

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

**PRODUCCIÓN DE HIDROMIEL CON LEVADURA NO
CONVENCIONAL *Hanseniaspora valbyensis*: ASPECTOS
CINÉTICO MICROBIANO, FÍSICOQUÍMICO Y
SENSORIAL**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.**

**AUTORES : Bach. Karina Marisol Abarca Peña
Bach. Luzmeri Delgado Bocanegra**

**ASESORES : Mg. Hans Himbler Minchán Velayarce
Dra. Delicia Liliana Bazán Tantaleán**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: LI_IIA_02 DESARROLLO Y
CARACTERIZACIÓN DE PRODUCTOS**

JAÉN – PERÚ

2025




2% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe



- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 1%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 1%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
144 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.
-  **Texto oculto**
1899 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Segundo Sánchez Tello
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 14 de octubre del año 2025, siendo las 11:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Dr. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano

Secretario: MSc. Andrea Fioreli Velarde Santoyo

Vocal: Dra. Irma Rumela Aguirre Zaquinaula, para evaluar la Sustentación de:

- () Trabajo de Investigación
(x) Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **"PRODUCCIÓN DE HIDROMIEL CON LEVADURA NO CONVENCIONAL *Hanseniaspora valbyensis*: ASPECTOS CINÉTICO MICROBIANO, FÍSICOQUÍMICO Y SENSORIAL"**, presentado por las tesis Karina Marisol Abarca Peña y Luzmeri Delgado Bocanegra de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:


(x) Aprobar () Desaprobar (x) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (15) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 12:45 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Jaén, 14 de octubre de 2025



Dr. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano
Presidente



M.Sc. Andrea Fioreli Velarde Santoyo
Secretario



Dra. Irma Rumela Aguirre Zaquinaula
Vocal

“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

ANEXO N°06:

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO
DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)**

Yo, Luzmeri Delgado Bocanegra, egresada de la carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI 74573587.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

“Producción de hidromiel con levadura no convencional *Hanseniaspora valbyensis*: Aspectos cinético microbiano, fisicoquímico y sensorial”.

Asesorado por el Mg Hans Himbler Minchán Velayarce y la Dra. Delicia Liliana Bazán Tantaleán.

El mismo que presento bajo la modalidad de proyecto de tesis para optar; el Título Profesional/Grado Académico de Ingeniero en Industrias Alimentarias

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 03, noviembre 2025.



Luzmeri Delgado Bocanegra

“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

ANEXO N°06:

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO
DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)**

Yo, Karina Marisol Abarca Peña, egresada de la carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI 75874408.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

“Producción de hidromiel con levadura no convencional *Hanseniaspora valbyensis*: Aspectos cinético microbiano, fisicoquímico y sensorial”.

Asesorado por el Mg Hans Himbler Minchán Velayarce y la Dra. Delicia Liliana Bazán Tantaleán.

El mismo que presento bajo la modalidad de proyecto de tesis para optar; el Título Profesional/Grado Académico de Ingeniero en Industrias Alimentarias

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 03, noviembre 2025.



