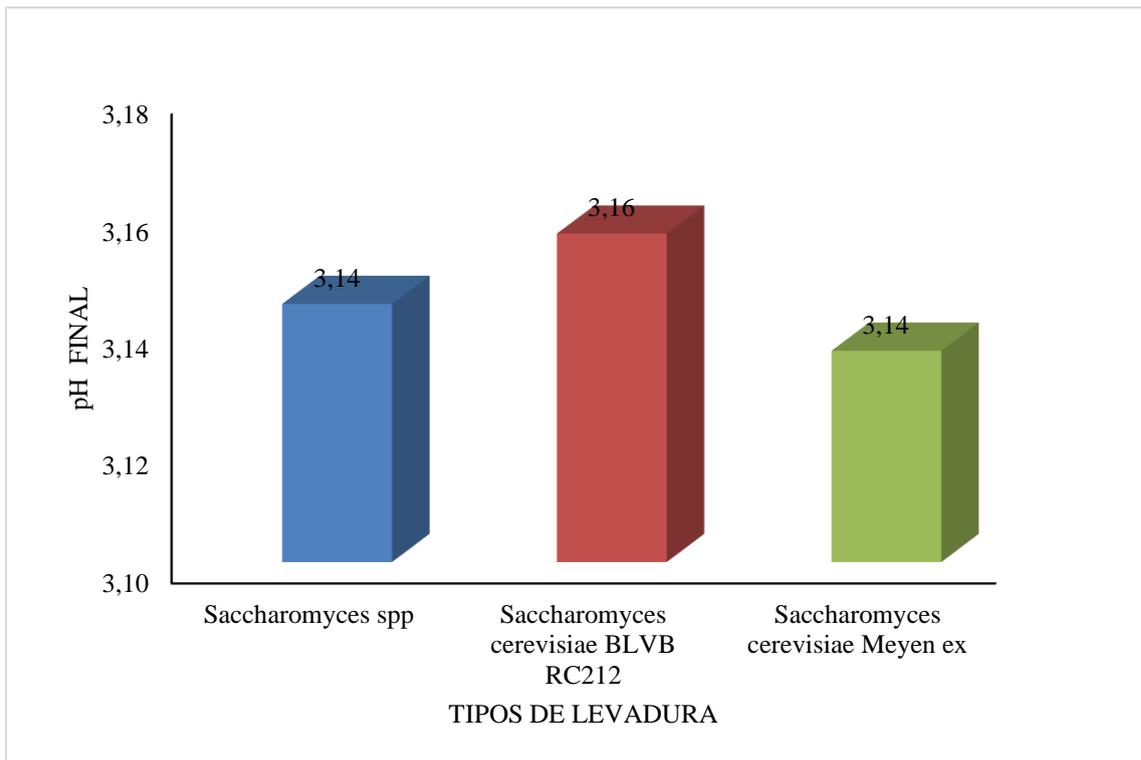


Ilustración 3-1: Comportamiento del pH de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras.

Realizado por: Fiallos, Marely, 2023.

3.2.2. Acidez

Los valores obtenidos en la acidez en las diferentes bebidas fermentadas, no se reportó diferencias estadísticas ($P > 0.05$), sin embargo, numéricamente se determinó que tanto en las bebidas elaboradas con levaduras *Saccharomyces spp* como en las bebidas con levadura *Saccharomyces cerevisiae Meyen ex E.C.* la acidez fue de 0,70%, a diferencia de las bebidas elaboradas con levaduras *Saccharomyces cerevisiae BLVB RC212* las cuales presentaron una acidez inferior con un valor de 0,69%, como se aprecia en el gráfico 4-3. Según (Cerro, 2021 p. 56), quien al caracterizar fermentados de vino de higo presento una acidez de 0.6% datos que son similares a la bebida fermenta de higo. Mientras que (Palza, 2008 p. 60) en su investigación de obtención de vinos de higo presento una acidez de 0,687% esto se debe a la variación de madures de la fruta lo que se

concuerda con (Revilla, 2017 p. 63), quien al realizar un licor de higo reporto una acidez de 0,596975%, esto se debe a que el vino tiene un pH alto y tiende a bajar la acidez lo que demuestra que es un vino semi seco.

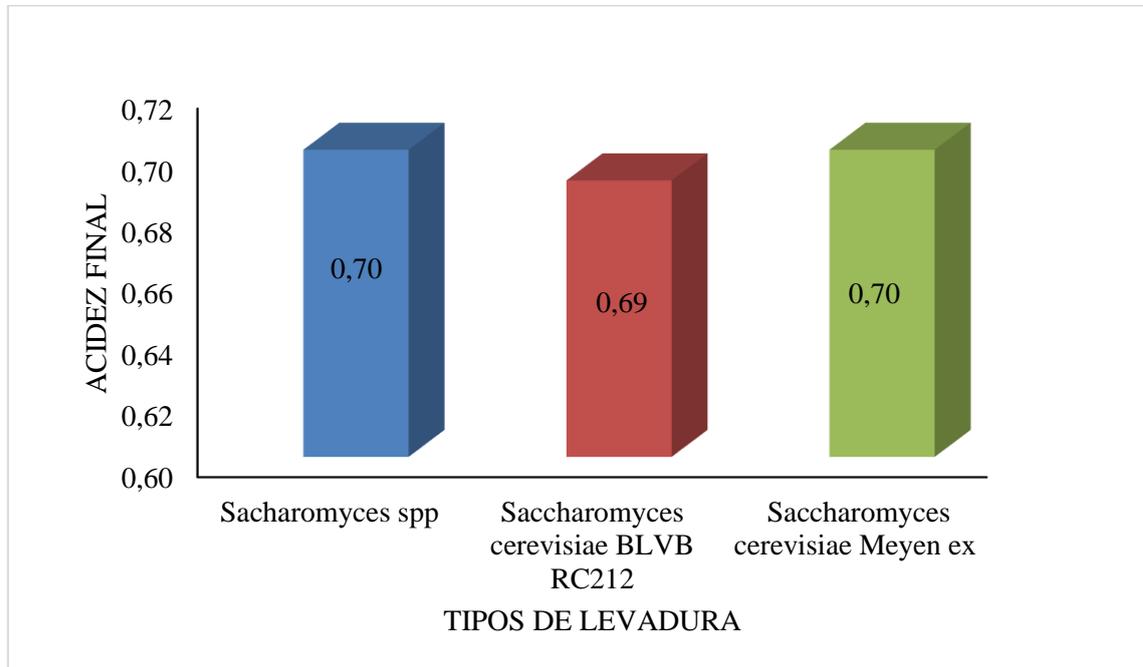


Ilustración 3-2: Comportamiento de la acidez de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras

