

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



TESIS

**“Evaluación del efecto de diferentes cepas de levaduras
Saccharomyces cerevisiae sobre las características
físicoquímicas y sensoriales del vino de higo (*Ficus carica*)”**

PARA OPTAR:

TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

Bach. César Waldir Cutipa Ojeda

TACNA – PERU

2019

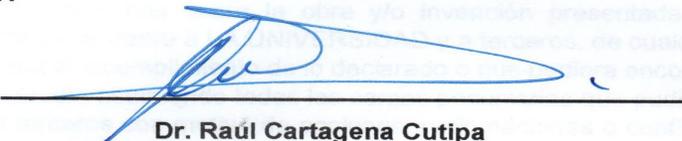
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTADA DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

TESIS

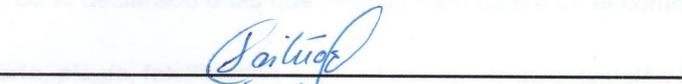
**“Evaluación del efecto de diferentes cepas de levaduras
Saccharomyces cerevisiae sobre las características
físicoquímicas y sensoriales del vino de higo (*Ficus carica*)”**

Tesis sustentada y aprobada el 11 de junio del 2019; estando el jurado calificador integrado por:

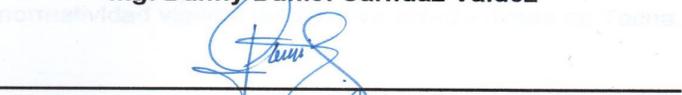
PRESIDENTE:


Dr. Raúl Cartagena Cutipa

SECRETARIO:


Ing. Danny Daniel Carhuaz Valdez

VOCAL:


Ing. Jorge Karim Cáceres Sánchez

ASESOR:


MSc. Norman Tomas Delgado Cabrera

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo César Waldir Cutipa Ojeda, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 41479071.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

“Evaluación del efecto de diferentes cepas de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* sobre las características fisicoquímicas y sensoriales del vino de higo (*Ficus carica*)” la misma que presento para optar: Título profesional de Ingeniero Agroindustrial

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna 28 de junio de 2019
Cesar Waldir Cutipa Ojeda
DNI 41479071

DEDICATORIA

Con Amor a mis padres Genoveva y César por apoyarme en todo momento en la ejecución de este trabajo.

Con gratitud al Ingeniero Marco Tulio Rivarola Ames por su dedicada labor a la enseñanza a futuros ingenieros.

AGRADECIMIENTOS

Al MSc. Tomas Delgado por su asesoramiento, consejos y apoyo incondicional en la realización del presente trabajo

Al Dr. Raúl Cartagena Cutipa y al Ing. Daniel Carhuaz Valdez por su apoyo en todo momento para la realización del presente trabajo.

A los profesores de la escuela académico profesional de Ingeniería Agroindustrial por sus enseñanzas y sus consejos que me sirvieron para mi formación profesional.

A mis amigos y compañeros de la universidad y a todas las personas que siempre me dieron palabras de aliento y colaboraron para la realización de este trabajo.

CONTENIDO
INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Formulación del problema.....	3
1.2 Justificación e importancia.....	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 Hipótesis.....	4
1.4.1. Hipótesis general.....	4
1.4.2. Hipótesis específica.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes del estudio.....	5
2.2 Bases teóricas.....	7
2.3 Definición de términos.....	13
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	17
3.1 Tipo y Nivel de la investigación.....	17
3.2 Población y/o muestra de estudio.....	17
3.3 Operacionalización de variables.....	17
3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	18
3.5 Procesamiento y análisis de datos.....	21
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	23
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	42
CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS	52

INDICES DE TABLAS Y FIGURAS

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Requisitos fisicoquímicos del vino.....	7
Tabla 2. Requisitos fisicoquímicos del vino de fruta.....	9
Tabla 3. Operacionalización de variables.....	17
Tabla 4. pH del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	24
Tabla 5. Análisis de variancia para el pH del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	25
Tabla 6. Prueba de Duncan para el pH del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	26
Tabla 7. Acidez total del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	26
Tabla 8. Análisis de variancia para la acidez total del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	27
Tabla 9. Prueba de Duncan para la acidez total del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	28
Tabla 10. Acidez volátil del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	28
Tabla 11. Análisis de variancia para la acidez volátil del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	29
Tabla 12. Prueba de Duncan para la acidez volátil del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	30
Tabla 13. Grado alcohólico del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	30
Tabla 14. Análisis de variancia para el grado alcohólico del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	31

Tabla 15. Prueba de Duncan para el grado alcohólico del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	32
Tabla 16. Extracto seco del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	32
Tabla 17. Análisis de variancia para el extracto seco del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	33
Tabla 18. Prueba de Duncan para el extracto seco del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	34
Tabla 19. Puntaje asignado al atributo color en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	34
Tabla 20. Análisis de variancia para el atributo color en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	35
Tabla 21. Puntaje asignado al atributo textura en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	36
Tabla 22. Análisis de variancia para el atributo textura en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	37
Tabla 23. Puntaje asignado al atributo olor en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	38
Tabla 24. Análisis de variancia para el atributo olor en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	39
Tabla 25. Prueba de Duncan para el atributo olor del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	39
Tabla 26. Puntaje asignado al atributo sabor en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	40
Tabla 27. Análisis de variancia para el atributo sabor en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	41

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Proceso utilizado para elaboración de vino de higo.....	19
Figura 2. Evolución del proceso fermentativo.....	24
Figura 3. pH del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	25
Figura 4. Acidez total del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	27
Figura 5. Acidez volátil del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	29
Figura 6. Grado alcohólico del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	31
Figura 7. Extracto seco del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	33
Figura 8. Puntaje asignado al atributo color en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	35
Figura 9. Puntaje asignado al atributo textura en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	36
Figura 10. Puntaje asignado al atributo olor en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	38
Figura 11. Puntaje asignado al atributo sabor en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	40

INDICE DE ANEXOS

	Pàg.
Anexo 1. Medición de la densidad del proceso fermentativo.....	53
Anexo 2. Graficas de la evolución de la densidad durante el proceso fermentativo para cada tratamiento.....	54
Anexo 3. Ficha de respuesta para la prueba de la Escala Hedónica Estructurada.....	56
Anexo 4. Fotografías tomadas del trabajo de investigación.....	57

RESUMEN

En este trabajo se tuvo como objetivo evaluar el efecto de las diferentes cepas de levadura sobre las características fisicoquímicas y sensoriales del vino de higo (*Ficus carica*). Se obtuvo un cultivo puro de levaduras obtenido de la propia materia prima (higo seco). Se trabajaron con 3 cepas de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* (LC, LS, LH). Se inocularon las cepas de levaduras *S. cerevisiae* en 800 ml de mosto procedente de la maceración de higo seco (*Ficus carica*) con agua contenidos en fermentadores de 1000 ml de capacidad. El mosto inoculado fermentó hasta que se obtuvo una densidad de 1,030 g/l aproximadamente. Se realizó el proceso de descube, trasiego y el análisis fisicoquímico y sensorial del vino de higo obtenido.

El tratamiento con las *S. cerevisiae* cepa LC y *S. cerevisiae* cepa LS fueron las que proporcionaron las mejores características fisicoquímicas y los tratamientos con *S. cerevisiae* cepa LC y *S. cerevisiae* cepa LH proporcionaron las mejores características sensoriales específicamente en el atributo olor.

Palabras clave: Cepas, higo, levaduras, *Saccharomyces cerevisiae*, vino.

ABSTRACT

In this work, the objective was to evaluate the effect of different strains of yeast on the physicochemical and sensorial characteristics of fig wine (*Ficus carica*). A pure yeast culture obtained from the raw material itself (dried fig) was obtained. Three strains of yeasts *Saccharomyces cerevisiae* (LC, LS, LH) were used. The yeast strains *S. cerevisiae* were inoculated in 800 ml of must from the maceration of dried fig (*Ficus carica*) with water contained in fermentors of 1000 ml capacity. The inoculated must fermented until a density of approximately 1.030 g / l was obtained. The process of discovering, transferring and physicochemical and sensory analysis of the fig wine obtained was carried out.

The treatment with the *S. cerevisiae* strain LC and *S. cerevisiae* strain LS were the ones that provided the best physicochemical characteristics and the treatments with *S. cerevisiae* strain LC and *S. cerevisiae* strain LH provided the best sensory characteristics specifically in the smell attribute.

Key words: Strains, fig, yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, wine.

INTRODUCCIÓN

Según Bernal de Ramírez (1993) define vino de fruta como una bebida proveniente de mostos de frutas distintas de la uva, sometidos a la fermentación alcohólica y que han sufrido procesos semejantes a los exigidos para los vinos. Así mismo para la comercialización de este producto se debe hacer referencia a la fruta de la que fueron elaboradas, es decir puede denominarse “vino” siempre que le siga el nombre de la fruta (Vogt, 1986). Según López *et al.* (2002) citado por Olivero y col. (2010), las bebidas alcohólicas procedente de otras frutas se deben denominar con la palabra vino seguido del nombre de la fruta por ejemplo vino de manzana, vino de naranja, etc.

Está claro que la fruta que cumple con las características fisicoquímicas ideales para elaborar el vino es la uva sin embargo hay muchas frutas con un potencial para elaborar vinos con características equiparables al vino “genuino” que para lo cual como lo menciona González, (2011), que una simple tecnología puede ser convertidos en vinos de excelente calidad. Además, los vinos de frutas en la actualidad no se acercan en el mínimo al volumen total de vino tradicional de uva es por ello según González (2011), que solo es producido por “entusiastas” seguidores.

Según Criticar y Basu (1986), citado por Flores y Jiménez (2007), el higo es un fruto muy apreciado a nivel mundial entre otras cosas por sus propiedades curativas, además que se puede consumir deshidratado o fresco lo cual lo hace muy comercializable. De acuerdo a Wallace (1999), citado por Flores y Jiménez (2007), el higo posee propiedades beneficiosas para la salud muy aparte de su propiedad para producir alcohol y vinos dulces, así este fruto posee propiedades benéficas para la salud y podemos mencionar el compuesto benzaldehído presente en este fruto y cuya propiedad es la de ser un agente anti-cancerígeno, asimismo es rico en azúcares y vitaminas.

Según menciona Ferreyra y col. (2009), si bien existe información teórica sobre elaboración de vino de frutas por varios autores (Vogt, 1971; Brown et al., 1989; Ward, 1991; Varnam y Stherland, 1997), mas no existe información específica sobre los parámetros tecnológicos entre ellos las cepas de levaduras usadas en el proceso de elaboración del vino de fruta. Recientemente ciertos autores como Kolb (2002) han presentado información sobre “bebidas similares al vino” pero sobre elaboración de vino de higo no hay (aun) información técnica y científica.

De acuerdo a Obisanya *et al.* (1987), citado por Ferreyra y col. (2009), la calidad del vino de fruta dependerá en gran medida del mosto a utilizar, de la cepa de levadura para realizar la fermentación y del proceso de elaboración, ahora bien, la escasa o nula información sobre tecnología de elaboración de vino de naranja hace necesario adaptar el proceso y comparar los resultados con el vino de uva para lo cual existe abundante información. Esto se aplica para el tema de este trabajo de investigación, donde no se pudo encontrar suficiente información sobre elaboración de vino de higo y más aún sobre el empleo de cepas de levaduras.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

¿La utilización de una cepa de *Saccharomyces cerevisiae* apropiada nos permitirá obtener un vino de higo con características fisicoquímicas y sensoriales de calidad?

1.2. Justificación e Importancia

A nivel mundial hay cada vez un más alto consumo por productos sanos y funcionales que mejoren las condiciones de vida de los consumidores, el higo es un fruto altamente funcional además de ser agradable al paladar.

La higuera de desarrolla muy bien en la región de Tacna con un manejo agronómico mínimo muy resistente a las sequias y es una planta muy productiva.

El higo es un fruto que se produce en casi todos los fundos agrícolas de la región de Tacna es un fruto con propiedades nutricionales y medicinales muy interesantes. Tacna es uno de los principales productores de higo siendo esta fruta comercializada principalmente como higo seco.

El uso del higo seco como materia prima para la elaboración de vino de higo de buena calidad puede mejorar significativamente la rentabilidad de los productores que cultivan este árbol frutal. Esta bebida alcohólica muy aparte de presentar un sabor muy agradable presentaría un potencial como producto funcional por sus propiedades benéficas para la salud lo cual lo haría muy atractivo para su consumo. Además, en cuanto al costo de producción esta bebida resultaría ser más barata en comparación con el vino tradicional de uva.

La finalidad del trabajo de investigación es evaluar los efectos de las diferentes cepas de levaduras en los parámetros fisicoquímicos y sensoriales en la elaboración del vino de higo para el mejoramiento de la calidad de este producto.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Evaluación el efecto de las diferentes cepas de levadura sobre las características fisicoquímicas y sensoriales del vino de higo (*Ficus carica*).

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el proceso fermentativo en función a la densidad de manera simultánea para los cuatro tratamientos (*S. cerevisiae* cepa LH, *S. cerevisiae* cepa LS, *S. cerevisiae* cepa LC y control).
- Determinar el efecto de las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* en las características fisicoquímicas y sensoriales del vino de higo.
- Determinar que cepa de levadura *Saccharomyces cerevisiae* es la mejor para la obtención de un vino de higo de calidad.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

- Existirá por lo menos una cepa de levadura *Saccharomyces cerevisiae* que tendrá un efecto de mejora en las características fisicoquímicas y sensoriales del vino de higo (*Ficus carica*).

1.4.2. Hipótesis Específica

- Durante el proceso fermentativo de los cuatro tratamientos (*S. cerevisiae* cepa LH, *S. cerevisiae* cepa LS, *S. cerevisiae* cepa LC y control) estas presentaran avances del proceso fermentativo en función de la densidad diferentes.
- Las diferentes levaduras *Saccharomyces cerevisiae* tienen un efecto distintivo en las características fisicoquímicas y sensoriales en el vino de higo.
- Se seleccionará por lo menos una cepa de levadura *Saccharomyces cerevisiae* que produzca un vino de higo de calidad.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Nurgel, Erten, Canbas, Cabaroglu y Selli (2002) demostraron que al inocular una cepa nativa de *Saccharomyces cerevisiae* a un mosto de uva pasteurizado el consumo al inicio de la fermentación fue elevado, sin embargo, a los 10 días la concentración de azúcar solo llegó a 1,4 g/l en comparación al mosto de uva no pasteurizado el cual presentó una concentración de azúcar de 1 g/l. Además, concluyeron que las levaduras seleccionadas produjeron mayores concentraciones de etanol en comparación con las fermentaciones espontáneas.