Karina Marisol Abarca Peña

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	8
II.	MATERIAL Y MÉTODOS	10
	2.1. Lugar de ejecución.....	10
	2.2. Material.....	10
	2.3. Métodos	11
	2.3.1. Preparación de inóculos	11
	2.3.2. Proceso de elaboración de hidromiel	12
	2.3.3. Métodos de análisis.....	14
	2.3.4. Diseño experimental	22
	2.3.5. Análisis de datos	26
III.	RESULTADOS	28
	3.1. Cinética de crecimiento de biomasa de <i>H. valbyensis</i> durante la producción de hidromiel a diferentes concentraciones de sustrato	28
	3.2. Evaluación de las características fisicoquímicas (pH, Brix, acidez, densidad y grado alcohólico) durante la producción de hidromiel con <i>H. valbyensis</i> a diferentes concentraciones de sustrato	31
	3.3. Análisis sensorial para el hidromiel producida por <i>H. valbyensis</i> , y aceptabilidad mediante el método CATA	39
IV.	DISCUSION.....	52
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
	5.1 Conclusiones.....	64
	5.2 Recomendaciones	65
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
	AGRADECIMIENTO	75
	DEDICATORIA	76
VII.	ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Criterios microbiológicos para productos relacionados a la miel.....	18
Tabla 2	Matriz de formulaciones para la producción de hidromiel con <i>H. valbyensis</i> , y como control <i>S. cerevisiae</i>	25
Tabla 3	Parámetros cinéticos de crecimiento microbiano obtenidos mediante el modelo de Gompertz para los tratamientos de hidromiel con <i>H. valbyensis</i> y el control con <i>S. cerevisiae</i> . $Y^{\wedge} = a * \exp(-\exp(b - c * T))$	30
Tabla 4	Resumen de las características fisicoquímicas de los diferentes tratamientos al finalizar el período de fermentación (día 25).....	37
Tabla 5	Evaluación microbiológica de coliformes en hidromiel fermentado con <i>H. valbyensis</i> y control	40
Tabla 6	Evaluación microbiológica de mohos en hidromiel fermentado con <i>H. valbyensis</i> y control	41
Tabla 7	Evaluación microbiológica de microorganismos aerobios en hidromiel fermentado con <i>H. valbyensis</i> y control	42
Tabla 8	Resumen de los puntajes sensoriales para cada uno de los tratamientos evaluados	43
Tabla 9	Descriptorios sensoriales predominantes para cada tratamiento	48
Tabla 10	Disposición de compra para cada uno de los tratamientos evaluados de hidromiel.....	49
Tabla 11	Recuento celular en cámara de Neubauer	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Flujograma de la elaboración de hidromiel	12
Figura 2	Curva de biomasa observada y estimada según	29
Figura 3	Evolución del pH durante la fermentación en función del tratamiento aplicado.....	31
Figura 4	Evolución de la densidad en función del tiempo para los distintos tratamientos de hidromiel densidad en función del tiempo para los distintos tratamientos de hidromie	32
Figura 5	Evolución de los valores de °Brix durante la fermentación para los distintos tratamientos de hidromiel	33
Figura 6	Evolución del contenido de alcohol durante la fermentación para los distintos tratamientos de hidromiel	35
Figura 7	Evolución de los valores de acidez para cada uno de los tratamientos de hidromiel.....	36
Figura 8	Análisis de correspondencias entre los descriptores de sensación en boca y los tratamientos evaluados.....	45
Figura 9	Análisis de correspondencias entre los descriptores de sabor y los tratamientos evaluados	46
Figura 10	Análisis de correspondencias entre los descriptores de aroma y los tratamientos evaluados	47
Figura 11	Análisis de correspondencias entre la disposición de compra y los tratamientos evaluados.....	51
Figura 12	Recuento en cámara de Neubauer <i>S. cerevisiae</i>	89
Figura 13	Especificaciones técnicas de la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	90

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos de biomasa de cada tratamiento y ecuación de regresión	77
Anexo 2. Análisis del cumplimiento de normalidad y homogeneidad de varianza para los datos fisicoquímicos.	79
Anexo 3. Inferencia no Paramétrica: Test de Kruskal Wallis y prueba de comparaciones múltiples de Nemenyi, para los valores de alcohol y densidad.....	82
Anexo 4. Inferencia Paramétrica: Análisis de Varianza y test de Tukey, para los valores de acidez, °Brix y pH.....	83
Anexo 5. Análisis del cumplimiento de normalidad y homogeneidad de varianza para los puntajes sensoriales.	84
Anexo 6. Inferencia No Paramétrica: Test de Kruskal Wallis y prueba de comparaciones múltiples de Nemenyi, para los puntajes sensoriales	86
Anexo 7. Cálculo y verificación de concentración de inóculo de <i>S. cerevisiae</i>	88
Anexo 8. Elaboración de hidromiel.....	91
Anexo 9. Análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales de el hidromiel	94
Anexo 10. Formulario aplicado en el Análisis Sensorial del hidromiel, a través de la plataforma SurveyMonkey.....	100
Anexo 11. Consentimiento Libre e Informado.....	109
Anexo 12. Constancia de aprobación	110