Elaborado por: Fiallos, Marely, 2023

3.2.3. Grados Brix

Los valores obtenidos de los grados Brix en las diferentes bebida fermentadas elaborada con higo, reportaron diferencias altamente significativas entre medias ($P < 0.01$), sin embargo por la utilización de diferentes tipos de levaduras se determinó que los resultados más altos en las bebidas elaboradas con levadura *Saccharomyces spp*, presento valores de 6,06 °Brix, a diferencia de las bebida elaborada con levadura *Saccharomyces cerevisiae Meyen ex E.C*, presentaron un valor de 2,98 °Brix, finalmente los resultados más bajos fueron registrados en las bebidas elaboradas con *Saccharomyces cerevisiae BLVB RC212* presentaron un valor de 1,24°Brix como se ilustra en el gráfico 3-3

Según (Revilla, 2017 p. 69) quien al realizar un licor de higo presentó un valor de 6,9° Brix, datos que son cercanos a lo encontrado en la presente investigación sin embargo en la investigación (Palza, 2008 p. 32) quien al elaborar un vino de higo con diferentes temperaturas reportó un valor de 6,8°Brix, esto se debe a que mayores concentraciones de azúcar garantizan una adecuada fermentación, en condiciones óptimas de vinificación y un mayor grado alcohólico.

Según la (NOM-199SCFI-2017 p. 22), los azúcares reductores para los vinos secos son menos de 4 g/l y para los vinos semi secos son de 4,1 a 12 g/l es decir, los resultados obtenidos de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras cumplen con los requisitos de la norma.

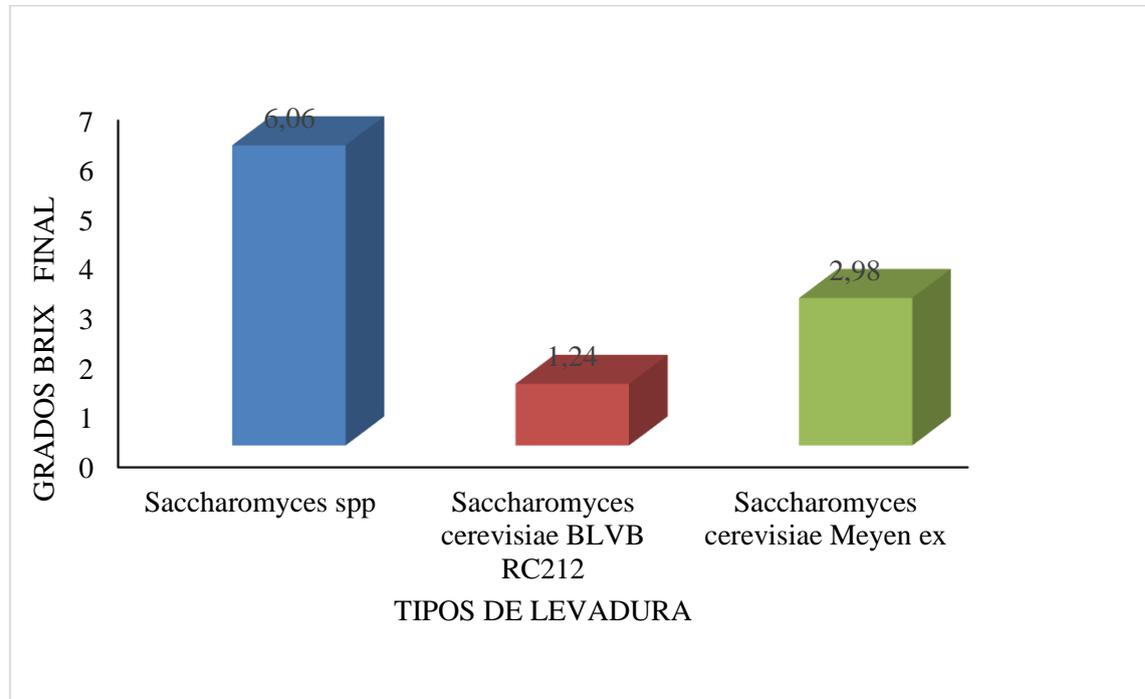


Ilustración 3-3: Comportamiento de los grados Brix, de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras.

Elaborado por: Fiallos, Marely, 2023

3.2.4. Densidad

En los valores de la densidad de las diferentes bebidas fermentadas elaboradas a base de higo, no se registró diferencias estadísticas ($P > 0.05$), entre medias sin embargo de carácter numérico se estableció una densidad de 1,12, tanto para las bebidas elaboradas con levaduras *Saccharomyces spp*, como para las bebidas donde se utilizó levadura *Saccharomyces cerevisiae BLVB RC212*, en tanto que las bebidas elaboradas con levadura *Saccharomyces cerevisiae Meyen ex E.C.* presentaron una densidad inferior de 1,08 como se ilustra en el gráfico 6-3.

Estos datos que son inferiores a lo reportado por (Cutipa, 2019 p. 23), quien utilizó diferentes levaduras para la elaboración de vino de higo obtuvieron una densidad de 1,083. Mientras que (Revilla, 2017 p. 69), al realizar fermentaciones de vino de higo quien presentó una densidad de 1,085,5 datos que es confirmado por (Cerro, 2021 p. 59) quien al realizar fermentaciones de vino de higo reportó una densidad de 1,1162 este cambio de densidad se debe a una fermentación lenta, entre menos azúcar queda más alcohol se produce.

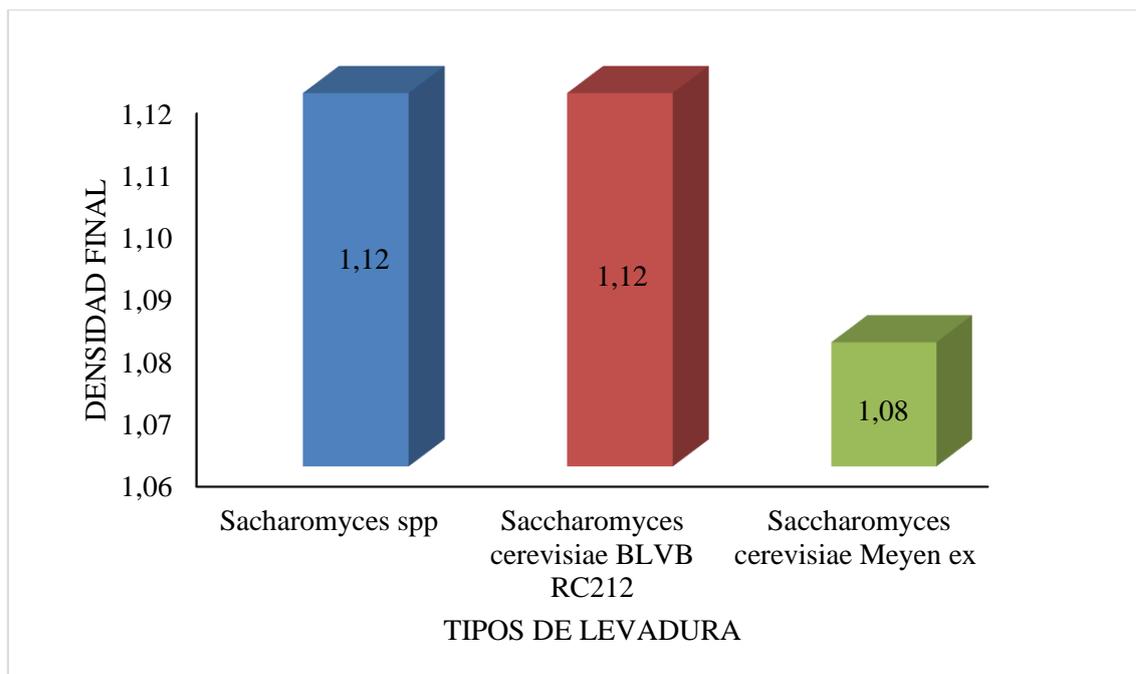


Ilustración 3-4: Comportamiento de la densidad de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras

Realizado por: Fiallos, Marely, 2023

3.2.5. Porcentaje de alcohol

En los valores del porcentaje de alcohol de las bebidas fermentadas elaboradas con higo, se reportaron diferencias altamente significativas entre medias ($P < 0.01$), sin embargo por la utilización de diferentes tipos de levaduras se determinó que las bebidas elaboradas con *Saccharomyces cerevisiae BLVB RC212* presentaron el mayor porcentaje siendo un valor de 15,17%, seguido de las bebidas elaboradas con levaduras *Saccharomyces spp*, que alcanzaron un porcentaje de alcohol de 15,15%, a diferencia de las bebidas elaboradas con *Saccharomyces cerevisiae Meyen ex E.C.*, los cuales presentaron el menor porcentaje de alcohol de 10,14%, como se ilustra en el gráfico 7-3.

Según (Palza, 2008 p. 55), presento un grado alcohólico del vino de higo de 16.44 %, esto se debe a la variación de temperatura mientras menor sea la temperatura, mejor será el grado alcohólico. Mientras que (Cutipa, 2019 p. 54), presento valores del vino de higo obtenido mediante la inoculación de tres cepas de *S. cerevisiae* (LH, LS y LC), fueron de 10,07 %, deduciendo que cuando existe una menor concentración de levaduras, la producción de alcohol demora más tiempo y si las levaduras tienen una mayor concentración hace que estas se sobresaturen impidiendo que el mosto fermente adecuadamente.

Según la (NTE INEN-ISO750, 2022 p. 1), la graduación máxima de alcohol para bebidas alcohólicas es de 18° y la mínima requerida es de 5° alcohol, es decir, los resultados obtenidos de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras cumplen con los requisitos de la norma.

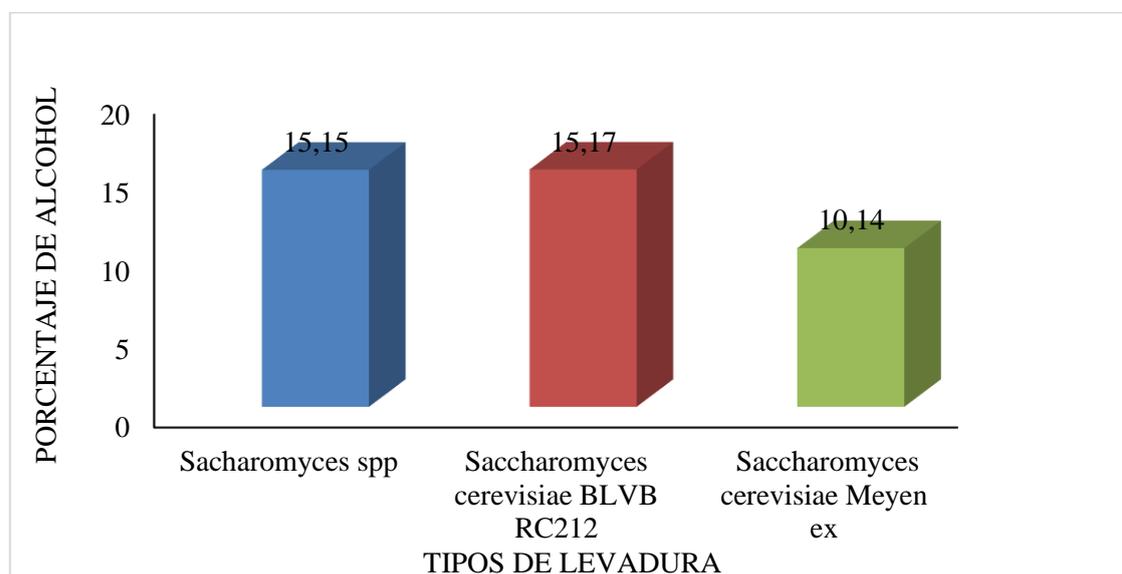


Ilustración 3-5: Comportamiento del porcentaje de alcohol de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras

Realizado por: Fiallos, Marely, 2023

3.2.6. Recuento de Levaduras

El conteo de levaduras en las bebidas fermentadas a base de higo se reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), entre medias, por lo tanto se determinó que tanto las bebidas elaboradas con levadura *Saccharomyces cerevisiae BLVB RC212* como las bebidas elaboradas con levadura *Saccharomyces spp*, presentaron un total de 300 UFC, a diferencia de las bebidas con levaduras *Saccharomyces cerevisiae Meyen ex E.C* las cuales presentaron un valor medio de 22,8 UFC como se ilustra en el gráfico 3-6.

Mientras que (Cutipa, 2019 p. 44) menciona que al alcanzar una concentración de levaduras en mosto de 106 UFC esta dosis puede variar por las condiciones del mosto, utilizaron barricas de madera para obtención de mejores características. Mientras que (Revilla, 2017 pág. 52), en sus cultivos indicadores se establecieron en 28 UFC. Al respecto (Suárez, 2021 pág. 22), menciona que el crecimiento y desarrollo de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, está relacionado directamente con la cuantificación del microorganismo; por lo tanto, existen factores determinantes como: presión osmótica, temperatura, luz, pH, y alcohol. Cada uno de estos indicadores ayuda morfológicamente a desarrollar una levadura que permite la fermentación del vino, para obtener un producto de calidad.