Ticozzelli, Bovo y Tosi (2005) determinaron que una cepa autóctona *Saccharomyces uvarum* seleccionada mostro una producción de acidez volátil reducida (0,2 g/l) y una elevada producción de glicerol (17 g/l) la cual la distinguió de otras cepas de levaduras comerciales, llegando a la conclusión que esta cepa es particularmente interesante para la producción de vinos con una tipología como la del Amarone. En cuanto al aspecto sensorial esta cepa aportó una concentración aromática importante, sobre todo en los componentes de características floral y especiado, confiriendo complejidad y tipicidad.

Ferreira, Ribeiro, De Melo y Gervasio (2009) demostraron que las fermentaciones inoculadas con levaduras *S. cerevisiae* seleccionadas produjeron una mayor cantidad de alcohol que los indígenas, lo que indica la eficacia de cepas seleccionadas. También había una mayor concentración de alcoholes superiores, que son por lo general responsables del sabor que se encuentra en las bebidas alcohólicas.

Sepúlveda (2009) en su trabajo de tesis titulado “Características de vinos tintos Pinot noir, producidos con cepas autóctonas de *Saccharomyces cerevisiae* aisladas del valle del Maule” concluye que los vinos obtenidos con cepas autóctonas generan vinos con características físicoquímico y sensoriales similares al vino obtenido con una levadura comercial.

Olivero, Aguas y Cury (2011) concluyeron que los vinos de naranja obtenidos a partir de cinco cepas de levaduras *S. cerevisiae* (Montrachet, K1-V1116, EC.1118, 71B-

1122 y IVC-GRE) la cepa K1-V1116 obtuvo el mejor puntaje en la evaluación sensorial realizada por 20 panelista adiestrados.

Cerro (2011) en su trabajo de investigación titulado “Caracterización de vinos de higo (*Ficus carica* L.) seco obtenidos por hidratación y triple maceración fermentación tipo Chimbango” donde empleo una cepa de levadura *Saccharomyces cerevisiae* comercial la cual fue inoculada para dar inicio a la fermentación. Los vinos de higo obtenidos presentaron las siguientes características químicas: 8,62; 8,77 y 7,87 g/L de acidez total, y 8,5; 7 y 12 % vol. de grado alcohólico para los tratamientos V1:2, V1:3 y V1:4 respectivamente.

Dhamane, Nikam, Pagar, Mahajani y Kulkarni (2014) realizaron un estudio sobre utilización de cultivos mixtos de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* y no *Saccharomyces* en el vino de granada donde hallaron que los vinos fermentados con cultivos mixtos tuvieron menor acidez volátil y concentración de etanol que el control. Donde el control consistió en un cultivo puro de *Saccharomyces cerevisiae*. Estas características influyeron positivamente en las cualidades sensoriales de los vinos producidos con cultivos mixtos.

Berenguer, Vegara, Barraón, Saura, Valero y Matí (2015) evaluaron el vino de granada fermentado con tres cepas de levaduras comerciales donde observaron los mismos patrones de fermentación de las tres cepas comerciales de levadura (*S. cerevisiae* Viniferm Revelación, Viniferm SV y Viniferm PDM) para pH, acidez titulable, densidad, consumo de azúcar y producción de etanol y glicerol. La glucosa se consumió mientras que los residuos de fructosa permanecieron al final de la fermentación. Una alta concentración de etanol ($10,91 \pm 0,27\%$ v / v) en combinación con 1,49 g / l de glicerol se obtuvo después de 14 días de fermentación. Los resultados sugieren que puede ser posible producir vinos de granada con características mejoradas seleccionando una cepa de levadura fermentativa.

Lara (2018) en su tesis de doctorado “Influencia de diferentes levaduras en el aroma de vinos y bebidas espirituosas” concluye los vinos elaborados con cepas de *Saccharomyces cerevisiae* da lugar, a nivel aromático, a vinos con mayor concentración de alcoholes superiores, ésteres, acetatos de alcoholes superiores y ácidos grasos y a nivel sensorial estos vinos obtienen las mejores valoraciones.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Vino

El vino es una bebida alcohólica obtenida por fermentación completa o parcial del jugo o mosto de la uva. El vino es un producto heterogéneo cuya variabilidad depende de la variedad de uva, del proceso tecnológico de elaboración y de los agentes fermentativo fundamentalmente de las cepas de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* a emplear (Belda y col., 2014).

El vino es una bebida alcohólica (bebida que contenga alguna cantidad de etanol) elaborada por fermentación del jugo fresco o concentrado (Vogt, 1956).

En la Tabla 1 se presentan los requisitos fisicoquímicos del vino según Norma Técnica Peruana.

Tabla 1. Requisitos fisicoquímicos del vino.

Requisitos fisicoquímicos	Mínimo	Máximo
Grado alcohólico volumétrico a 20/20 °C (% vol)	10,0	-
Extracto seco total a 100 °C (g/L)	Para vinos blancos rosados:16,0 Para vinos tintos:21,0	-
Acidez volátil, como ácido acético (g/L)	-	1,2
Sulfatos, como sulfato de potasio (g/L)	-	1,0
Cloruros, cloruros de sodio (g/L)	-	Para los vinos endulzados: 1,5 Para los vinos dulces naturales:2,0 Vinos tintos: 400 Vinos blancos y rosados: 250
Acidez cítrica (g/L)	-	1,0
Acidez total, como acidez tartárica (g/L)	3,0	7,0
Anhidrido sulfuroso total		Vinos blancos y rosados que contengan como máximo 4g/L de sustancias reductoras:200,0 Vinos blancos y rosados que contengan más de 4g/L de sustancias reductoras: 300,0 Excepcionalmente en algunos vinos blancos dulces: 400,0

Nota: Recuperado de “Requisitos fisicoquímicos del vino”, Norma Técnica Peruana (2011).

2.2.2. Vino de Frutas

Según la norma técnica venezolana (1997) define el vino de fruta como una bebida resultante de la fermentación alcohólica total o parcial de frutas deshidratadas, frescas o de sus jugos distinta de la uva, con la adición o no de sacarosa y esencias naturales aprobadas por la autoridad sanitaria competente. Además, dicha norma menciona que el producto debe ser designado y rotulado con el nombre y condición de la fruta empleada.

El vino de fruta es el producto de la fermentación del mosto de fruta fresca y sana distinta a la de uva, cuyo proceso de elaboración es la misma que se sigue para elaboración de vino de uva, el vino de fruta debe presentar una graduación alcohólica mínima de 6 grados alcoholímetros (García y col., 2016).

El vino de fruta según la Comunidad Económica Europea (CEE) la define como aquel producto obtenido por fermentación total o parcial del mosto de frutas frescas, mosto concentrado o reconstituido; o macerado de pulpa con la adición de agua, azúcar o miel. Finalizada la fermentación alcohólica se puede agregar el jugo fresco, concentrado. El vino de fruta deberá tener un grado alcohólico comprendido entre 8 y 14 % (g/100 ml). En muchas legislaciones definen el vino de fruta como el producto de la fermentación del jugo de la fruta con la exigencia de mencionar la fruta utilizada. En síntesis, el vino de fruta no difiere en nada o en casi nada al vino tradicional de uva (en cuanto al proceso de elaboración) aunque generalmente se debe hacer ciertas correcciones puesto que las frutas diferentes a la uva no cumplen idealmente con todos los parámetros fisicoquímicos necesarios para elaborar el vino a excepción de la uva (Ferreyra, 2009; González, 2011).

Según la Norma Técnica Peruana (210.09:2003) una bebida alcohólica es un producto obtenido por procesos de fermentación principalmente alcohólica de la materia prima agrícola que sirve como base, utilizando levaduras del género *Saccharomyces*, sometida o no a destilación, rectificación, redestilación, infusión, maceración o cocción en presencia de productos naturales, susceptibles de ser añejadas, que pueden presentarse en mezclas de bebidas alcohólicas y pueden estar adicionadas de ingredientes y aditivos permitidos por el organismo de control correspondiente, y con una graduación alcohólica de 2 a 55 % Alc. Vol. Se clasifican en: Bebidas alcohólicas fermentadas, Bebidas alcohólicas destiladas, Bebidas alcohólicas preparadas y licores.

Así mismo Norma Técnica Peruana (210.09:2003) define a las bebidas alcohólicas fermentadas como un producto resultante de la fermentación principalmente alcohólica de materias primas de origen agrícola. Se les puede adicionar ingredientes y aditivos permitidos por el organismo de control correspondiente.

En la Tabla 2 se presenta los requisitos fisicoquímicos para vino de frutas según norma técnica ecuatoriana y colombiana.

Tabla 2. Requisitos fisicoquímicos del vino de fruta.

Requisitos fisicoquímicos	NTE (1987)		NTC (2000)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Alcohol, fracción volumétrica 20°C	5,0 %	18 %	6%	-
Acidez total expresado en ácido tartárico	-	-	3,5 g/L	10g/L
Acidez volátil, ácido acético	-	1,5 g/L	-	1,2 g/L
Acidez volátil, como ácido málico	4 g/L	16,0 g/L	-	-
Metanol de alcohol anhidrido	-	0,5 cm ³ /100cm ³	-	1 mg/cm ³
Cenizas	1,4 meq/L	-	-	-
Anhidrido sulfuroso total	-	0,32 g/L	-	0,35g/L
Anhidrido sulfuroso libre	-	0,004 g/L	-	-
Extracto seco	-	-	10,0 g/L	-
pH	-	-	2,8	4,0

Nota: Recuperado de: “Requisitos fisicoquímicos del vino de frutas”, Norma Técnica Ecuatoriana (1987) y Norma Técnica Colombiana (2000).

2.2.3. Aspectos generales del higo

Según Rawsui (1992) citado por Flores (2007), *Ficus carioca* es un arbusto que oscila en un rango de 6 a 8 metros de altura. Presenta una copa muy amplia en relación con su altura, pues sus ramas son muy largas y casi horizontales. Las hojas son muy grandes, ásperas al tacto, con el limbo palmeado, en ocasiones es entero, pero la mayoría de las veces se entrecorta en lóbulos más o menos profundos.

El fruto de la higuera llamado sicono es en realidad una inflorescencia formada por muchas frutas pequeñas que se encuentran dentro de un receptáculo carnoso. La parte comestible del higo no es un tejido ovárico, sino un fruto accesorio (Kerzdom y Adriance, 1984)

A nivel taxonómico, la higuera se encuentra en la siguiente clasificación (Cronquist A, 1988). (Calsina y Carpio, 2016).

Reino: Plantae (Plantas).

Subreino: Tracheobionta (Plantas vasculares).

División: Magnoliophyta (Plantas con flores).

Clase: Magnoliopsida (Dicotiledóneas).

Orden: Rosales.

Familia: Moráceas (Familia de la morera).

Subfamilia: Ficeae.

Género: Ficus L. (Higos).

Especie: *Ficus carica* L. (Higos comestibles)

2.2.4. La Fermentación Alcohólica

En 1897, Buchner evidencia el carácter enzimático de la transformación del azúcar en alcohol. Prácticamente, la fermentación alcohólica se puede presentar como una transformación química por medio de enzimas en el interior de microorganismos. Su conocimiento necesita tanto de la química, de la enzimología y de la microbiología (Blouin y Peynaud, 2006).

La fermentación alcohólica consiste básicamente en la transformación de los azúcares presentes mayoritariamente en el mosto en alcohol etílico y dióxido de carbono, esta transformación la realiza principalmente la levadura *Sacharomyces cerevisiae*, cabe señalar que además de la producción de alcohol etílico y dióxido de carbono se producen otras sustancias como ácidos que también son importante componentes del vino. En dicho proceso se libera calor como consecuencia del catabolismo de los azúcares es decir se produce un exceso de energía el cual no es utilizado por las levaduras. Si bien la fermentación alcohólica se da bajo condiciones de anaerobiosis, es necesario pequeñas cantidades de oxígeno con la finalidad que las levaduras puedan multiplicarse y desarrollarse adecuadamente. Ahora bien, la fermentación alcohólica específicamente se realiza al interior de la célula de la levadura, para ello los azúcares atraviesan la pared y membrana celular estas estructuras de alguna manera “controlan” el ingreso y salida de sustancias del medio externo y de la célula manteniendo así el equilibrio osmótico celular como también la actividad misma de dicha célula. El producto principal producido

durante la fermentación alcohólica es el alcohol etílico más conocido como etanol ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$) esta sustancia si bien es producida al interior de la célula de la levadura, esta sustancia “sale” de la célula atravesando la membrana celular por difusión simple acumulándose de esta manera en el medio externo, es ahí donde se acumula llegando a concentrarse hasta un 12 a 14 % en condiciones normales claro esta que esta concentración va a depender fundamentalmente de la concentración de azúcares presentes en el mosto el rendimiento de transformación es por cada 16 a 17 gramos de azúcar se produce un grado alcohólico. La segunda sustancia producida de manera importante durante la fermentación alcohólica es el dióxido de carbono (CO_2) esta sustancia se produce 0,4 a 0,5 gramos CO_2 por cada gramo de azúcar fermentado (Blouin y Peynaud, 2006; Hidalgo, 2010).

2.2.5. Levaduras

La fermentación alcohólica es realizada por un microorganismo conocido como levadura, ahora bien, las levaduras son hongos unicelulares microscópicos que se reproducen por gemación y pertenecen a un amplio grupo de hongos unicelulares (Ascomycetos, Basidiomycetos y Deuteriomycetos) incluyendo alrededor de 80 géneros y 600 especies. La unidad taxonómica de las levaduras es la especie la cual se define como un conjunto de cepas que comparten propiedades estables, pero difieren de forma significativa de otro propio de cepas diferentes (Blouin y Peynaud, 2006; Hidalgo, 2010).

Las levaduras están presentes sobre la superficie de la uva en aproximadamente 1000 a 100 000 levaduras por baya de las cuales la mayoría pertenece a especies poco a nada fermentativas (*Rhodotorula*, *Kloeckera apiculata*, *Candida*, *Pichia*) la única por excelencia fermentativa es la especie *Saccharomyces cerevisiae* durante la fermentación del mosto en que *Saccharomyces* se vuelve predominante (Blouin y Peynaud, 2006). *Saccharomyces cerevisiae* es una especie de levadura vigorosa, resistente al alcohol etílico y dióxido de azufre siendo estas características necesarias para poder llevar el proceso fermentativo hasta el final (Hidalgo 2010).

En cuanto a la morfología de las células de la especie *Saccharomyces cerevisiae* estas presentan formas variadas (ovalada, redondas y alargadas) el tamaño puede variar de 3 a 10 x 5 a 12 μm . Esta especie es capaz de fermentar casi todos los azúcares, excepto los de 5 átomos de carbono gracias a la enzima invertasa capaz de desdoblar la sacarosa en glucosa y fructosa (Hidalgo, 2010)

2.2.5.2. Levaduras seleccionadas

Según Fugelsang (1997) citado por Belda y col. (2014), actualmente en la industria enológica existe la tendencia es buscar, caracterizar, producir y comercializar cultivos seleccionados de *Saccharomyces 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 células de 1×10^6 a 3×10^6 ufc/ml esta dosis puede variar según las condiciones del mosto.