RESUMEN

La industria apícola peruana requiere diversificar el uso de la miel mediante la generación de productos con mayor valor agregado, y el hidromiel se presenta como una alternativa prometedora, aunque enfrenta limitaciones sensoriales cuando se emplean levaduras convencionales. Esta investigación evaluó la producción de hidromiel con *Hanseniaspora valbyensis* como alternativa a *Saccharomyces cerevisiae*, considerando aspectos cinéticos, fisicoquímicos y sensoriales. Se aplicó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con dos factores: concentración de miel (25%, 30% y 35%) e inóculo (10^5 , 10^7 y 10^9 células/ml) de *H. valbyensis*, combinados en nueve tratamientos, más un control con *S. cerevisiae*. Se evaluaron pH, °Brix, acidez, densidad y grado alcohólico durante 25 días, además de un análisis sensorial mediante el método CATA con 131 panelistas. *H. valbyensis* presentó una cinética más lenta (tiempo de duplicación entre 42.47 y 83.44 h, mientras que el control alcanzó 18.10 h), con mayor retención de azúcares y una producción alcohólica más baja (4.0–15.7%, frente al 18.0% obtenido en el control). Los tratamientos A2B1 (30% miel, 10^5 células/ml) y A3B2 (35% miel, 10^7 células/ml) alcanzaron las valoraciones sensoriales más altas (106.6 y 105.2 puntos, respectivamente), en comparación con los 66.2 puntos registrados en el control, destacando por notas frutales, dulces y acarameladas, en contraste con los aromas alcohólicos intensos del control. En conclusión, *H. valbyensis* constituye una alternativa tecnológicamente viable para la elaboración de hidromiel con características sensoriales superiores, y los resultados identificaron que concentraciones de 30-35% de miel y 10^5 - 10^7 células/ml favorecen la obtención de mejores atributos de calidad.

Palabras clave: fermentación alcohólica, bebidas fermentadas, análisis cata, cinética microbiana, calidad sensorial.

ABSTRACT

The Peruvian beekeeping industry needs to diversify the use of honey by generating products with higher added value, and mead presents itself as a promising alternative, although it faces sensory limitations when conventional yeasts are used. This research evaluated the production of mead with *Hanseniaspora valbyensis* as an alternative to *Saccharomyces cerevisiae*, considering kinetic, physicochemical, and sensory aspects. A completely randomized design (CRD) was applied with two factors: honey concentration (25%, 30%, and 35%) and inoculum (10^5 , 10^7 , and 10^9 cells/ml) of *H. valbyensis*, combined in nine treatments, plus a control with *S. cerevisiae*. pH, °Brix, acidity, density, and alcohol content were evaluated over 25 days, in addition to a sensory analysis using the CATA method with 131 panelists. *H. valbyensis* exhibited a slower kinetics (doubling time between 42.47 and 83.44 h, while the control reached 18.10 h), with greater sugar retention and lower alcohol production (4.0–15.7%, compared to the 18.0% obtained in the control). The treatments A2B1 (30% honey, 10^5 cells/ml) and A3B2 (35% honey, 10^7 cells/ml) achieved the highest sensory ratings (106.6 and 105.2 points, respectively), compared to the 66.2 points recorded in the control, standing out for fruity, sweet, and caramel notes, in contrast to the intense alcoholic aromas of the control. In conclusion, *H. valbyensis* emerges as a technologically viable alternative for the production of mead with superior sensory attributes, establishing favorable conditions in the range of 30–35% honey and 10^5 – 10^7 cells/ml, which allow for the creation of products with new sensory initiatives.

Keywords: alcoholic fermentation, fermented beverages, tasting analysis, microbial kinetics, sensory quality

I. INTRODUCCIÓN

El hidromiel es una de las bebidas fermentadas más antiguas del mundo, con evidencia de consumo en civilizaciones como la china, la egipcia y la europea medieval. Su elaboración consiste en la fermentación de una mezcla de miel y agua mediante la acción de levaduras, que transforman los azúcares en etanol y generan compuestos volátiles responsables de su perfil sensorial. Sin embargo, a pesar de su importancia histórica, su desarrollo comercial ha sido más limitado que el de otras bebidas fermentadas, como la cerveza y el vino, lo que ha restringido su popularidad en los mercados actuales (Bogdanov, 2021).

En las últimas décadas, la demanda creciente de productos artesanales y naturales ha impulsado un renovado interés en el hidromiel, lo que a su vez ha motivado investigaciones orientadas a mejorar su producción y características organolépticas Torres (2022). Dentro de estas investigaciones, la selección de levaduras se ha consolidado como un factor clave, ya que estos microorganismos determinan no solo la eficiencia fermentativa, sino también la calidad, estabilidad y perfil sensorial del producto. De acuerdo con Martínez et al. (2016), diferentes cepas de levaduras pueden influir significativamente en la producción de alcohol y en las propiedades antioxidantes del hidromiel.