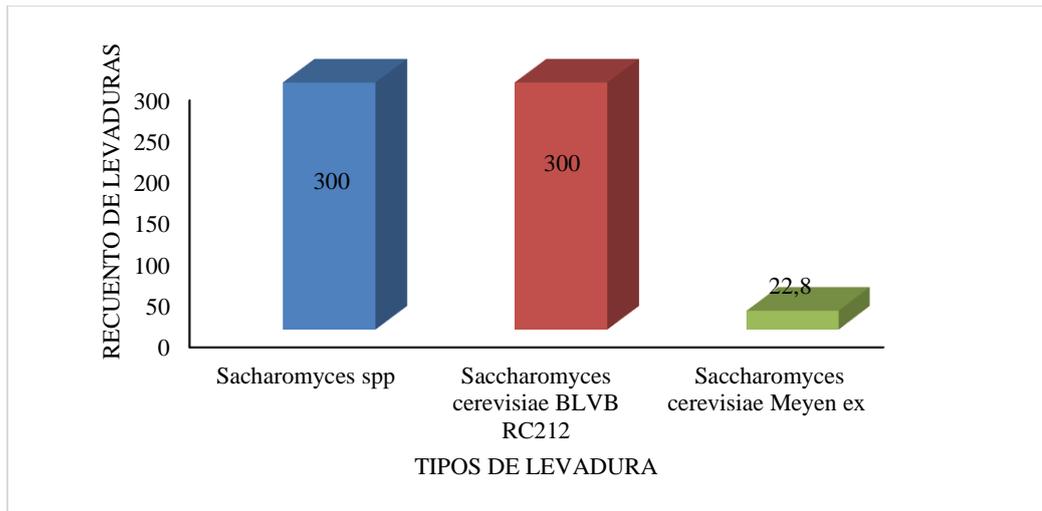


Ilustración 3-6: Comportamiento del recuento de levaduras de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras

Realizado por: Fiallos, Marely, 2023

3.2.7. Apariencia

En el grafico 7-3, se muestra los resultados obtenidos del análisis sensorial de la bebida fermentada a base de higo, determinando que en el atributo apariencia se determinó las siguientes calificaciones más altas en la bebida elaborada con levadura *Saccharomyces cerevisiae BLVB RC212* con un promedio de 4,25/5 puntos (me gusta mucho) a diferencia de las bebidas elaboradas con levadura *Saccharomyces cerevisiae Meyen ex E.C* presentaron los resultados más bajos con 3/5 puntos (ni me gusta, ni me disgusta) esto se debe a que la apariencia del vino nos da valiosos indicios sobre su origen, al tipo de cepa ya que puede variar su apariencia lo que es confirmado por (Cutipa, 2019, p. 44) quien menciona que la apariencia del vino puede variar de acuerdo a su cepa utilizada y a la

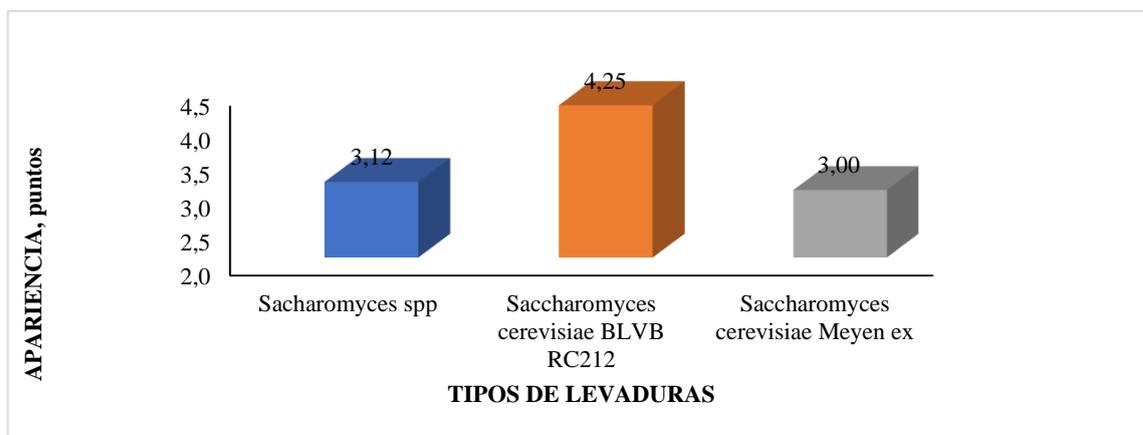


Ilustración 3-7: Comportamiento de la apariencia de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras

Realizado por: Fiallos, Marely, 2023

3.2.8. Color

En el gráfico 8-3, se puede observar que, en el atributo del color al utilizar la levadura *Saccharomyces cerevisiae* BLVB RC212, obtuvo un promedio de 4,37/5 (me gusta mucho), mientras que los valores más bajos se reportaron al utilizar la levadura *Saccharomyces cerevisiae* Meyen ex E.C con un promedio de 3,00/5 (ni me gusta, ni me disgusta), estos resultados se deben posiblemente a la utilización de cepa de *Saccharomyces cerevisiae* ya que cada cepa brinda características sensoriales diferentes al producto realizado lo que es corroborado por (Cutipa, 2019, p. 44) menciona que el aroma y el color del vino en su producción varía en función del género, de la especie y de la cepa.

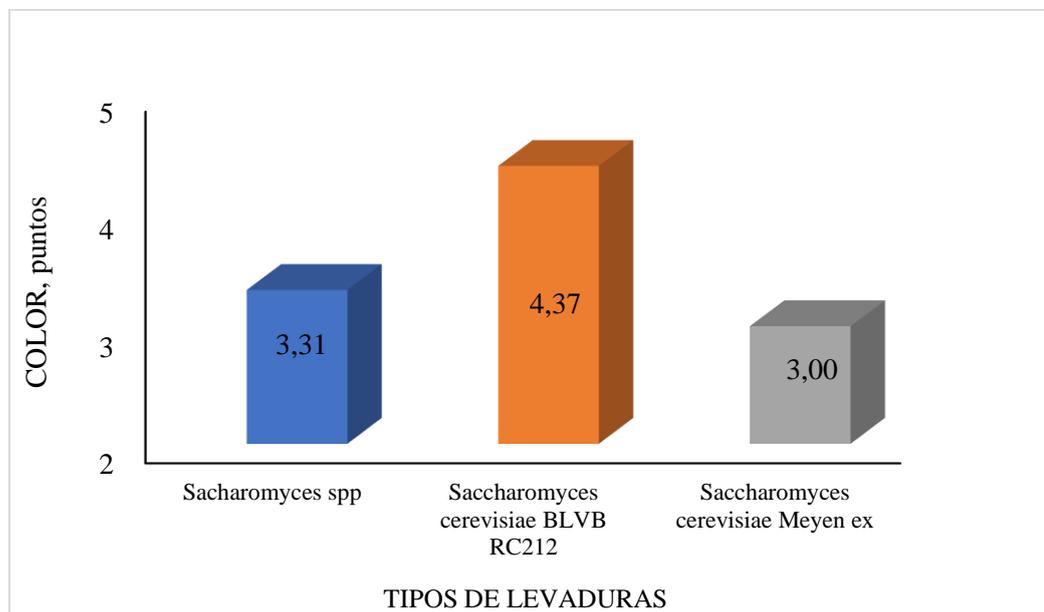


Ilustración 3-8: Comportamiento del color de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higocon la utilización de tres levaduras.