Las levaduras secas activas (LSA) son vendidos anualmente en el mundo unos 800 a 1000 toneladas y son comprados en mayor medida por países emergentes de escasa tradición vitivinícola. En la actualidad existen una diversidad de cepas de LSA con el potencial de generar diversas características deseadas en el vino, en otras palabras, hay LSA al gusto del consumidor. Su utilización debe ser precisa para ello se debe seguir las recomendaciones descrita en los envases del producto, el futuro del empleo de LSA es prometedor puesto que año a año evoluciona encontrándose LSA con características enológicas de gran interés que permitan resolver problemas que hoy en día se presentan en los vinos (Blouin y Peynaud, 2006; Hidalgo, 2010).

La utilización de LSA tiene como ventaja de acortar el tiempo de inicio de la fermentación, transformación completa de los azúcares en alcohol y resistencia al etanol (Varela, 2016). Su uso permite un control gradual de a fermentación lo cual se traduce a menor variaciones del proceso fermentativo ocasionado por levaduras salvajes no controladas esto generaría una mejora de la calidad del vino y responder a las exigencias actuales de trazabilidad (Fleet et al., 1993; Lambrechts y Pretorius, 2000).

El poder alcoholígeno presenta una amplia variabilidad entre las distintas especies de levaduras vínicas, y a menudo entre las diferentes cepas de una misma especie. Normalmente las cepas más alcoholígenas proceden de mostos y uvas de zonas cálidas, donde se alcanza una perfecta maduración de los frutos, las que llegan alcanzar graduaciones alcohólicas en torno 16% v/v o incluso superiores. Normalmente las cepas más alcoholígenas son también las más resistentes al etanol (Suárez, 2004).

La acidez volátil del vino esencialmente ligada a la presencia de ácido acético, varía sensiblemente con las especies de levaduras que llevan a cabo la fermentación

existiendo también una notable variabilidad intraespecífica en el género *Saccharomyces* (Suárez, 2004).

Según Romano y col. (2003) citado por Lara (2018), las levaduras son los responsables del sabor y “bouquet” del vino puesto que los componentes predominantes en el vino son elaborados por estos microorganismos.

Según varios estudios demuestran que los vinos elaborados mediante inoculación de *S. cerevisiae* comerciales originan vinos sensorialmente diferentes a los elaborados a partir de *S. cerevisiae* silvestres asimismo los catadores pueden diferenciar vinos elaborados con diferentes cepas comerciales. Los vinos pueden ser caracterizados (afrutado, floral, neutro, etc.) según la cepa utilizadas esto es importante puesto que el enólogo puede obtener un vino con un perfil determinado según la cepa de *S. cerevisiae* (Swigers y col., 2005; Blanco y col., 2013; Puertas, 2014).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

2.3.1. Acidez titulable: Es aquella que se determina por titulación cuantitativa con un álcali. En el vino suele expresarse en gramos de ácido tartárico por litro (Boulton *et al.*, 2002).

2.3.2. Acidez volátil: Porción de la acidez total que es volátil (separable por destilación de la acidez fija) y que representa al ácido acético y compuestos relacionados. Se considera indicativa de la alteración microbiana (*Acetobacter*), si es apreciable. Los vinos con un contenido elevado de ácido acético tienen o terminan teniendo también un contenido excesivo de acetato de etilo, que tiene un olor más fuerte (Boulton *et al.*, 2002).

2.3.3. Alcoholes superiores: Alcohol amílico y análogos con más de dos átomos de carbono producidos por fermentación y que contribuyen a sabores pesados a fúsel, especialmente en vinos y brandis (no son siempre sabores indeseables a niveles bajos) (Boulton *et al.*, 2002).

2.3.4. Aroma: El olor de un vino. Si no está presente en un aroma particular, el vino se describe como vinoso. Aroma y bouquet a veces se usan como sinónimos, pero más correctamente el aroma se relaciona con el olor de la uva y el bouquet con el olor del vino adquirido durante la fermentación y envejecimiento (Rankine, 2000).

2.3.5. Astringencia: Detectada por contracción, sensación táctil en la lengua debida al alto contenido de taninos (absorbida de los hollejos y pepitas); algunas veces es

indicativo de la longevidad del vino tinto. Duro y áspero y tánico son términos relacionados (Rankine, 2000).

2.3.6. Brix: Propiedad de una disolución equivalente a las disoluciones acuosas de sacarosa en gramos por 100 gramos a 20 °C. Suele medirse por hidrometría (densidad) y en zumos por densitometría (Boulton *et al.*, 2002).

2.3.7. Buqué (Bouquet): Los olores del vino resultado del procesado y el envejecimiento a diferencia de los olores de la materia prima, por ejemplo, el buqué por fermentación o embotellado (Boulton *et al.*, 2002).

2.3.8. Calidad: La suma de los factores intrínsecos como color, olor y flavor, que hace que los consumidores con conocimientos y críticos puedan decir que un vino es mejor y vale más que otro. Obviamente, aunque varía de un tipo de vino a otro. Es subjetiva y proclive a frecuentes desacuerdos entre enólogos, la calidad alta es un objetivo absolutamente importante en el vino (Boulton *et al.*, 2002).

2.3.9. Cuerpo: Consistencia, espesor o sustancia del vino. Se refiere al contenido de extracto, los vinos con mucho cuerpo son más alcohólicos que los de menor contenido (Rankine, 2000). Característica de plenitud bucal de los vinos relacionada con la viscosidad y que va desde delgado y acuoso a pleno y corpulento (Boulton *et al.*, 2002).

2.3.10. Enología: La ciencia y tecnología de elaborar y procesar el vino en toda su complejidad (Boulton *et al.*, 2002).

2.3.11. Fenoles: Compuestos químicos que constan de un anillo de benceno con al menos un grupo hidroxilo. Los que se encuentran naturalmente en las plantas se denominan polifenoles y suelen tener al menos dos grupos hidroxilo, por lo general vecinos. El grupo incluye los ácidos fenólicos, cinamatos, flavonoides y taninos de uvas y vinos (Boulton *et al.*, 2002).

2.3.12. Fermentación alcohólica: Transformación de los azúcares contenidos en el mosto en alcohol etílico y derivados dando como resultado una bebida fermentada conocida como vino. El proceso libera energía en forma de calor y desprende dióxido de carbono. (Hidalgo, 2011).

2.3.13. Fermentador: El agente para la fermentación; él o lo que causa o conduce la fermentación. Ejemplos: “es un fermentador de Cabernets” o “esa levadura es una fermentadora de galactosa” (Boulton *et al.*, 2002).

2.3.14. Flavor: El carácter sensorial global que incluye olores, sabores y sensaciones como la astringencia, el cuerpo o quizá la “textura” (Boulton *et al.*, 2002).

2.3.15. Levadura: Breve definición científica. Hongo unicelular. Las levaduras relacionadas con el vino son aquellas que se encuentran asociadas a las uvas, viñedos, equipo de vinificación, depósitos o en el vino. En este caso se subdividen en tres grupos: levaduras vínicas, levaduras silvestres y levaduras causantes de alteraciones (Boulton *et al.*, 2002).

2.3.16. Levaduras silvestres: las levaduras que inician la fermentación del mosto, pero que no son lo suficientemente tolerantes al etanol como para terminarla. Suelen encontrarse en la uva. Incluyen especies de los géneros *Hansenula*, *Kloeckera*, *Hanseniaspora* y *Metschnikowia* (Boulton *et al.*, 2002).

2.3.17. Levaduras vínicas: Las levaduras que fermentan el mosto completamente (seco) y producen un vino sin sabores ni olores extraños. Se limitan prácticamente a especies del género *Saccharomyces* y quizá *Schizosaccharomyces*. También pueden producir alteraciones si están presentes en una situación no deseada, por ejemplo, en un vino de mesa semidulce embotellado (Boulton *et al.*, 2002).

2.3.18. Ligero: De poco cuerpo, distinto de agradable (Rankine, 2000).

2.3.19. Maceración: Conservar el mosto y el orujo durante un tiempo fin de extraer los compuestos polifenólicos antes de separar el mosto o los vinos jóvenes. Entre las expresiones alternativas se encuentran contacto con el hollejo, fermentación del orujo, etc. (Boulton *et al.*, 2002).

2.3.20. Maduración: Mejora dependiente del tiempo de los vinos antes de su embotellado, especialmente en la maduración masiva en depósitos de madera. Tras una maduración apropiada de cada tipo y estilo, el vino se considera maduro, listo para embotellar (Boulton *et al.*, 2002).

2.3.21. Saccharomyces: Literalmente del latín “hongo del azúcar”; el nombre científico genérico para las levaduras del tipo de las utilizadas en las fermentaciones vínicas (Boulton *et al.*, 2002).

2.3.22. Seco: Denotan ausencia de azúcares y se opone a dulce. Los vinos secos contienen menos del 0.2 % de azúcares, pero los vinos que contienen más del 0.5 % normalmente tienen el gusto seco (Rankine, 2000).

2.3.23. Suave: Un vino con un agradable acabado, sin inicios de dureza o agresividad. Normalmente aplicado a los vinos con bajo contenido de ácidos y ligeramente azucarados (Rankine, 2000).

2.3.24. Tanino: Constituyente orgánico complejos del vino que se encuentran en mayor cantidad en los tintos que en los blancos. Desempeñan un papel importante en la autoclarificación de los vinos jóvenes después de la fermentación. Tienen una importante influencia en la impresión en el paladar. Intervienen completamente en el cuerpo y en la astringencia de los vinos tintos secos mientras que en los vinos dulces ayudan al equilibrio del azúcar, dando un paladar agradable. El periodo de maduración está relacionado con el contenido tánico del vino; un vino tinto con gran cuerpo con alto contenido tánico requiere un periodo más largo que uno con bajo cuerpo para conseguir el mismo grado de equilibrio (Rankine, 2000).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y Nivel de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación:

- Tecnológica – Experimental.

3.1.2. Nivel de Investigación:

- Exploratorio

3.2 Población y muestra de estudio

3.2.1. Población: Levaduras de la especie *Saccharomyces cerevisiae*.

3.2.2. Muestra: Cepas comerciales y nativas de *Saccharomyces cerevisiae*.

3.3 Operacionalización de variables

En la tabla 3 se presenta la operacionalización de las variables.

Tabla 3. Operacionalización de variables

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores
Cepas de levaduras <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Conjunto de células clones pertenecientes a la especie <i>Sacharomyces cerevisiae</i> que descende de una única célula. <ul style="list-style-type: none"> • <i>S. cerevisiae</i> Cepa LH: Cepa <i>Sacharomyces cerevisiae</i> aisladas del fruto de la higuera (<i>Ficus carica</i>) de la zona agrícola de Magollo. • <i>S. cerevisiae</i> Cepa LS: Cepa <i>Sacharomyces cerevisiae</i> aislada y seleccionadas de uvas pertenecientes a viñedos de la zona agrícola de Pocollay. • <i>S. cerevisiae</i> Cepa LC: Cepa <i>Sacharomyces cerevisiae</i> seleccionada comercial. 	cel/ml	
Características fisicoquímicas del vino de higo	Refiere a la cualidad del vino de higo que se evidencia mediante la reacción frente a un reactivo o mediante el uso de un instrumento de análisis.	% y g/l	pH, AT, AV, °GL, ES.
Características sensoriales del vino de higo	Refiere a la cualidad del vino de higo que se evidencia con la impresión que causa a nuestros sentidos.	Puntaje del 1 al 9	Color, aspecto, olor y sabor

Nota: AT = Acidez total; AV= Acidez Volátil; °GL= Grado Alcohólico; ES= Extracto Seco

3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.4.1. Aislamiento de *Saccharomyces cerevisiae* nativo

Se obtuvo macerados fermentados de higo seco en fermentadores de 300 ml de capacidad. Luego estando cerca del término de la fermentación se tomó alícuotas del mosto fermentado que fueron diluidas a 10^{-3} y 10^{-4} en solución salina fisiológica. Se realizó siembra por extensión en placa colocando 0,1 ml de mosto fermentado diluido (10^{-3} y 10^{-4}) sobre placas con medio Agar Papa Dextrosa (APD) y mediante el uso de un asa de Drigalsky se extendió la muestra sobre la superficie del medio (Anexo 4; foto 1). Se incubaron durante 48 horas a 28 °C de temperatura. Después de la incubación se tomaron al azar una colonia con morfología típica de *S. cerevisiae* y corroborado previamente (micro y macroscópicamente) para ser sembrados por estría en medio APD inclinado contenido en viales e incubados durante 48 horas a 28 °C de temperatura para luego ser conservados en refrigeración. A este cultivo puro (cepa) se le asignó el prefijo según la procedencia del cultivo: Levadura *S. cerevisiae* aislada del higo (LH).

3.4.2. Elaboración del vino de higo

En la Figura 1 se muestra el proceso de elaboración de vino de higo.

3.4.2.1. Materia prima

El higo (*Ficus carica* L.) seco de variedad negra fue utilizado en la elaboración de vino de higo. Se utilizó 15 kilos de higo deshidratado.

3.4.2.2. Acondicionamiento

Se fraccionó para tres tipos de tratamiento los cuales fueron: *Saccharomyces cerevisiae* cepa LC, *S. cerevisiae* cepa LH, *S. cerevisiae* cepa LS y Control; los tratamientos se realizaron en mosto de higo el cual se obtuvo por maceración (1 porción de trozos de higo seco y 2 porciones de agua). La maceración se dejó en reposo por un periodo de 6 horas para la extracción de sólidos solubles de la materia prima. Transcurridas las 6 horas se repartió el mosto de higo en 12 fermentadores; tres para el tratamiento *S. cerevisiae* cepa LC, tres para el tratamiento *S. cerevisiae* cepa LH, tres para el tratamiento *S. cerevisiae* cepa LS y tres para el tratamiento Control (sin adición de inóculo de levadura *S. cerevisiae*) (Anexo 4; foto 5).