Tradicionalmente, la fermentación del hidromiel se ha realizado con *S. cerevisiae*, la misma levadura utilizada en vinos y cervezas, debido a su elevada eficiencia en la conversión de azúcares y su tolerancia a altas concentraciones de etanol (Herrera et al., 2019). No obstante, investigaciones recientes han demostrado que el empleo de levaduras no convencionales puede enriquecer las características del hidromiel, al generar perfiles aromáticos más complejos y diferenciados (Amalia et al., 2021; Torres, 2022). En este contexto, *Hanseniaspora valbyensis* se perfila como una alternativa prometedora por su capacidad de producir ésteres y compuestos volátiles que aportan notas frutales y florales, mejorando la percepción sensorial del producto final (Limongelli et al. 2023). Además, su acción fermentativa no solo modifica los aromas, sino que también influye en parámetros fisicoquímicos como el pH, la acidez y el contenido alcohólico. Estudios de Fu et al. (2023) y Köhler et al.(2021) muestran que esta levadura puede reducir la percepción de acidez y favorecer la estabilidad microbiológica, mientras que su crecimiento más moderado frente a *S. cerevisae* permite obtener bebidas con menor graduación alcohólica y un balance sensorial más agradable (Wang et al., 2022).

Paralelamente, el mercado internacional de hidromiel ha mostrado un crecimiento sostenido, con tasas anuales de entre 10 % y 15 % en países como España y Estados Unidos. Este incremento responde a factores como la preferencia por productos naturales, el interés en procesos de elaboración artesanales y la tendencia hacia el consumo de bebidas fermentadas Martín y Ayuso (2023), Sandoval (2025), Sola et al.(2024). Ante esta dinámica, la incorporación de levaduras no convencionales en la producción de hidromiel ofrece una ventaja competitiva para los productores, al permitirles diferenciarse con propuestas innovadoras y de mayor valor agregado, capaces de atraer tanto a consumidores nacionales como internacionales (Torres, 2022).

En el caso del Perú, la producción de hidromiel aún se encuentra en una etapa incipiente, pese a la amplia disponibilidad de miel de abeja y al crecimiento del sector de bebidas artesanales. Según León (2024) y Riego (2023) el país produce más de 2,300 toneladas de miel anualmente, aunque una parte significativa no cumple con los estándares de exportación o comercialización en supermercados. Esta situación representa una oportunidad para diversificar el uso de la miel mediante su transformación en productos de mayor valor agregado, como el hidromiel, lo que favorecería el aprovechamiento eficiente de los recursos apícolas y la generación de nuevas alternativas económicas para los productores locales (Barrientos y Levano, 2021).

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia de concentración de sustrato e inóculo en la cinética de crecimiento de biomasa, características fisicoquímicas y sensoriales en la producción de hidromiel con *Hanseniaspora valbyensis*, para ello se plantearon tres objetivos específicos i) evaluar la cinética de crecimiento de biomasa en *Hanseniaspora valbyensis* durante de producción de hidromiel a diferentes concentraciones de sustrato (25%,30% y 35%) e inóculo (10^5 , 10^7 , 10^9 células /ml), ii) determinar las características fisicoquímicas (pH, brix, acidez, densidad y grado alcohólico) cinética de crecimiento de biomasa en *Hanseniaspora valbyensis* durante de producción de hidromiel a diferentes concentraciones de sustrato (25%,30% y 35%) e inóculo (10^5 , 10^7 , 10^9 células /ml) y iii) Evaluar las características sensoriales del hidromiel elaborado con *Hanseniaspora valbyensis* y determinar su aceptabilidad mediante el método CATA (Check-All-That-Apply).

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución

Las formulaciones de hidromiel y el desarrollo de la investigación se llevaron a cabo en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos. La cuantificación de biomasa, análisis fisicoquímicos, que incluye pH, grados Brix, acidez, densidad y contenido alcohólico y el análisis sensorial se realizaron en el Laboratorio de Bromatología y Control de Calidad. En cuanto a los análisis microbiológicos, como mohos, recuento de coliformes y microorganismos aerobios, se efectuaron en el Laboratorio de Tecnología Médica de la Escuela Profesional de Tecnología Médica. Todos estos laboratorios pertenecen a la Universidad Nacional de Jaén.

2.2. Material

Para la elaboración de hidromiel, se utilizó miel de abeja proveniente del caserío Alto Milagro, ubicado en la provincia y distrito de San Ignacio, Perú; cultivos puros de levadura *Hanseniaspora valbyensis* proporcionada por el Laboratorio de Bioprocesos y Tecnología de Fermentación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) (Lima, Perú), donde fue aislada e identificada bioquímicamente, confirmada genéticamente mediante análisis realizado por Macrogen Inc. (Seúl, Corea del Sur); y agua de mesa purificada “Pakawa” obtenida del Centro Industrial Universitario de la Universidad Nacional de Jaén (Jaén, Perú). Además, se utilizó los medios de cultivo Agar Sabouraud Dextrosa Granulado, Plate Count Agar en polvo, Base de agar sangre (agar para infusión) en polvo (Himedia, India), proporcionados por la Universidad Nacional de Jaén utilizados para replica de levadura y análisis microbiológicos respectivamente.