Realizado por: Fiallos, Marely, 2023

3.2.9. Sabor

En el gráfico 8-3, se muestra los resultados del análisis sensorial para el sabor el cual se obtuvo la calificación más alta con un promedio 4,37/5 puntos (me gusta mucho) en la bebida elaborada con la levadura *Saccharomyces cerevisiae* BLVB RC212 mientras que el promedio más bajo fue de 3,18/5 puntos (ni me gusta, ni me disgusta) en la bebida elaborada con la levadura *Saccharomyces cerevisiae* Meyen ex E.C esto se debe a que cada cepa brinda características sensoriales lo que es corroborado por (Cutipa, 2019, p. 44) menciona que vinos obtenidos con cepas de *S.cerevisiae* generan vinos con características sensoriales similares al vino obtenido con una levadura comercial.

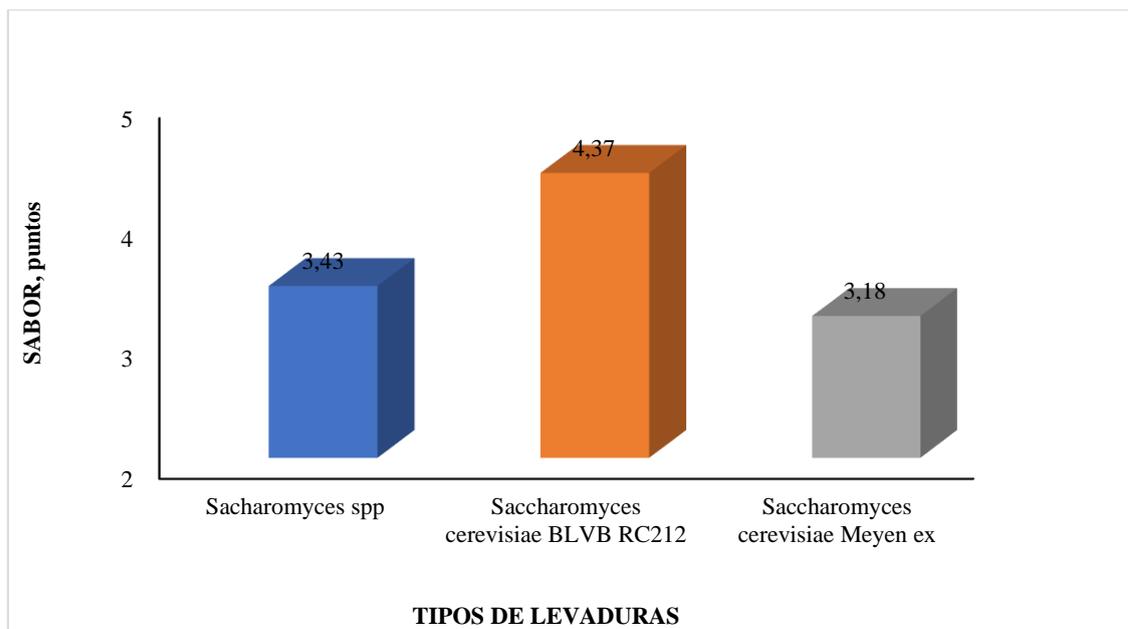


Ilustración 3-9: Comportamiento del sabor de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras.

Realizado por: Fiallos, Marely, 2023

3.3. Análisis económico

Los resultados del análisis económico de las bebidas fermentadas de higo a base con la utilización de diferentes levaduras se ven reflejado en la tabla 3-3.

Tabla 3-3: Evaluación económica de las bebidas fermentadas elaboradas a base de higo con la utilización de tres levaduras

CONCEPTO	Tipo de Levaduras		
	T1 L. Salvajes	T2 L. de Vino	T3 L. de Pan
Costos directos de fabricación			
Higo	0,22	0,22	0,22
Azúcar	0,13	0,13	0,13
Lavadura		1,2	0,04
Botellas	1,2	1,2	1,2
Corcho	0,5	0,5	0,5
Costos indirectos de fabricación			
Agua destilada	0,27	0,27	0,27
Transporte	1,75	1,75	1,75
Total, de Egresos	4,07	5,27	4,11
Ingresos			
Venta de bebidas	5,5	5,5	5,5
Total, de ingresos	5,5	5,5	5,5
Relación beneficio costo	1,35	1,04	1,33

Realizado por: Fiallos, Marley, 2023

El análisis de la evaluación económica de la producción de bebidas fermentadas de higo elaboradas con tres tipos de levaduras, se determinó el resultado más alto para las bebidas del tratamiento T1 (levaduras salvajes%), ya que la respuesta económica fue de 1,35 es decir, que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 35%, valor que desciende a 1,33 es decir una utilidad de 33%, en las bebidas del tratamiento T3 (levaduras de pan), en tanto que, los resultados más bajos fueron establecidos en las bebidas del tratamiento T2 (levaduras de vino), ya que los resultados fueron de 1,04, es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 4%, como se indica en la tabla 3-3.

CONCLUSIONES

Al determinar la población de levaduras salvajes (*Sacharomyces spp*) presentes en la fruta de higo, se obtuvo valores de 290,66 UFC/g, lo cual indica que estas levaduras son aptas para la producción de bebidas fermentadas y vinos ya que presentan un potencial fermentativo.

En la evaluación los parámetros físicos y químicos del Higo (*Ficus carica*) se estableció un promedio de 4,5 para el pH; 0,70% para acidez titulable y 14,7°brix, convirtiéndose en un producto apto para ser utilizado como materia prima en la elaboración de bebidas fermentadas

Al realizar una caracterización fisicoquímica, microbiológica de las bebidas fermentadas elaboradas con tres tipos de levaduras se determinó que con el tratamiento T2 (*Saccharomyces cerevisiae BLVB RC212*) se obtuvo los valores más altos de pH (3,16); acidez (0,70%); porcentaje de alcohol (15,17%) y levaduras (300 UFC). En cuanto al análisis sensorial de apariencia, color y sabor las mayores calificaciones fueron para las bebidas elaboradas con levaduras de vino (T2).

Al establecer la rentabilidad de las bebidas elaboradas mediante el indicador beneficio costo, se determinó el resultado más alto para las bebidas del tratamiento T1 (levaduras salvajes%), ya que la respuesta económica fue de 1,35 es decir, que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 35%.

Teniendo en cuenta las propiedades presentes en las muestras, se determinó el uso de higo para elaborar bebidas fermentadas proporciona cualidades óptimas que potencian las características organolépticas del producto final.

RECOMENDACIONES

Se recomienda elaborar bebidas fermentadas a base de higo con levaduras de vino (*Saccharomyces cerevisiae* BLVB RC212) ya que brinda las mejores características sensoriales en la bebida.

Establecer nuevas investigaciones en otras variedades de higo sobre las composiciones fisicoquímicas y organolépticas para la elaboración de vino y bebidas fermentadas.