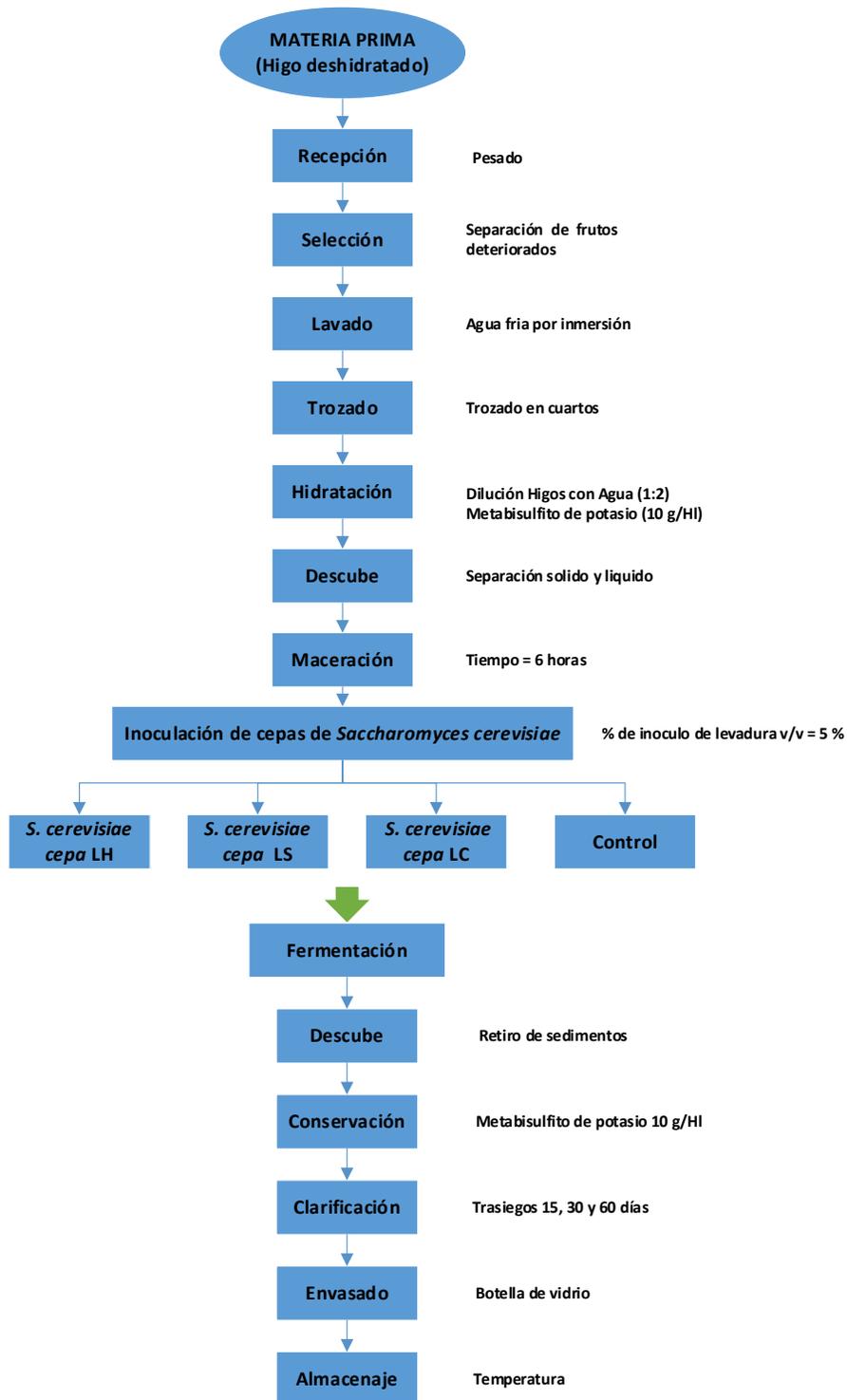


Figura 1. Proceso utilizado para elaboración de vino de higo
Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.3. Análisis fisicoquímicos del mosto

Antes del inicio de la fermentación del mosto (macerado higo seco con agua) se realizó los siguientes análisis fisicoquímicos:

- Grados Brix
- Acidez Total
- Densidad
- Grado alcohólico probable
- pH

3.4.2.4. Inoculación de *Saccharomyces cerevisiae*

Se inoculó entre 1×10^6 – 3×10^6 cel./ml (Fugelsang, 1997) de cada uno de las cepas de levaduras (*S. cerevisiae* cepa LC, LS y LH) lo. El inóculo correspondió a un volumen equivalente al 5% del volumen total del mosto a fermentar (Vogt, 1986). (Anexo 4; foto 3 y 4).

3.4.2.5. Proceso de fermentación

La fermentación duró un aproximado de 5 días hasta agotamiento los sólidos solubles de la fermentación en los cuales se deberá mantener el pH entre 3.5 y 4.5, también se hizo mediciones de la densidad.

3.4.2.6. Trasiego

Se procedió a separar el vino de las lías acumuladas en el fondo de los fermentadores.

El trasiego se realizó en recipientes esterilizados y se repitió esta operación dos veces con un intervalo de tiempo de 30 días, posteriormente se procede al envasado el cual se hizo en botellas esterilizadas y selladas.

3.4.2.7. Conservación

Para su conservación se adiciono 15 g/Hl de metabisulfito de potasio previa agitación vigorosa del vino para retirar el gas dióxido de carbono. Se trasvaso el vino de higo a otro deposito a fin de separar el vino de las lías previniendo extracción de olores y sabores indeseables.

3.4.2.8. Envasado

Se efectuó empleando botellas de 750 ml de capacidad previamente lavadas y desinfectadas con metabisulfito de sodio (2 g/Hl). Se utilizó corchos cónicos para el cerrado el cual fue hecho de manera manual, estos corchos fueron esterilizados en autoclave al igual que las botellas. Todo el proceso de envasado se llevó a cabo evitando en lo posible airear el vino de higo.

3.4.2.9. Almacenaje

Las botellas de vino de higo se mantuvieron en un ambiente ventilado, sin luz y a temperatura ambiente.

3.4.3. Evaluación fisicoquímica y sensorial del vino de higo obtenido

Se evaluaron parámetros fisicoquímicos y sensoriales.

3.4.3.1. Evaluación fisicoquímica.

Se determinó los siguientes parámetros fisicoquímicos:

- pH: Mediante el método del pH-metro.
- Acidez total: Se utilizó la metodología según NTP 212.047:2009.
- Acidez volátil: Se utilizó la metodología según NTP 212.031: 2009.
- Grado alcohólico: Se utilizó la metodología según NTP 319.229.2003.
- Extracto seco: Se utilizó la metodología según NTP 212.036:2009

3.4.3.2. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó según el método descrito por Espinoza (2001). Se realizó mediante el método de la Escala Hedónica Estructurada el cual consistió en la medición del grado con que el juez consumidor gusta o disgusta, asignando puntaje a los atributos de calidad; color, textura, aroma y sabor (Anexo 3). Los jueces correspondieron consumidores habituales de vino para actuar como juez consumidor. Estas personas no conocieron la problemática del estudio, solamente entendieron el procedimiento de la prueba y respondieron a ella (Anexo 4; foto 7).

3.5 Procesamiento y análisis de datos

A los datos obtenidos se les aplicará el análisis de variancia y la prueba de Duncan para determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos y los grupos de

control. Estos análisis se realizarán haciendo uso del programa estadístico Statgraphics Centurión VI.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Con la obtención de los diversos resultados, en el presente trabajo de investigación se ha podido determinar el efecto de las diferentes cepas de levaduras de la especie *Saccharomyces cerevisiae* en las características fisicoquímicas y sensoriales del vino de higo.

4.1. *Saccharomyces cerevisiae* nativos aislados

Se obtuvieron 3 cultivos de levaduras del genero *Saccharomyces* de muestras de macerados fermentados de higo seco procedente de la zona agrícola de Magollo-Tacna; de los 3 cultivos se obtuvieron 3 colonias, una por cultivo, siendo las 3 colonias identificadas, en base a sus características de crecimiento, como *Saccharomyces cerevisiae*. Se eligió una colonia al azar para ser repicado y conservado en refrigeración para su utilización posterior. Esta colonia (que correspondió a una cepa) se le asignó el código LH (*Saccharomyces cerevisiae* cepa LH) (Anexo 4; foto 1 y 2).

4.2. Análisis fisicoquímicos del mosto

Al realizar el análisis fisicoquímico del mosto de higo (macerado de una porción de higo seco con dos porciones de agua) antes de iniciar el proceso fermentativo se realizaron análisis fisicoquímicos y se obtuvieron los siguientes resultados:

- Grados Brix = 20
- pH = 4.5
- Densidad = 1.083 g/cc
- Acidez = 0.978 g/100ml
- Grado alcohólico probable = 11.43

4.3. Evaluación del proceso de fermentación

Se realizó el seguimiento del proceso fermentativo mediante la medición de la densidad para cada tratamiento (Anexo 1 y 2) (Figura 2).

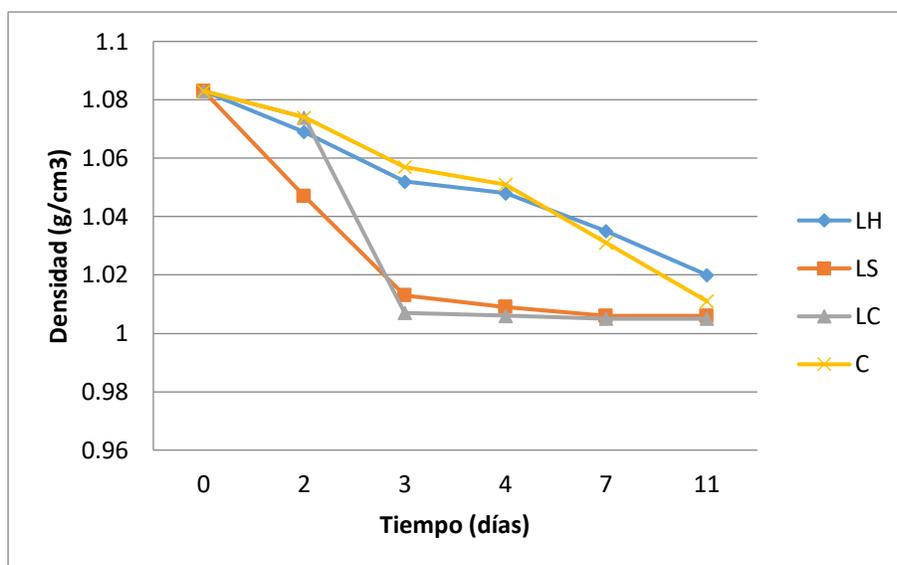


Figura 2. Evolución del proceso fermentativo

LH = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LH; LS = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LS;
LC = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LC

4.4. Evaluación fisicoquímica del vino de higo

4.4.1. pH

En el Tabla 4 y Figura 3 se muestran los valores promedio de tres repeticiones correspondientes al pH del vino de higo obtenido mediante inoculación de tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae* (LH, LS y LC) donde los promedios variaron de 3,38 a 4,45 apreciándose que el tratamiento *S. cerevisiae* cepa LH tuvo el pH más bajo en comparación con *S. cerevisiae* cepa LC.

Tabla 4. pH del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

N°	Tratamientos	pH			Promedio
		Repeticiones			
		X1	X2	X3	
1	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> cepa LH	3,38	3,40	3,35	3,38
2	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> cepa LS	4,37	4,29	4,50	4,39
3	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> cepa LC	4,48	4,46	4,41	4,45
4	CONTROL	3,83	3,87	3,81	3,84

Nota: Datos obtenidos mediante ensayos experimentales en laboratorio.

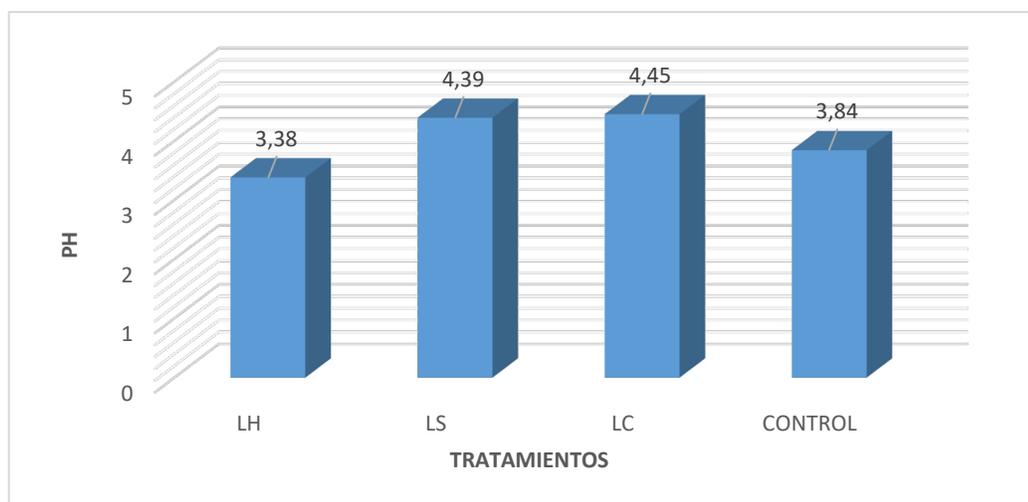


Figura 3. pH del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae* LH = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LH; LS = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LS; LC= *Saccharomyces cerevisiae* cepa LC

Al realizar el análisis de variancia de los promedios de pH de los tratamientos (LH, LS y LC y control), se concluye que existe diferencia estadísticamente significativa entre los promedios de pH de los tratamientos a un nivel de confianza del 95 % (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis de variancia para el pH del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,29983	3	0,766608	217,4800	0,0000
Intra grupos	0,02820	8	0,003525		
Total (Corr.)	2,32803	11			

Nota: Datos obtenidos mediante la aplicación del programa estadístico Statgraphics Centurion XVII a partir de los datos de la tabla 4.

Mediante la prueba de Duncan se determinó que el tratamiento LH presentó el menor pH con 3,38 a diferencia con el tratamiento LS Y LC que presentaron el promedio más alto con 4,38 y 4,45 respectivamente (Tabla 6).

4.4.2. Acidez Total

En la Tabla 7 y Figura 4, se observan los valores promedio de la acidez total del vino de higo obtenido mediante la inoculación de tres cepas de *S. cerevisiae* (LH, LS y

LC), donde los valores promedio variaron de 6,42 a 13,10 g/l, destacando el tratamiento *S. cerevisiae* LH con la mayor acidez (13,10g/l) a diferencia de *S. cerevisiae* LC que presentó el promedio más bajo de acidez total (6,42 g/l).

Tabla 6. Prueba de Duncan para el pH del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
<i>S. cerevisiae</i> LH	3	3,37667	X
CONTROL	3	3,83667	X
<i>S. cerevisiae</i> LS	3	4,38667	X
<i>S. cerevisiae</i> LC	3	4,45000	X

Nota: Datos obtenidos mediante la aplicación del programa estadístico Statgraphics Centurion XVII a partir de los datos de la tabla 4

Tabla 7. Acidez total del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

N°	Tratamientos	Acidez total (g/l)			Promedio
		Repeticiones			
		X1	X2	X3	
1	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> cepa LH	12,54	13,56	13,19	13,10
2	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> cepa LS	7,77	6,92	7,02	7,24
3	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> cepa LC	6,98	6,27	6,00	6,42
4	CONTROL	12,57	13,08	13,04	12,90

Nota: Datos obtenidos mediante ensayos experimentales en laboratorio.

Al realizar el análisis de variancia de los promedios de la acidez total de los tratamientos (*S. cerevisiae* cepa LH, *S. cerevisiae* cepa LS, *S. cerevisiae* cepa LC y control), se concluye que existe diferencia estadísticamente significativa entre los promedios de pH de los tratamientos a un nivel de confianza del 95 % (Tabla 8).

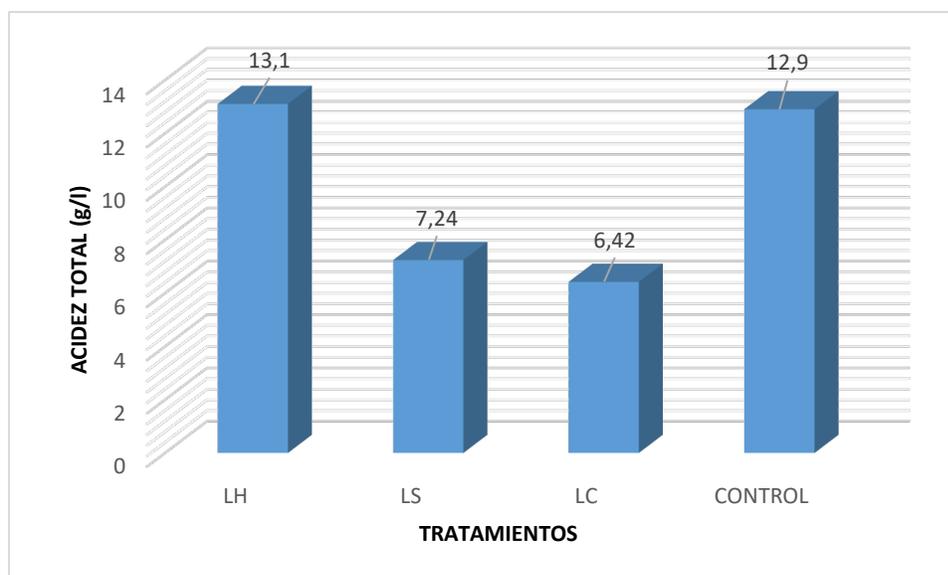


Figura 4. Acidez total del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

LH = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LH; LS = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LS; LC = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LC

Tabla 8. Análisis de variancia para la acidez total del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	115,275	3	38,4251	187,64	0,0000
Intra grupos	1,63827	8	0,204783		
Total (Corr.)	116,914	11			

Nota: Datos obtenidos mediante la aplicación del programa estadístico Statgraphics Centurion XVII a partir de los datos de la tabla 7.

Mediante la prueba de Duncan se determinó que los tratamientos *S. cerevisiae* cepa LC y *S. cerevisiae* cepa LS presentaron la menor acidez total con 6,42 y 7,23 g/l respectivamente a diferencia de los tratamientos control y *S. cerevisiae* cepa LH que presentaron los promedios más alto con 12,90 y 13,10 respectivamente (Tabla 9).

4.4.3. Acidez volátil

En el Tabla 10 y Figura 5 se muestran los valores promedio de tres repeticiones correspondientes a la acidez volátil del vino de higo obtenido mediante inoculación de

tres cepas de *S. cerevisiae* (LH, LS y LC) donde los promedios variaron de 0,42 a 3,58 apreciándose que el tratamiento *S. cerevisiae* cepa LC tuvo la acidez volátil más bajo en comparación con el tratamiento control.

Tabla 9. Prueba de Duncan para la acidez total del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
<i>S. cerevisiae</i> LC	3	6,41667	X
<i>S. cerevisiae</i> LS	3	7,23667	X
CONTROL	3	12,8967	X
<i>S. cerevisiae</i> LH	3	13,0967	X

Nota: Datos obtenidos mediante la aplicación del programa estadístico Statgraphics Centurion XVII a partir de los datos de la tabla 7.

Tabla 10. Acidez volátil del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

N°	Tratamientos	Acidez volátil (g/l)			Promedio
		Repeticiones			
		X1	X2	X3	
1	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> LH	0,88	0,90	0,69	0,82
2	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> LS	0,47	0,44	0,49	0,47
3	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> LC	0,30	0,53	0,44	0,42
4	CONTROL	3,55	3,60	3,60	3,58

Nota: Datos obtenidos mediante ensayos experimentales en laboratorio.

Al realizar el análisis de variancia de los promedios de la acidez volátil de los tratamientos (*S. cerevisiae* cepa LH, *S. cerevisiae* cepa LS, *S. cerevisiae* cepa LC y Control), se concluye que existe diferencia estadísticamente significativa entre los promedios de acidez volátil de los tratamientos a un nivel de confianza del 95 % (Tabla 11).

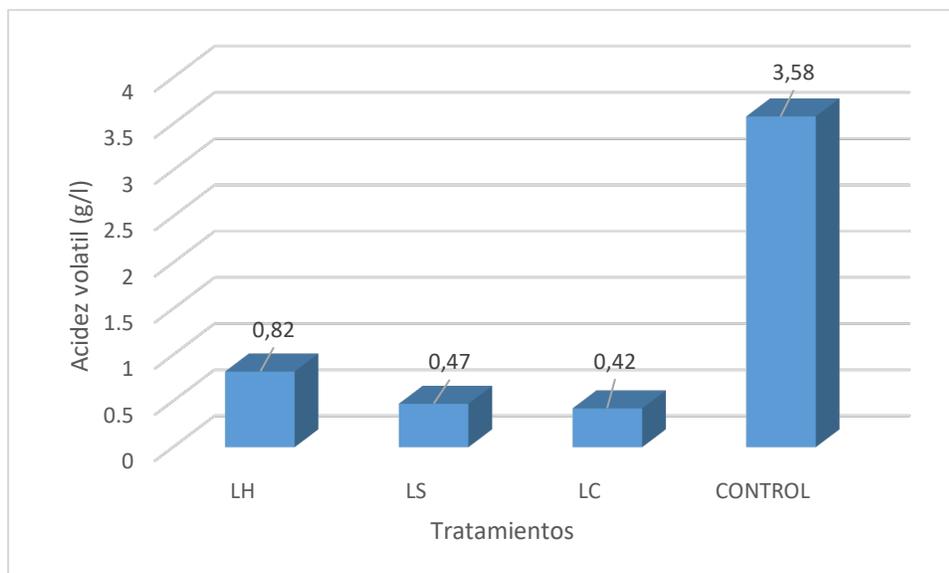


Figura 5. Acidez volátil del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

LH = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LH; LS = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LS; LC = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LC

Tabla 11. Análisis de variancia para la acidez volátil del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	20,7044	3	6,90148	974,33	0,0000
Intra grupos	0,0566667	8	0,00708333		
Total (Corr.)	20,7611	11			

Nota: Datos obtenidos mediante la aplicación del programa estadístico Statgraphics Centurion XVII a partir de los datos de la tabla 10.

Mediante la prueba de Duncan se determinó que los tratamientos LC y LS presentaron la menor acidez volátil con 0,42 y 0,47 g/l respectivamente a diferencia de los tratamientos control y LH que presentaron los promedios más alto con 3,58 y 0,82 respectivamente (Tabla 12).

4.4.4. Grado alcohólico

En el Tabla 13 y Figura 6, se observan los valores promedio del grado alcohólico del vino de higo obtenido mediante la inoculación de tres cepas de *S. cerevisiae* (LH, LS

y LC), donde los valores promedio variaron de 6,67 a 10,07 %, destacando el tratamiento *S. cerevisiae* LC con el mayor grado alcohólico (10,07 %) a diferencia del tratamiento control que presentó el promedio más bajo de grado alcohólico (6,67 %).

Tabla 12. Prueba de Duncan para la acidez volátil del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
<i>S. cerevisiae</i> LC	3	0,423333	X
<i>S. cerevisiae</i> LS	3	0,466667	X
<i>S. cerevisiae</i> LH	3	0,823333	X
CONTROL	3	3,583330	X

Nota: Datos obtenidos mediante la aplicación del programa estadístico Statgraphics Centurion XVII a partir de los datos de la tabla 10.

Tabla 13. Grado alcohólico del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

N°	Tratamientos	Grado alcohólico (%)			Promedio
		Repeticiones			
		X1	X2	X3	
1	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> LH	9,00	9,00	9,00	9,00
2	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> LS	9,00	10,00	10,00	9,67
3	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> LC	10,00	10,00	10,20	10,07
4	CONTROL	7,00	6,00	7,00	6,67

Nota: Datos obtenidos mediante ensayos experimentales en laboratorio.

Al realizar el análisis de variancia de los promedios del grado alcohólico de los tratamientos (*S. cerevisiae* cepa LH, *S. cerevisiae* cepa LS, *S. cerevisiae* cepa LC y control), se concluye que existe diferencia estadísticamente significativa entre los promedios de grado alcohólico los tratamientos a un nivel de confianza del 95 % (Tabla 14).

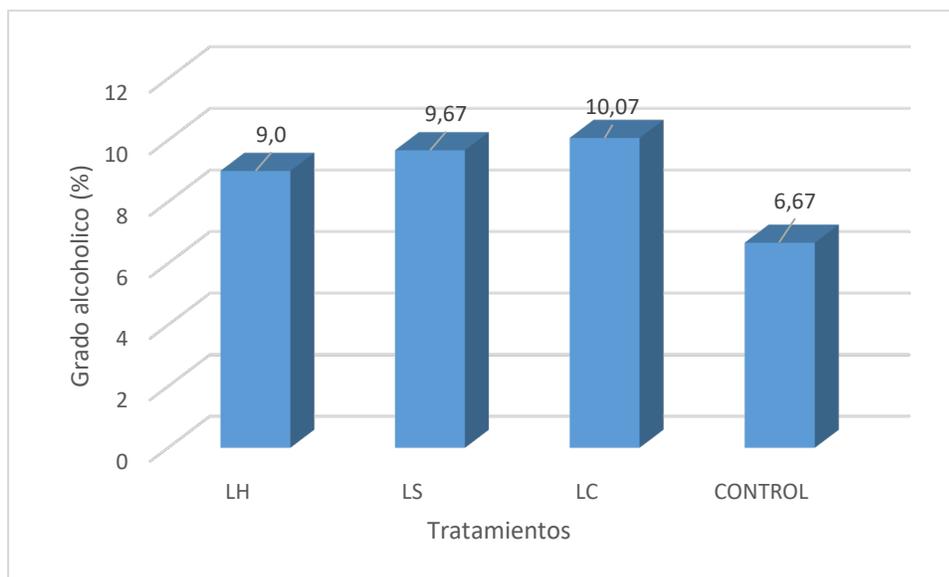


Figura 6. Grado alcohólico del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

LH = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LH; LS = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LS; LC = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LC

Tabla 14. Análisis de variancia para el grado alcohólico del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	20,81	3	6,93667	40,80	0,0000
Intra grupos	1,36	8	0,17		
Total (Corr.)	22,17	11			

Nota: Datos obtenidos mediante la aplicación del programa estadístico Statgraphics Centurion XVII a partir de los datos de la tabla 13.

Mediante la prueba de Duncan se determinó que el tratamiento control presentó el menor grado alcohólico con 6,67 % a diferencia del tratamiento *S. cerevisiae* cepa LC que presentó el promedio más alto con 10,07 % (Tabla 15).

4.4.5. Extracto seco

En la Tabla 16 y Figura 7, se observan los valores promedio del extracto seco del vino de higo obtenido mediante la inoculación de tres cepas de *S. cerevisiae* (LH, LS y LC), donde los valores promedio variaron de 92,06 a 95,30 g/l, destacando el tratamiento

S. cerevisiae cepa LS con el mayor extracto seco (95,30 g/l) a diferencia del tratamiento control que presentó el promedio más bajo de extracto seco (95,30 g/l).

Tabla 15. Prueba de Duncan para el grado alcohólico del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
CONTROL	3	6,66667	X
<i>S. cerevisiae</i> LH	3	9,0	X
<i>S. cerevisiae</i> LS	3	9,66667	XX
<i>S. cerevisiae</i> LC	3	10,0667	X

Nota: Datos obtenidos mediante la aplicación del programa estadístico Statgraphics Centurion XVII a partir de los datos de la tabla 13.

Tabla 16. Extracto seco del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

N°	Tratamientos	Extracto seco (g/l)			Promedio
		Repeticiones			
		X1	X2	X3	
1	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> LH	93,40	94,71	94,71	94,27
2	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> LS	95,48	96,61	93,81	95,30
3	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> LC	93,80	94,27	95,57	94,55
4	CONTROL	91,28	91,96	92,95	92,06

Nota: Datos obtenidos mediante ensayos experimentales en laboratorio.

Al realizar el análisis de variancia de los promedios del extracto seco de los tratamientos (*S. cerevisiae* cepa LH, *S. cerevisiae* cepa LS, *S. cerevisiae* cepa LC y control), se concluye que existe diferencia estadísticamente significativa entre los promedios de extracto seco de los tratamientos a un nivel de confianza del 95 % (Tabla 17).

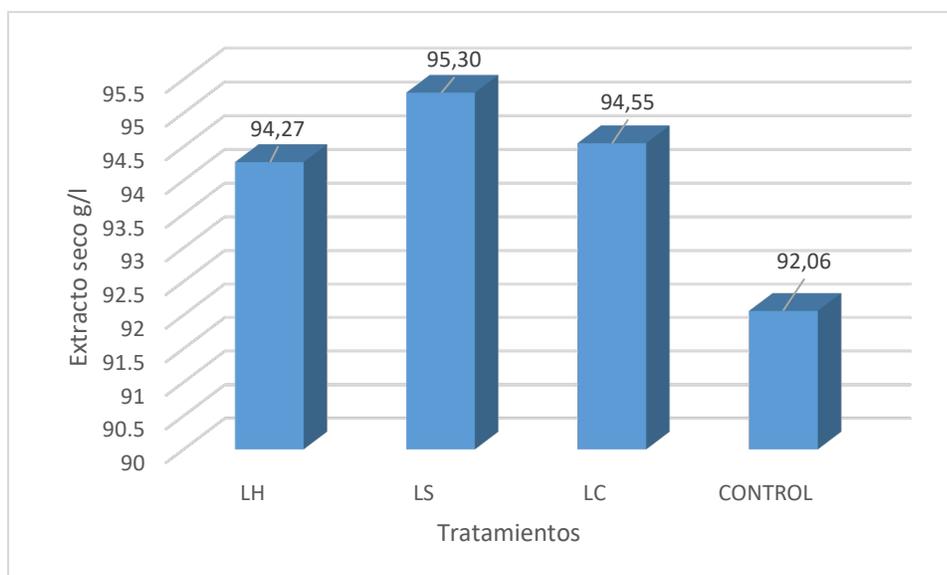


Figura 7. Extracto seco del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

LH = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LH; LS = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LS; LC = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LC

Tabla 17. Análisis de variancia para el extracto seco del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	17,4175	3	5,80583	5,66	0,0223
Intra grupos	8,2044	8	1,02555		
Total (Corr.)	25,6219	11			

Nota: Datos obtenidos mediante la aplicación del programa estadístico Statgraphics Centurion XVII a partir de los datos de la tabla 16.