Realizar un análisis sensorial con jueces expertos para la obtención de información más detallada y precisa del efecto de la inoculación de las cepas de *Saccharomyces* en el vino de higo.

BIBLIOGRAFÍA

ARMIJOS, Estuardo. Clasificación de Levaduras en alimentos. [En línea] UCEP, 2021. Disponible en: <https://www.ceupe.com/blog/clasificacion-de-levaduras-en-alimentos.html>.

BARBOZA, Sonia. *El higo y sus posibilidades.* [En línea] KAREM, 2021. Disponible en: [https://nortonsafe.search.ask.com/web?omnisearch=yes&q=\(Flores%2C2008%2C+p.16\)+en+su](https://nortonsafe.search.ask.com/web?omnisearch=yes&q=(Flores%2C2008%2C+p.16)+en+su)

BELTRÁN, Pedro. *Guía de evaluación sensorial de los vinos tintos.* [En línea] 2021. Disponible en: <https://tranbelcom.files.wordpress.com/2019/05/guia-de-evaluacion-sensorial-de-vinos-tintos.pdf>.

BURGOS, Johanna. Cuantificación de azúcares reductores del sustrato en residuos de piña con el método del ácido 3,5-Dinitrosalicílico. [En línea] 24 de 06 de 2019. <https://revista.uamerica.edu.co/index.php/rinv/article/view/326/268>.

CALAHORRANO, Narcisa. *¿Qué es el vino de higo?* [En línea] SPIEGATO, 2022. Disponible en: <https://spiegato.com/es/que-es-el-vino-de-higo>.

CARTAGENA, Adriano. *Higos Ficus, caricia generalidades.* [En línea] Frutas y hortalizas, 2022. Disponible en: <https://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Presentacion-Higo.html>.

CATRARO, Marcela. *“El Cultivo de la Higuera: Producción de higos y su deshidratación como método para el agregado de valor del producto”.* Universidad Nacional del Litoral, Santa Fé, Argentina: 2014. Disponible en: <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/663>

CARRERA, Paúl. *"utilización de la stevia como edulcorante natural en la elaboración de leche condensada de cabra". Escuela superior politécnica de chimborazo:2023.* Disponible en: <file:///C:/Users/hp/Downloads/27T00590.pdf>

CERRO, Samuel. Obtención y Evaluación de Destilados a partir de Mostos Fermentados de Higos (Ficus carica L) Secos y Rehidratados de Tacna. [En línea] 2021. Disponible en: <http://www.revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/view/277/270>.

CHAPARRO, Sandra & MÁRQUEZ, Ruby & SÁNCHEZ, Jenny. *Extracción de pectina del fruto del higo (Opuntia ficus indica) y su aplicación en un dulce de piña.* [En línea] Revista U D C A Actualidad 2022. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/339371723_Extraccion_de_pectina_del_fruto_del_higo_o_Opuntia_ficus_indica_y_su_aplicacion_en_un_dulce_de_pina.

CUTIPA, César. *Evaluación del efecto de diferentes cepas de levaduras Saccharomyces cerevisiae sobre las características físico-químicas y sensoriales del vino de higo (Ficus carica)*". Universidad Privada De Tacna, Perú: 2019. Disponible en: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/822>

ECALANTEA, Waldir & MOJMIR, Rychtera & MELZOCHA, Karel. Actividad fermentativa de *Hanseniaspora uvarum* y su importancia en la producción de bebidas fermentadas. [En línea] Rev.Soc. Ven. Microbiol. v.31 n.1 Caracas jun. 2011. [En línea] 2021. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562011000100011.

ESTUPIÑAN, Jeronimo. *Que es el higo*. [En línea] QUESIGNIFICADO, 2022. Disponible en: <https://quesignificado.org/que-es-el-vino-de-higo/>.

ESPIÑOSA, Julia. Evaluación Sensorial de los alimentos. sl.: Editorial Universitaria(Cuba), 2020.

GALLEGO, Mario & ANGULO, René & SERRANO, Sonia. *Estudio Espacio-Temporal, del consumo de higos*. [En línea] 2021. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/11358129609487562?needAccess=true&role=button>.

GONZALES, Isabel & MARTÍN DE SANTOS, María del Rosario & LÓPEZ, Ines & HERNÁNDEZ, Pablo. *Levaduras y alteración de los alimentos*. [En línea] DIALNET, 2021. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=300747#:~:text=Las%20levaduras%20constituyen%20un%20grupo,microorganismos%2C%20que%20dirigen%20su%20fermentaci%C3%B3n>.

GONZALES, Xenia *Plan de negocio para la ampliación de la microempresa Vinos Don Rufo, ubicada en la ciudad de Condega, departamento Estelí-Nicaragua, año 2014*. [En línea] SEMANTIC , 2022. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Plan-de-negocio-para-la-ampliaci%C3%B3n-de-la-Vinos-Don-Gonz%C3%A1lez-Guti%C3%A9rrez/66f5b37b349793eb21d1649db7e29e45a00e97fb>.

IMBACH, Stephan & PICHIA, Anomala. *Resumen, supervivencia y crecimiento.* [En línea] HAZEB, 2021. Disponible en: <https://www.iblspecific.com/es/pichia-anomala/>.

INEN. Determinación del azúcar fermentable. [En línea] Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos, 2022. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas23/nte_inen_266-1.pdf.

INTEREMPRESAS. *Higo, Ficus Carica / Moraceae* . [En línea] INTEREMPRESAS , 2021. Disponible en: <https://nortonsafe.search.ask.com/web?omnisearch=yes&q=Higo+->.

JIMÉNEZ, Donaji & ABREU, Arturo & LÓPEZ, Víctor & TELLEZ, Alejandro. *Obtención de azúcares fermentables mediante hidrólisis ácida de Beta vulgaris L.* [En línea] Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 2022. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/370/37023178006.pdf>.

JOTAS, T. Calculadora de Alcohol. [En línea] 2020. Disponible en: <https://tresjotasbeerclub.com/calculado-de-alcohol-en-la-cerveza/>.

KANTER, JEAN-Philippe. *The impact of hybrid yeasts on the aroma profile of cool climate Riesling wines.* [En línea] 2021. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590157519300744>.

LORENZ, Miller. El uso del Ácido 3,5- dinitrosalicílico para la determinación de azúcares reductores. [En línea] 1959. Disponible en; <file:///C:/Users/hp/Downloads/Parte06.pdf>

LLERENA, Katherine. *Fermentacion alcoholica de higo seco (Ficus carica) por levaduras inmovilizadas para la obtencion de vino y aguardiente.* Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú: 2014. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/4449>

LLOPIS PLA, Silvia. *Estudio del potencial patógeno de cepas de Saccharomyces cerevisiae aisladas de suplementos dietéticos y probióticos.* [En línea] Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (CSIC), 2022. Disponible en: <https://roderic.uv.es/handle/10550/25127>.