Mediante la prueba de Duncan se determinó que el tratamiento control presentó el menor extracto seco con 92,06 g/l a diferencia del tratamiento *S. cerevisiae* cepa LS que presentó el promedio más alto con 95,30 g/l (Tabla 18).

4.5.1. COLOR

En el Tabla 19 y Figura 8 se muestra los puntajes al atributo color asignado por los jueces en la evaluación sensorial al vino de higo obtenido mediante la inoculación de tres cepas de *S. cerevisiae* (LH, LS y LC), donde se aprecia que el puntaje promedio más alto lo obtuvo el tratamiento *S. cerevisiae* cepa LS y el más bajo el tratamiento control (7 y 5,27 respectivamente).

Tabla 18. Prueba de Duncan para el extracto seco del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
CONTROL	3	92,0633	X
<i>S. cerevisiae</i> LH	3	94,2733	X
<i>S. cerevisiae</i> LC	3	94,5467	X
<i>S. cerevisiae</i> LS	3	95,3	X

Nota: Datos obtenidos mediante la aplicación del programa estadístico Statgraphics Centurion XVII a partir de los datos de la tabla 16.

4.5. Evaluación sensorial del vino de higo

Tabla 19. Puntaje asignado al atributo color en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*.

JUEZ	TRATAMIENTOS			
	<i>S. cerevisiae</i> cepa LH	<i>S. cerevisiae</i> cepa LS	<i>S. cerevisiae</i> cepa LC	CONTROL
1	7	5	8	4
2	8	8	8	7
3	6	7	5	5
4	3	8	6	2
5	5	4	5	4
6	7	8	8	7
7	8	7	6	7
8	6	8	7	5
9	6	6	7	6
10	7	8	8	2
11	8	8	7	9
Promedio	6,45	7	6,82	5,27

Nota: Puntajes obtenidos mediante cata realizada por personas que habitualmente consumen vino.

Los valores promedios obtenidos del puntaje asignado al atributo color en la evaluación sensorial realizada fueron sometidos al análisis de variancia, encontrándose que no existe diferencia significativa entre los tratamientos con un nivel de confianza del 95 % (Tabla 20).

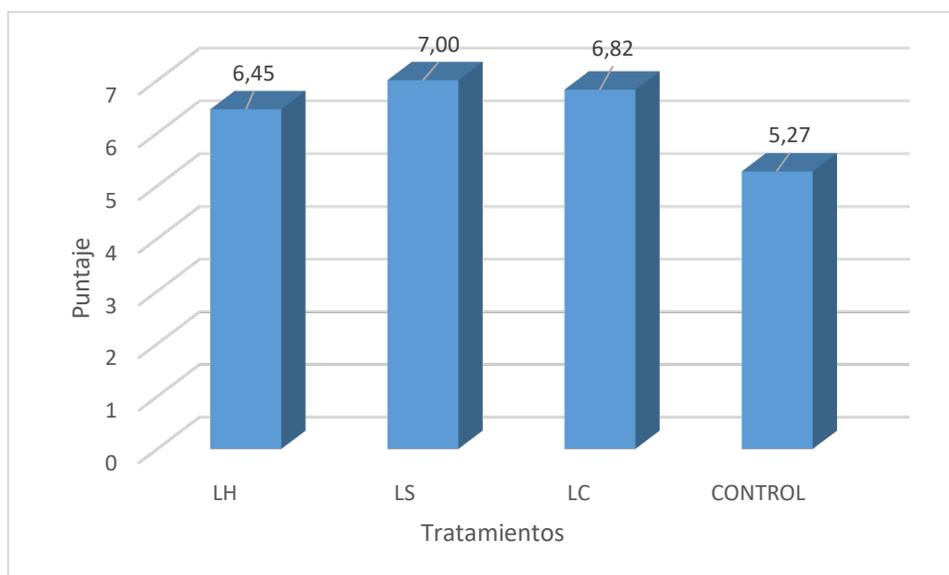


Figura 8. Puntaje asignado al atributo color en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*
 LH = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LH; LS = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LS; LC=*Saccharomyces cerevisiae* cepa LC

Tabla 20. Análisis de variancia para el atributo color en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:JUEZ	53,0455	10	5,30455	2,94	0,0107
B:TRATAMIENTO	15,7045	3	5,23485	2,91	0,0509
RESIDUOS	54,0455	30	1,80152		
TOTAL (CORREGIDO)	122,795	43			

Nota: Datos obtenidos mediante la aplicación del programa estadístico Statgraphics Centurion XVII a partir de los datos de la tabla 19.

4.5.2. TEXTURA

En el Tabla 21 y Figura 9 se muestra los puntajes al atributo color asignado por los jueces en la evaluación sensorial (Método de la Escala Hedónica) al vino de higo obtenido mediante la inoculación de tres cepas de *S. cerevisiae* (LH, LS y LC), donde se aprecia que el puntaje promedio más alto lo obtuvo el tratamiento *S. cerevisiae* cepa LC y el más bajo el tratamiento control (5,64 y 4,91 respectivamente).

Tabla 21. Puntaje asignado al atributo textura en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*.

JUEZ	TRATAMIENTOS			
	<i>S. cerevisiae</i> cepa LH	<i>S. cerevisiae</i> cepa LS	<i>S. cerevisiae</i> cepa LC	CONTROL
1	6	5	6	4
2	6	5	7	5
3	6	5	4	3
4	4	6	5	3
5	4	4	4	4
6	6	6	7	7
7	7	5	6	5
8	5	7	6	6
9	5	5	4	7
10	6	5	8	5
11	5	5	5	5
Promedio	5,46	5,27	5,64	4,91

Nota: Puntajes obtenidos mediante cata realizada por personas que habitualmente consumen vino.

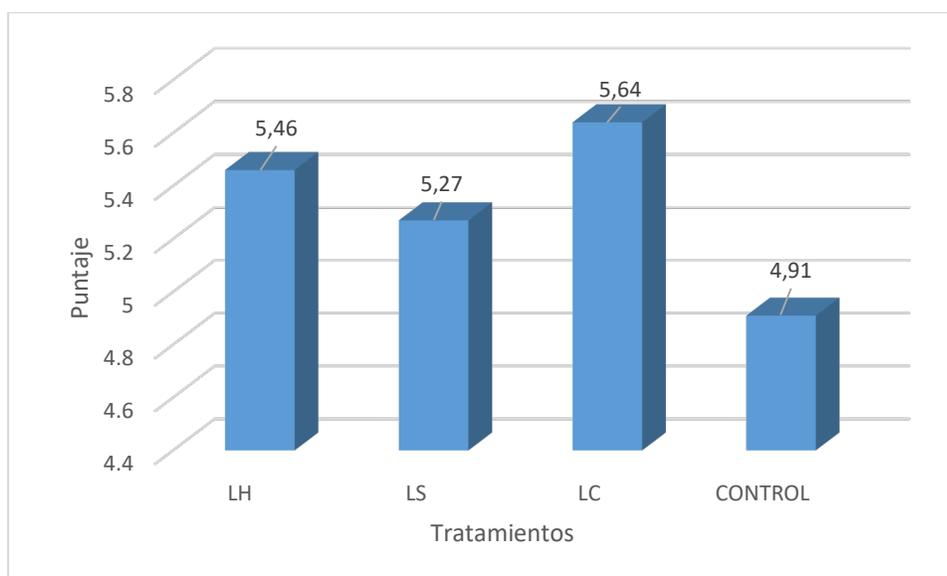


Figura 9. Puntaje asignado al atributo textura en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*
 LH = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LH; LS = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LS;
 LC = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LC

Los valores promedios obtenidos del puntaje asignado al atributo textura en la evaluación sensorial realizada fueron sometidos al análisis de variancia, encontrándose que no existe diferencia significativa entre los tratamientos con un nivel de confianza del 95 % (Tabla 22).

Tabla 22. Análisis de variancia para el atributo textura en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:JUEZ	23,5455	10	2,35455	2,45	0,0282
B:TRATAMIENTO	3,18182	3	1,06061	1,10	0,3628
RESIDUOS	28,8182	30	0,960606		
TOTAL (CORREGIDO)	55,5455	43			

Nota: Datos obtenidos mediante la aplicación del programa estadístico Statgraphics Centurion XVII a partir de los datos de la tabla 21.

4.5.3. OLOR

En el Tabla 23 y Figura 10 se muestra los puntajes al atributo olor asignado por los jueces en la evaluación sensorial al vino de higo obtenido mediante la inoculación de tres cepas de *S. cerevisiae* (LH, LS y LC), donde se aprecia que el puntaje promedio más alto lo obtuvo el tratamiento *S. cerevisiae* cepa LH y el más bajo el tratamiento control (6,64 y 5,27 respectivamente).

Los valores promedios obtenidos del puntaje asignado al atributo olor en la evaluación sensorial realizada fueron sometidos al análisis de variancia, encontrándose que existe diferencia significativa entre los tratamientos con un nivel de confianza del 95 % (Tabla 24).

Mediante la prueba de Duncan se determinó que los tratamientos control y *S. cerevisiae* cepa LS presentaron el menor puntaje con 5,27 y 5,90 respectivamente a diferencia de los tratamientos *S. cerevisiae* cepa LC y *S. cerevisiae* cepa LH que presentaron los mejores puntajes con 7,00 y 7,27 respectivamente (Tabla 25).

Tabla 23. Puntaje asignado al atributo olor en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*.

JUEZ	TRATAMIENTOS			
	<i>S. cerevisiae</i> cepa LH	<i>S. cerevisiae</i> cepa LS	<i>S. cerevisiae</i> cepa LC	CONTROL
1	7	5	8	4
2	7	6	7	4
3	7	7	6	5
4	7	7	7	6
5	7	6	7	5
6	8	7	9	8
7	8	3	7	3
8	7	6	6	7
9	7	5	6	5
10	7	5	7	5
11	8	8	7	6
Promedio	7,27	5,91	7,00	5,27

Nota: Puntajes obtenidos mediante cata realizada por personas que habitualmente consumen vino.

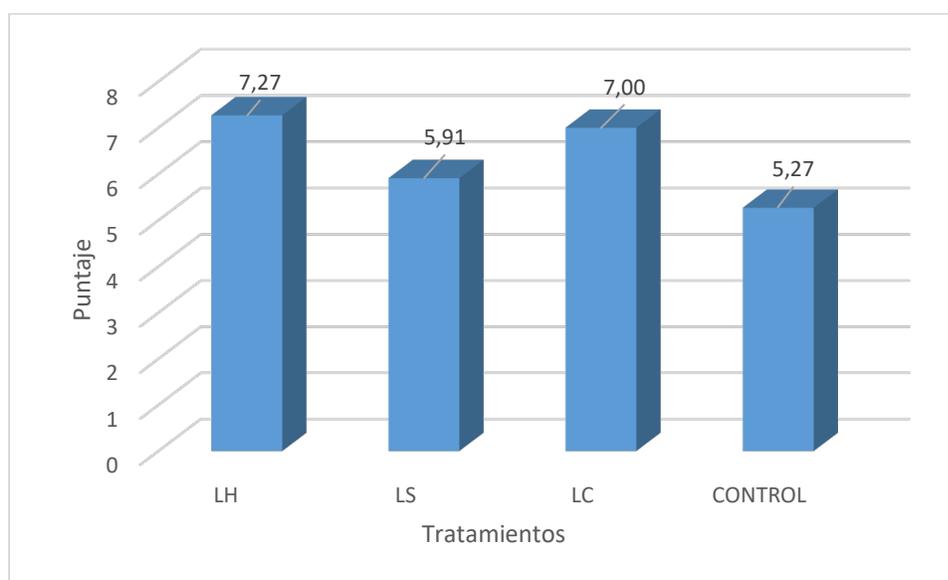


Figura 10. Puntaje asignado al atributo olor en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*
 LH = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LH; LS = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LS;
 LC = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LC

Tabla 24. Análisis de variancia para el atributo olor en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:JUEZ	22,6818	10	2,26818	2,56	0,0227
B:TRATAMIENTO	28,9091	3	9,63636	10,87	0,0001
RESIDUOS	26,5909	30	0,886364		
TOTAL (CORREGIDO)	78,1818	43			

Nota: Datos obtenidos mediante la aplicación del programa estadístico Statgraphics Centurion XVII a partir de los datos de la tabla 23.

Tabla 25. Prueba de Duncan para el atributo olor del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

	Casos	Media LS	Grupos Homogeneos
CONTROL	11	5,27273	X
<i>S. cerevisiae</i> LS	11	5,90909	X
<i>S. cerevisiae</i> LC	11	7,0	X
<i>S. cerevisiae</i> LH	11	7,27273	X

Nota: Datos obtenidos mediante la aplicación del programa estadístico Statgraphics Centurion XVII a partir de los datos de la tabla 23.

4.5.4. SABOR

En el Tabla 26 y Figura 11 se muestra los puntajes al atributo sabor asignado por los jueces en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido mediante la inoculación de tres cepas de *S. cerevisiae* (LH, LS y LC), donde se aprecia que el puntaje promedio más alto lo obtuvo el tratamiento *S. cerevisiae* LC y el más bajo el tratamiento control (5,18 y 4,18 respectivamente).

Los valores promedios obtenidos del puntaje asignado al atributo sabor en la evaluación sensorial realizada fueron sometidos al análisis de variancia, encontrándose que no existe diferencia significativa entre los tratamientos con un nivel de confianza del 95 % (Tabla 27).

Tabla 26. Puntaje asignado al atributo sabor en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*.

JUEZ	TRATAMIENTOS			
	<i>S. cerevisiae</i> cepa LH	<i>S. cerevisiae</i> cepa LS	<i>S. cerevisiae</i> cepa LC	CONTROL
1	6	4	5	3
2	4	7	6	4
3	7	6	5	2
4	4	5	7	3
5	4	3	2	2
6	6	6	8	8
7	7	3	6	3
8	4	6	6	3
9	6	5	4	8
10	3	1	1	7
11	4	6	7	3
Promedio	5	4,73	5,18	4,18

Nota: Puntajes obtenidos mediante cata realizada por personas que habitualmente consumen vino.

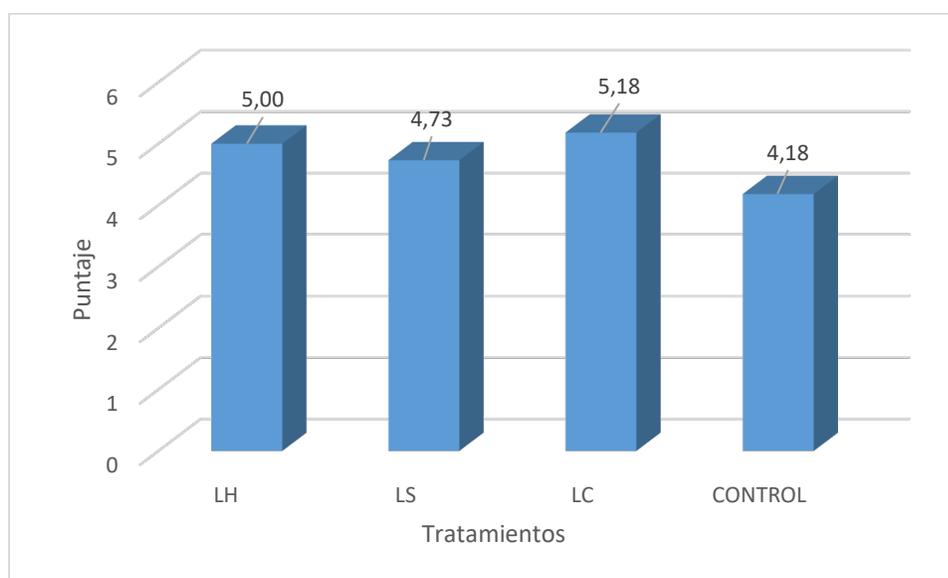


Figura 11. Puntaje asignado al atributo sabor en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*
 LH = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LH; LS = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LS;
 LC = *Saccharomyces cerevisiae* cepa LC

Tabla 27. Análisis de variancia para el atributo sabor en la evaluación sensorial del vino de higo obtenido con tres cepas de *Saccharomyces cerevisiae*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:JUEZ	54.2273	10	5.42273	1.67	0.1338
B:TRATAMIENTO	6.27273	3	2.09091	0.65	0.5921
RESIDUOS	97.2273	30	3.24091		
TOTAL (CORREGIDO)	157.727	43			

Nota: Datos obtenidos mediante la aplicación del programa estadístico Statgraphics Centurion XVII a partir de los datos de la tabla 26.

CAPITULO V

DISCUSION

5.1. Evaluación del proceso de fermentación

Al comparar la evolución del proceso fermentativo de los cuatro tratamientos, se evidencio que la cepa *Saccharomyces cerevisiae* LH y control tuvieron un avance del proceso fermentativo más lento en comparación con los otros tratamientos. Esto difiere con lo mencionado por Abad (2006) el cual reporta en su estudio que el tratamiento control produce una fermentación más rápida que las cepas seleccionadas.

5.2. Evaluación fisicoquímica del vino de higo

5.2.1. pH

Se determinó que los tratamientos *Saccharomyces cerevisiae* cepa LS y *S. cerevisiae* LC obtuvieron los mayores valores de pH siendo de 4,39 y 4,45 respectivamente lo cual concuerda con los valores obtenidos por Cerro (2011) quien trabajo con una cepa de *S. cerevisiae* comercial para la elaboración de vino de higo la cual reporto valores de pH para sus tres tratamientos de 4,1; 4,0 y 4,2. Estos valores de pH obtenidos de los tratamientos mencionados son muy altos desde el punto de vista de la calidad del vino puesto que los valores de pH para un vino oscilan entre 3.0 a 4.3 (Rankine, 2000). Los valores de pH dados por los tratamientos *S. cerevisiae* cepa LH y Control fueron de 3,38 y 3,84 respectivamente estos valores fueron mucho menores y se diferenciaron estadísticamente de los valores dados por los tratamientos *S. cerevisiae* cepa LS y *S. cerevisiae* cepa LC (4,39 y 4,45) lo cual nos demostraría que las cepas aisladas del propio higo serían las que nos generen vinos de higo con un mejor pH.

5.2.2. Acidez Total

En la Tabla 7 se muestra la acidez total de los tratamientos *S. cerevisiae* cepa LC y *S. cerevisiae* cepa LS (6,42 y 7,24 g/l) fueron significativamente menores a las producidas por los tratamientos Control y *S. cerevisiae* cepa LH (12,90 y 13,10 g/l). Los valores dado en los tratamientos *S. cerevisiae* cepa LC y *S. cerevisiae* cepa LS son similares a los obtenidos por Cerro (2011) el cual obtuvo; 8,62; 8,77 y 7,87 g/L, además estos valores están dentro de los valores normales para vino de fruta según norma técnica colombiana (Tabla 2) cuyo rango fluctúan de 3,5 a 10 g/l. La acidez elevada producida por el tratamiento *S. cerevisiae* LH es debida presumiblemente a la elevada

producción de ácido acético por la levadura inoculada, considerando que la acidez volátil del vino varía sensiblemente con las especies de levaduras que llevan a cabo la fermentación, existiendo una notable variabilidad entre cepas de *S. cerevisiae* (Suárez, 2004). De igual manera para el tratamiento Control la acidez elevada se debió a las levaduras presentes y principalmente a las bacterias puesto que es este tratamiento la fermentación se realizó de manera espontánea.

5.2.3. Acidez volátil

Abad, (2006), demostró en su trabajo con levaduras *Saccharomyces cerevisiae* seleccionadas producen acidez volátil baja y Kolb (2002) nos dice que las levaduras seleccionadas proporcionan una fermentación más pura, porque producen menos ácido acético que las levaduras silvestres, esto quedó evidenciado en los tratamientos *S. cerevisiae* cepa LC Y *S. cerevisiae* cepa LS (0,42 Y 0,47 g/l). Así mismo en los tratamientos *S. cerevisiae* cepa LH y Control se obtuvieron valores muy altos (0,82 y 3,58 g/l respectivamente en), en el caso del tratamiento control es evidente que hubo una producción excesiva de ácido acético lo cual nos indica avinagramiento del vino. Además, se debe tener en consideración que otras levaduras presentes en el mosto como por ejemplo especies del género *Hansenula*, *Kloeckera*, *Rhodotorula*, *Debariomyces*, *Hanseniaspora* y *Candida* pueden alterar la acidez volátil (Abad, 2006).

Suárez (2004), menciona que especies de quimismo muy fermentativo muy puro, como *Saccharomyces cerevisiae* producen acidez volátil muy baja este es un criterio de selección de cepas *S. cerevisiae*. Esto quedó evidenciado al observarse que los tratamientos con inoculación de *S. cerevisiae* seleccionado produjeron vinos con baja acidez volátil, asimismo si bien el tratamiento *S. cerevisiae* LH produjo elevada acidez volátil, queda claro que no todas las cepas de *S. cerevisiae* son óptimas para la producción de vinos de calidad.

5.2.4. Grado alcohólico

La tabla 13 nos muestra que el grado alcohólico más alto lo obtuvieron los tratamientos *S. cerevisiae* cepa LS y *S. cerevisiae* cepa LC con 9,67 y 10,07 % respectivamente en comparación con los tratamientos Control y *S. cerevisiae* cepa LH con valores de 6,67 y 9 % respectivamente estos valores si bien difieren estadísticamente concuerdan con los reportados por Cerro (2011) quien obtuvo valores de grado alcohólico de 7 a 12 %. Los resultados obtenidos en los tratamientos *S.*

cerevisiae cepa LS y *S. cerevisiae* cepa LC demuestran la importancia de utilizar levaduras seleccionadas porque queda demostrado su poder alcoholígeno.

Según Suarez (2004) el poder alcoholígeno presenta una amplia variabilidad entre las distintas especies de levaduras vínicas, y a menudo entre las diferentes cepas de una misma especie, así mismo Ferreira y col. (2009) demostraron que las fermentaciones inoculadas con levaduras *S. cerevisiae* seleccionadas produjeron una mayor cantidad de alcohol que las levaduras indígenas. Esto quedó demostrado en la investigación al encontrar que el tratamiento *S. cerevisiae* cepa LC tuvo una mayor producción de etanol que el tratamiento *S. cerevisiae* cepa LH y el tratamiento Control.

5.2.5. Extracto seco

Los resultados en cuanto al extracto seco variaron de 92,06 a 95,30 g/l estos valores teniendo en consideración la norma técnica peruana para vinos tintos si cumplirían con los requisitos fisicoquímicos de dicha norma (Tabla 1) puesto que la norma solo considera como mínimo 21 g/l. El extracto seco según Almanza y col. (2012) junto con el contenido de alcohol, proporciona una idea del cuerpo y la estructura del vino en la boca. Se sabe que a mayor contenido de extracto seco el vino presentará un mejor cuerpo. De acuerdo a los expertos en vinos, el concepto del extracto seco es muy importante ya que un contenido por debajo de 25 g/L definirá a un vino como flojos y ligeros al paladar; mientras que un contenido de extracto seco mayor a 35 g/L será característico de un vino definido como ordinario, áspero y duro.

5.3. Evaluación sensorial del vino de higo

En la evaluación sensorial del vino de higo se determinó que no hubo diferencias significativas en los atributos color, textura y sabor mas no fue así para el atributo olor. Los tratamientos que dieron mejor puntaje para el atributo olor fueron *S. cerevisiae* cepa LC y *S. cerevisiae* cepa LH. Los alcoholes superiores son parte importante en el aroma del vino y su producción varia en función del género, de la especie y de la cepa (Suárez, 1997) teniendo en cuenta esto podemos decir que probablemente los tratamientos *S. cerevisiae* LC y *S. cerevisiae* LH produjeron una mayor cantidad de alcoholes superiores en comparación con los otros tratamientos. Además, nos demuestra lo importante que es utilizar levaduras aisladas de la propia materia prima, puesto que esta levadura se encuentra ya adaptada a este sustrato. Esto además corrobora lo mencionado por Sepúlveda (2009), el cual menciona que vinos obtenidos con cepas de *S. cerevisiae*

autóctonas generan vinos con características sensoriales similares al vino obtenido con una levadura comercial.

CONCLUSIONES

PRIMERA:

Los tratamientos *S. cerevisiae* cepa LH y el tratamiento Control presentaron un avance del proceso fermentativo más lento diferente al mostrado por los tratamientos *S. cerevisiae* cepa LS y *S. cerevisiae* cepa LC.

SEGUNDA:

Las fermentaciones realizadas mediante inoculación con diferentes cepas de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* produjo vinos con diferentes características fisicoquímicas y sensoriales donde se determinó que los vinos de higo obtenidos con los tratamientos *S. cerevisiae* cepa LC y *S. cerevisiae* cepa LS presentaron las mejores características fisicoquímicas (6,42 y 7,24 g/l de acidez; 0,42 y 0,47 g/l de acidez volátil; 10,07 y 9,67 g/l de grado alcohólico respectivamente) en cuanto a las características sensoriales específicamente en el atributo olor fueron los tratamientos *S. cerevisiae* cepa LC y *S. cerevisiae* cepa LH los que obtuvieron los mejores puntajes (7 y 7,27 respectivamente).

TERCERA:

Se determinó que los vinos de higos obtenidos a partir de la inoculación con *S. cerevisiae* cepa LC y *S. cerevisiae* cepa LS fueron las que presentaron las mejores características fisicoquímicas y los vinos obtenidos a partir de la inoculación con *S. cerevisiae* cepa LC y *S. cerevisiae* cepa LH fueron las que presentaron las mejores características sensoriales.

RECOMENDACIONES

PRIMERA:

Realizar aislamientos de *Saccharomyces cerevisiae* de la propia materia prima en diferentes puntos de la zona agrícola de Magollo a fin de hacer una selección de cepas que otorguen buenas características fisicoquímicas y sensoriales al vino de higo.

SEGUNDA:

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 cerevisiae* (LH, LS y LC) en el vino de higo.

TERCERA:

Evaluar los cultivos de *Saccharomyces cerevisiae* cepa LC, *S. cerevisiae* cepa LS y *S. cerevisiae* cepa LH en un mayor volumen de mosto para verificar si mantienen sus cualidades enológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abad, E. (2006). Selección de levaduras autóctonas para la elaboración de vinos tintos para bodegas y viñedos de Trujillo S.L. Universidad Politécnica de Madrid.
- Almanza Aguilera, E., Figueroa González, J. J., Alvarado Nava, M. D., Herrera Hernández, M. G., y Guzmán Maldonado, S. H. (2012). Caracterización fisicoquímica de vinos tinto Malbec con diferente tiempo de añejamiento. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(7), 1347-1360.
- Belda, I., Navascués, E., Alonso, A., Marquina, D., y Santos, A. (2014). Microbiología del proceso de vinificación: selección de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* autóctonas con óptimas propiedades enológicas. *Reduca*, 7(1), 1-14.
- Berenguer, M., Vegara, S., Barraón, E., Saura, D., Valero, M. y Martí, N. (2015). Physicochemical characterization of pomegranate wines fermented with three different *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains. *Food Chemistry*, 190(15), 848-855.
- Bernal De Ramírez, I., (1993). Análisis de Alimentos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Bogotá, Colombia. 335p.
- Berenguer, M., Vegara, S., Barraón, E., Saura, D., Valero, M., y Martí, N. (2015). Physicochemical characterization of pomegranate wines fermented with three different *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains. *Food Chemistry*, S0308-8146(15)00916-4.
- Blanco, P., Mirás, J.M., Pereira, E., Orriols, I. 2013. Fermentative aroma compounds and sensory profiles of Godello and Albariño wines as influenced by *Saccharomyces cerevisiae* yeast strains. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93: 2849-2857.
- Bovo, B., Andrighetto, Ch., Carlot, M., Corich, V., Lombardi, A., Giacomini, A., 2009. Yeast population dynamics during pilot-scale storage of grape marcs for the production of Grappa, a traditional Italian alcoholic beverage. *International Journal of Food Microbiology* 129, 221–228.