MARTÍNEZ, Estefany. *Utilización de la carambola para elaboración de una bebida natural, con diferentes niveles de glucosa.* [En línea] 20232. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/19079/1/27T00621.pdf>

NTE INEN. NTE INEN-ISO 1842. *Productos vegetales y de frutas – Determinación de pH (IDT).* 1842. [En línea] Instituto Ecuatoriano de Normalización y Censos, 2022. Disponible en: <https://docplayer.es/49005374-Quito-ecuador-norma-tecnica-ecuatoriana-nte-inen-iso-1842-2013-extracto-productos-vegetales-y-de-frutas-determinacion-de-ph-idt.html>.

NTE INEN-ISO 2172. *Jugo de Frutas -Determinación Del Contenido De Sólidos Solubles - Método Picnométrico.* [En línea] Instituto Ecuatoriano de Normalización y Censos, 2022. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/422092851/nte-inen-iso-2172-pdf>

NTE INEN-ISO 750. *Productos vegetales y de frutas – determinación de la acidez titulable (IDT).* [En línea] Instituto Ecuatoriano de Normalización y Censos, 2022. Disponible en: <https://docplayer.es/227858723-Quito-ecuador-norma-tecnica-ecuatoriana-nte-inen-iso-750-2013-extracto-productos-vegetales-y-de-frutas-determinacion-de-la-acidez-titulable-idt.html..>

NTE INEN 0349. Bebidas alcohólicas determinación de la densidad relativa. [En línea] Instituto ecuatoriano de Normalización y censos 1978. Disponible en: <https://archive.org/details/ec.nte.0349.1978/page/n2/mode/1up>.

NTE INEN 374. Bebidas alcohólicas. Vinos de frutas requerimientos [En línea] 2003. Disponible en: file: REQUISITOS<https://docplayer.es/73831345-Nte-inen-374-tercera-revision-2015-xx.html>.

NOM-111-SSA1. Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. [En línea] 1994. Disponible en: file: <http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/1995/111-ssa1.pdf>

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 708. Bebidas Alcoholicas.Vinos de frutas [En línea] 2000. Disponible en: file: https://kupdf.net/download/ntc-708-vinos-de-frutas_5b29e65ee2b6f5ec32a03c7f_pdf.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA-199scfi. Bebidas-Denominación, Especificaciones Físicoquímicas [En línea] 2017. Disponible en: file: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/13/6016/4.pdf>

OCAÑA, Iván. *Estudio del vino de mora de castilla (Rubus glaucus Benth) elaborado a tres proporciones distintas de fruta: agua y tres niveles de dulzor.*”. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. 2012. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/3071>

OCHOA, Carlos & GUERRERO, José. *Efecto del Almacenamiento a Diferentes Temperaturas sobre la Calidad de Tuna Roja (Opuntia ficus indica (L.) Miller).* [En línea] La Serena, 2022. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642012000100013.

OIV-OENO. *OIV-OENO 206-2010 ES-Análisis Microbiológico Del Vino y Del Mosto.* [En línea] SCRIBB, 2022. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/280077877/OIV-OENO-206-2010-ES-Analisis-Microbiologico-Del-Vino-y-Del-Mosto#>.

PALZA, Silvia del Rosario. *Evaluación de parámetros tecnológicos en la obtención de vino a partir del higo deshidratado (Ficus carica Linnaeus) variedad Black Mission.* Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - Tacna, Tacna, Perú: 2008. Disponible en: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/505>

REVILLA, Lleshi. *Influencia de la temperatura, tiempo y ph en la formulación del licor de higo (Ficus carica L.) en base a pruebas sensoriales en la región de Arequipa*". Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú: 2017. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3205259>

ROMÁN, Samuel. *Obtención y Evaluación de Destilados a partir de Mostos Fermentados de Higos (Ficus carica L) Secos y Rehidratados de Tacna.* [En línea] 2022. Disponible en: <https://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/view/277>.

SCENI, Paula. *Ingredientes multicomponentes a partir de levadura, Estudio de sus propiedades interfaciales y su aplicación en alimentos.* [En línea] Universidad Nacional de Quilmes, 2022. Disponible en: <https://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/2947>.

SEPÚLBEDA, Ánjela. "Características de Vinos Tintos Pinot Noir, producidos con cepas autoctonas de Saccharomyces cerevisiae aisladas del Valle del Maule" Sepúlveda, [En línea] Universidad de Chile, 2009. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/105293/qfsepulveda_a.pdf?sequence=3.

SERRADILLA, Maria. *Post cosecha de brevas e higos.* [En línea] Grupo THM, 2022. Disponible en: <https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/140227serradillahigos>.

SOLORZANO, Pedro. *¿Qué es el vino de higo?* [En línea] SPIEGATO, 2021. Disponible en:

<https://spiegato.com/es/que-es-el-vino-de-higo>.

SUÁREZ, Caridad & GARRIDO, Norge & GUEVARA, Carmen. *Levadura Saccharomyces cerevisiae y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica.* [En línea] 2021. Disponible en: <Chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf>.

TENORIO, María. *El vino y su análisis.* [En línea] 2014. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/29446/7/PIMCD%20N%C2%BA%20243.%20ANEXO%201.%20E-BOOK-%20EL%20VINO%20Y%20SU%20AN%C3%81LISIS.pdf>.

VIGNOBLE, Bourgogne. *Levaduras falsas* . [En línea] 2021. Disponible en: <https://conocimientosweb.net/dcmt/ficha4644.html>.

YAHIA, Elhadi & MONDRAGON, Candelario. *Nutritional components and anti-oxidant capacity of ten cultivars and lines of cactus pear fruit (Opuntia spp.).* [En línea] Food Research International, 2022. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096399691100144X>.

YGEIA. *Ventajas y usos de las levaduras silvestres.* [En línea] YGEIA, 2022. Disponible en: https://www.ygeia.cl/noticias_ver.php?id=174.

ZETA, David. *Obtención y caracterización de licor a partir de la papaya (Carica papaya L.) y maracuyá (Passiflora edulisform. Flavicarpa) e higo*”. [En línea] Universidad Nacional De Piura, 2022. Disponible en: <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1391>.