- Blouin, J., y Peynaud, E. (2006). *Enología Práctica. Conocimiento y elaboración del vino*, México: Mundi-Prensa.
- Calcina, J., y Carpio, D. (2016). *Elaboración de néctar de higo (*Ficus carica*) con kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y evaluación de su vida útil en función de las características fisicoquímicas y sensoriales* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional San Agustín, Arequipa.
- Cerro, S. (2011). *Caracterización de Vinos de Higo (*Ficus carica* L.) Seco Obtenidos por Hidratación y Triple Maceración Fermentación Tipo Chimbango*. Trabajo de investigación. Universidad Jorge Basadre Grohmann.
- Dhamane, Ch., Nikam, V., Pagar, K., Mahajani, S., y Kulkarni (2014). *Standardization of pomegranate wine production by using commercial strains of yeasts*. ScienceDirect. ISBN: 978-93-84209-58-2
- Ferreira MM, Schwab MC, Gerard LC, Zapata LM, Davies CV, Hours RA. (2009). *Fermentación alcohólica de jugo de naranja con *S. cerevisiae**. Ciencia, Docencia y Tecnología. Investigación. N° 39, Año XX, 143-158
- Fleet, G.H. y Heard, G.M. (1993). *Yeast growth during fermentation* En: *Wine Microbiology and Biotechnology*. (Ed. G.H. Fleet) pp. 1034-1038. Harwood Academic Publishers.
- Flores, D. y Jiménez, V. (2007). *Desarrollo del cultivo del higo (*Ficus carica*) para consumo fresco y procesado, como una alternativa de diversificación para el sector agrícola*. Instituto Tecnológico de Costa Rica
- Kolb, E. (2002). *Vino de frutas: Elaboración artesanal e industrial*. Acribia-Zaragoza (España).
- Kretdorn y Adriance. 1984. *La higuera, recomendaciones para el cultivo y procesamiento de esta fruta*. *Agricultura de las Américas* 8(2): 26-33.
- García Zapateiro, L. A., Florez Mendoza, C. I., & Marrugo Ligardo, Y. (2016). *Elaboración y caracterización fisicoquímica de un vino joven de fruta de borjón (*B patinoi* Cuatrec)*. *Ciencia, docencia y tecnología*, 27(52).

- González, M. (2011). *Elaboración Artesanal de Vino de Frutas*. Edit. Lulu Enterprises – USA.
- Hidalgo, T. (2010). *Tratado de Enología*, Madrid: Mundi-Prensa.
- Lambrechts, M. G., & Pretorius, I. S. (2000). Yeast and its importance to wine aroma-a review. *South African Journal for Enology and Viticulture*, 21, 97-129.
- Lara, L. (2018). *Influencia de diferentes levaduras en el aroma de vinos y bebidas espirituosas*. (Tesis de doctorado). Universidad de Vigo.
- Medina MG, (2005). *Análisis fisicoquímicos de alimentos, Bebidas alcohólicas*. Aprende en línea Universidad de Antioquia. Disponible en: <http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/>.
- Norma Técnica Venezolana (1997). *Vino y sus derivados*. Requisitos.
- Nurgel, C., Erten, H., Canbaş, A., Cabaroğlu, T., & Selli, S. (2002). Influence of *Saccharomyces cerevisiae* strains on fermentation and flavor compounds of white wines made from cv. Emir grown in Central Anatolia, Turkey. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 29(1), 28-33.
- Mijares, I. y Sáez, J. (2007). *El vino: De la cepa a la copa*. Edit. Mundi-Prensa Barcelona.
- Obisanya, M.O.; Aina, J.O.; Oguntimein, G.B. (1987). Production of wine from mango (*Magnifera indica* L.) using *Saccharomyces* and *Schizosaccharomyces* species isolated from palm wine, en: *J. Appl. Bact.* 63: 191-196.
- Olivero, R., Y. Aguas y K. Cury (2010). Evaluación del efecto de diferentes cepas de levadura (Montrachet, K1-V1116, EC-1118, 71B-1122 y IVC-GRE®) y clarificantes sobre los atributos sensoriales del vino de naranja criolla (*Citrus sinensis*). *Revista Colombiana de Biotecnología*. vol. XIII, pp. 163-171
- Petrova, V. P. (2003). *Estabilización proteica de vinos blancos mediante adsorción en columnas de relleno*. Universitat Rovira i Virgili.

- Poma, P. (2016). Efecto de tres niveles de concentración de levadura *Saccharomyces cerevisiae* cepa CH 158 SIHA en la fermentación del zumo de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) (Tesis de pregrado). Universidad del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Puertas, B. 2014. Investigación realizada con levaduras no-Saccharomyces en Andalucía. In: Guía sobre la utilización de levaduras no-Saccharomyces en la elaboración de vino. MAGRAMA. ISBN: 978-84-491-1382-6, pp. 27-29.
- Rankine, B. (2000). Manual práctico de enología. Acribia – Zaragoza (España).
- Rawsui, J. 1992. La higuera (*Ficus carica*) y otras plantas cultivadas en España. Universidad Madrileña, Madrid, España. 165 p
- Raynal, C., Wardrop, F., Languet, P., Suárez, C., Heras, J. M., Dummont, A., & Ortiz, A. (2011). Fermentación controlada mediante la inoculación secuencial de una levadura no-Saccharomyces y de una levadura *Saccharomyces cerevisiae*, una herramienta innovadora para el enólogo. *Alimentaria*, 428, 83-92.
- Sepúlveda, A. (2009). Características de vinos tintos Pinot noir, producidos con cepas autóctonas de *Saccharomyces cerevisiae* aisladas del valle del Maule (Tesis de pregrado). Universidad de Chile.
- Suárez, L. (2004). Microbiología enológica. Fundamentos de vinificación. Mundi-Prensa (España).
- Swiegers, J.H., Bartowsky, E.J., Henschke, P.A., Pretorius, I.S. 2005. Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavour. *Australian Journal of Grape and Wine Research II*: 139-173.
- Ticozzelli, P., Bovo, E., & Tosi, E. (2005). Evaluación tecnológica de una cepa de levadura autóctona *Saccharomyces uvarum*, seleccionada para la producción de vino amarone, en comparación a otras cepas comerciales. *Revista Enología N*, 10, 2.
- Varela, M. V. (2016). Estudio de la implantación y los efectos de la inoculación de LSA en vinos tintos.
- Vog, E. (1986). El Vino. Acribia – Zaragoza (España).

ANEXOS

Anexo 1**Medición de la densidad del proceso fermentativo.**

DENSIDAD (g/cm³)

TIEMPO (días)	LH	LS	LC	C
0	1,083	1,083	1,083	1,083
2	1,069	1,047	1,074	1,074
3	1,052	1,013	1,007	1,057
4	1,048	1,009	1,006	1,051
7	1,035	1,006	1,005	1,031
11	1,020	1,006	1,005	1,011

Nota: Datos obtenidos mediante ensayos experimentales en laboratorio.

Anexo 2

Graficas de la evolución de la densidad durante el proceso fermentativo para cada tratamiento.

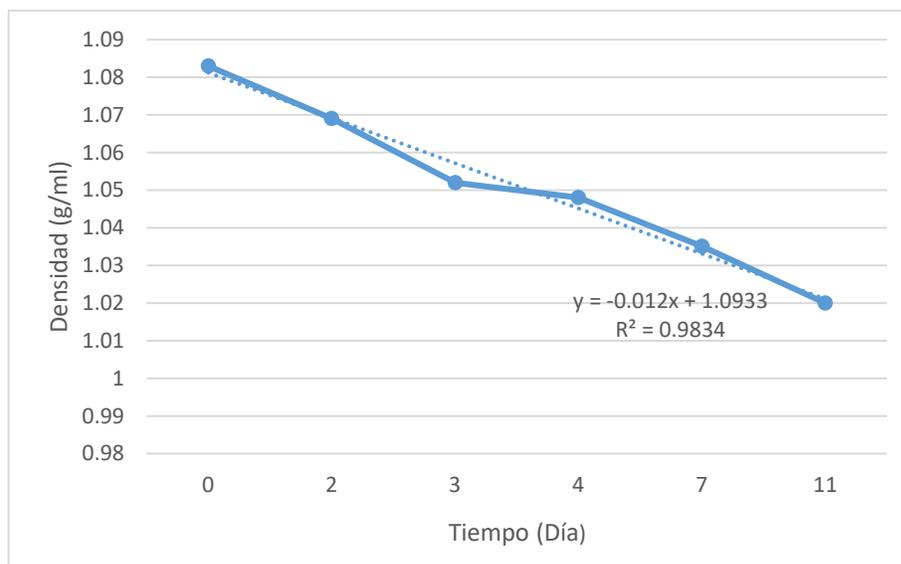


Grafico 1. Evolución de la densidad durante el proceso fermentativo del tratamiento *Saccharomyces cerevisiae* cepa LH

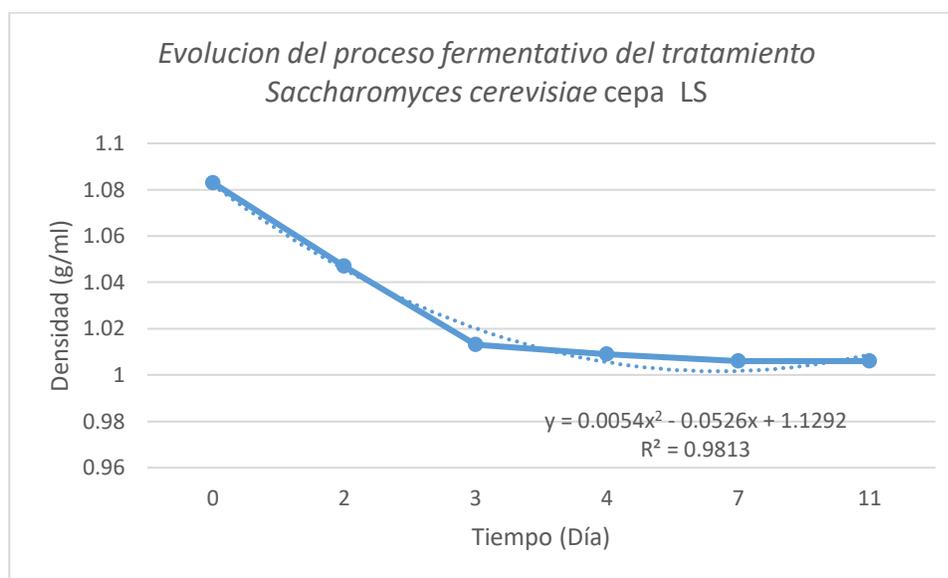


Grafico 2. Evolución de la densidad durante el proceso fermentativo del tratamiento *Saccharomyces cerevisiae* cepa LS

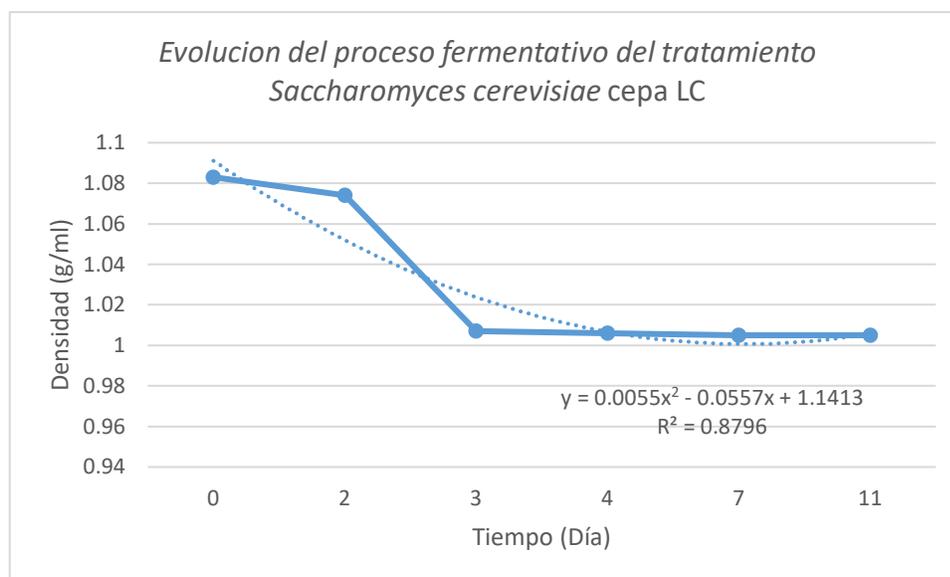


Grafico 3. *Evolución de la densidad durante el proceso fermentativo del tratamiento Saccharomyces cerevisiae cepa LC*

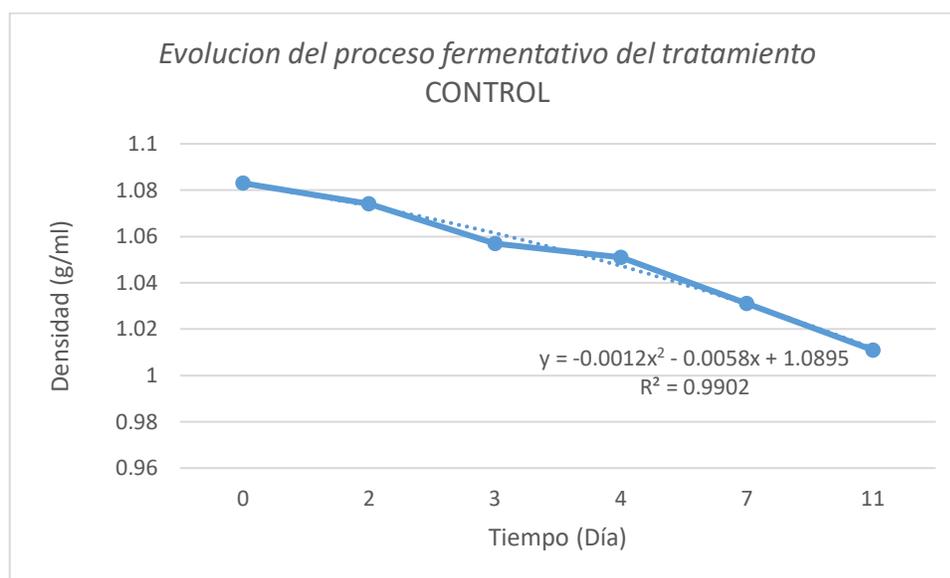


Grafico 4. *Evolución de la densidad durante el proceso fermentativo del tratamiento CONTROL*

Anexo 3

Ficha de respuesta para la prueba de la Escala Hedónica Estructurada.

PRUEBA DE ESCALA HEDÓNICA

Nombre:

Fecha:

—

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan muestras de vino de higo. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en línea del código de la muestra.

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	me disgusta extremadamente	6	me gusta levemente
2	Me disgusta mucho	7	me gusta moderadamente
3	Me disgusta moderadamente	8	Me gusta mucho
4	Me disgusta levemente	9	Me gusta extremadamente
5	No me gusta ni me disgusta		

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA

Comentarios:.....

Anexo 4.**Fotografías tomadas del trabajo de investigación****Foto 1. Aislamiento de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*.****Foto 2. Levadura *Saccharomyces cerevisiae* aislada**



Foto 3. Preparación de inóculos



Foto 4. Inoculación de *Saccharomyces cerevisiae* en el mosto



Foto 5. Proceso fermentativo



Foto 6. Análisis de la acidez total del vino de higo.



Foto 7. Análisis sensorial del vino de higo.