ANEXOS

ANEXO A: REALIZACIÓN DE LA SIEMBRA Y CONTEO DE LEVADURAS BENÉFICAS



ANEXO B: MEDICIONES DE LA FRUTA

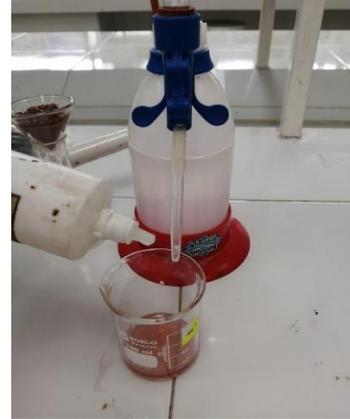
pH



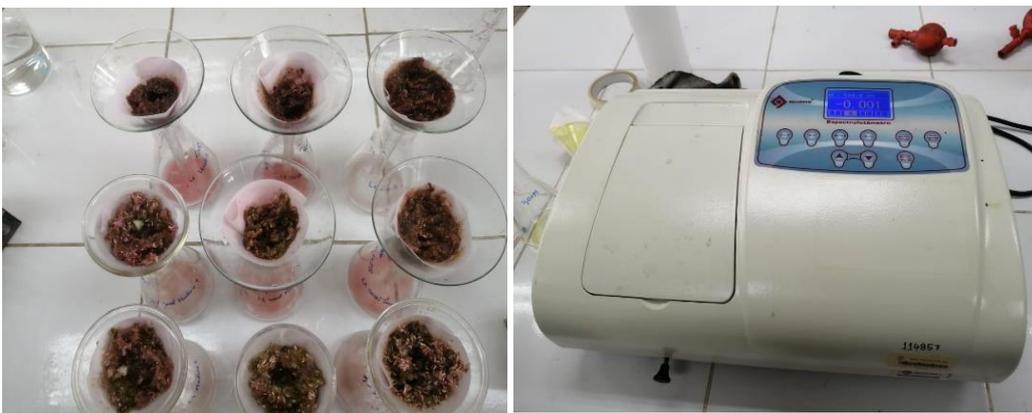
Grados brix



Acidez



ANEXO C: MEDICIÓN DE LOS AZUCARES FERMENTABLES



ANEXO D: RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA



ANEXO E: CLASIFICACIÓN, LAVADO TROCEADO Y PESADO DE LA FRUTA



Troceado y pesado



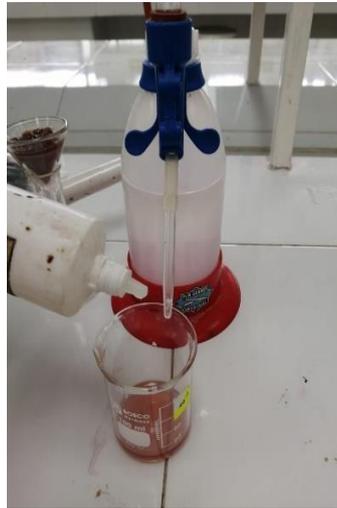
ANEXO F: MEZCLADO, FERMENTACIÓN, SIEMBRE Y CONTEO DE LEVADURAS DE LA BEBIDA FERMENTADA



Siembre y conteo de levaduras de la bebida fermentada



ANEXO G: MEDICIÓN DEL pH, ACIDEZ, DENSIDAD, Y ANÁLISIS SENSORIAL DELA BEBIDA



Análisis Sensorial



**ANEXO H: ANÁLISIS ESTADÍSTICA DEL pH EN LA BEBIDA FERMENTADA DEHIGO
CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES LEVADURAS**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	15	0,74	0,69	0,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	1,00E-03	2	5,10E-04	16,89	0,0003	
Levaduras	1,00E-03	2	5,10E-04	16,89	0,0003	
Error	3,60E-04	12	3,00E-05			
Total	1,40E-03	14				

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00924						
Error: 0,0000 gl: 12						
Levadura	Medias	n	E.E.			
T3	3,14	5	2,40E-03	A		
T1	3,14	5	2,40E-03	A		
T2	3,16	5	2,40E-03		B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**ANEXO I: ANÁLISIS ESTADÍSTICA DEL % DE ACIDEZ EN LA BEBIDA FERMENTADA
DE HIGO CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES LEVADURAS**

Variabl e	N	R ²	R ² Aj	CV
acidez	15	0,04	0	3,93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	C M	F	p-valor
Modelo	3,30E-04	2	1,70E-04	0,22	0,804

Levaduras	3,30E-04	2	1,70E-04	0,22	0,804
Error	0,01	12	7,50E-04		
Total	0,01	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04621

Error: 0,0007 gl: 12

Levaduras	Medias	n	E.E.	
T2	0,69	5	0,01	A
T1	0,7	5	0,01	A
T3	0,7	5	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO J: ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS GRADOS BRIX EN LA BEBIDA FERMENTADA DE HIGO CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES LEVADURAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grados br ix final	15	0,68	0,62	44,82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	59,51	2	29,75	12,61	0,0011
Levaduras	59,51	2	29,75	12,61	0,0011
Error	28,31	12	2,36		
Total	87,81	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,59148

Error: 2,3589 gl: 12

Levaduras	Medias	n	E.E.	
T2	1,24	5	0,69	A
T3	2,98	5	0,69	A
T1	6,06	5	0,69	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO K: ANÁLISIS ESTADÍSTICA DE LA DENSIDAD DE LA BEBIDA FERMENTADA DE HIGO CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES LEVADURAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Densidad	15	0,31	0,19	0,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,30E-05	2	2,70E-05	2,67	0,1101
Levaduras	5,30E-05	2	2,70E-05	2,67	0,1101
Error	1,20E-04	12	1,00E-05		
Total	1,70E-04	14			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00534

Error: 0,0000 gl: 12

Levadura	Medias	n	E.E.		
T2		1	5	1,40E-03	A
T1		1	5	1,40E-03	A
T3		1	5	1,40E-03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO L: ANÁLISIS ESTADÍSTICA DEL PORCENTAJE DE ALCOHOL DE LA BEBIDA FERMENTADA DE HIGO CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES LEVADURAS.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Porcentaje de Alcohol		15	1	1	0,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor

Modelo	84,14	2	42,07	3939,01	<0,0001
Levaduras	84,14	2	42,07	3939,01	<0,0001
Error	0,13	12	0,01		
Total	84,27	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17437

Error: 0,0107 gl:

12

Levaduras	Medias	n	E.E.	
T3	10,14	5	0,05	A
T1	15,15	5	0,05	B
T2	15,17	5	0,05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANEXO M: ANÁLISIS ESTADÍSTICA DEL RECUENTO DE LEVADURAS BENÉFICAS DE LA BEBIDA FERMENTADA DE HIGO CON DIFERENTE LEVADURAS.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Recuento de levaduras bené..	15	1	1	0,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	256132,8	2	128066,4	35906,47	<0,0001
Levaduras	256132,8	2	128066,4	35906,47	<0,0001
Error	42,8	12	3,57		
Total	256175,6	14			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,18658

Error: 3,5667 gl: 12

Levaduras	Medias	n	E.E.	
T3	22,8	5	0,84	A
T2	300	5	0,84	B
T1	300	5	0,84	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 09/ 01 / 2024

INFORMACIÓN DE LA AUTORA	
Nombres – Apellidos: Marely Estefania Fiallos Lascano	
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL	
Facultad: Ciencias Pecuarias	
Carrera: Ingeniería en Industrias Pecuarias	
Título a optar: Ingeniera en Industrias Pecuarias	
f. Analista de Biblioteca responsable:	 Ing. Fernanda Arévalo M.