2.3. Métodos

2.3.1. Preparación de inóculos

Activación y estandarización de Hanseniaspora valbyensis

La cepa de *Hanseniaspora valbyensis* se activó mediante dos fases sucesivas. Primero, se inoculó una asada de la cepa conservada en Agar Sabouraud a un tubo con 10 ml de caldo Sabouraud y se incubó a 25°C por 48 horas. Posteriormente, se realizó una segunda fase agregando 5% de miel de abeja a 100 ml de caldo Sabouraud, incubándose a 25°C por 48 horas adicionales. La concentración celular del cultivo activado se determinó mediante recuento en cámara de Neubauer. Para obtener las concentraciones de inóculo requeridas (10^5 , 10^7 y 10^9 células/ml), se realizaron diluciones seriadas a partir del cultivo activado utilizando solución salina estéril (NaCl 0.85% p/v).

Preparación de Saccharomyces cerevisiae

Para el tratamiento control, la levadura seca activa *Saccharomyces cerevisiae* se rehidrató siguiendo las especificaciones adaptadas de la ficha técnica de VINOTEC RA6. Para ello, se dispersaron 0.5 g de levadura en 5 ml de agua destilada estéril a 35 °C y se mantuvo en reposo durante 20 minutos. Este procedimiento permitió obtener una suspensión stock con una concentración aproximada de 2.5×10^9 células/ml, verificada mediante recuento en cámara de Neubauer. A partir de esta suspensión, se realizaron diluciones seriadas hasta alcanzar la concentración de trabajo de 5×10^5 células/ml.

Para la conversión de concentración másica a unidades formadoras de colonias, se consideró que la levadura seca activa comercial de *Saccharomyces cerevisiae* contiene aproximadamente 10^9 UFC/g (Torres, 2020).

Todos los pasos detallados y los cálculos respectivos se pueden revisar en el Anexo 07.

2.3.2. Proceso de elaboración de hidromiel

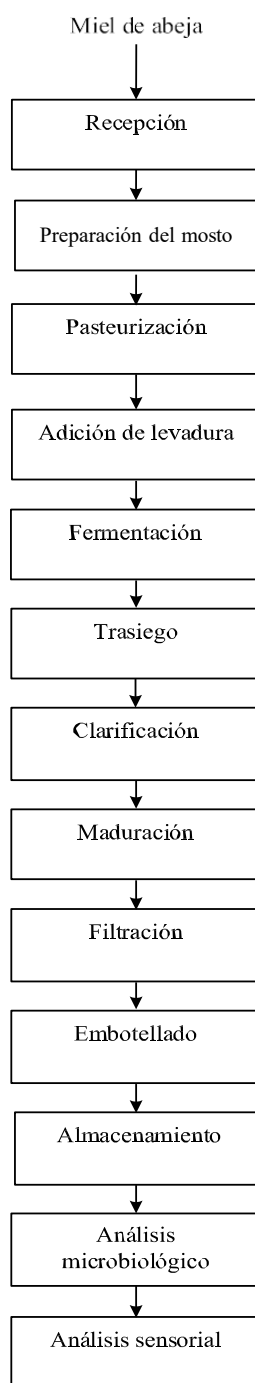
Recepción de materia prima

La miel de abeja se recibió en recipientes de plástico de 25 litros previamente desinfectados para garantizar su calidad e higiene. Se transportó desde la provincia de San Ignacio hasta la provincia de Jaén a temperatura ambiente.

Los pasos detallados se pueden revisar en la **Figura 1**.

Figura 1 Flujograma de la elaboración de hidromiel

Flujograma de la elaboración de hidromiel



Preparación del mosto base

Se utilizó un refractómetro con escala de 0 a 90° Brix para verificar el contenido de azúcares de la miel de abeja (80° Brix). Se pesaron las cantidades específicas de miel según cada tratamiento: 1200 g para A1 (25%), 1500 g para A2 (30%) y 1800 g para A3 (35%), como se puede apreciar en la **Tabla 1**. El agua de mesa se calentó a 60°C antes de la incorporación de la miel para facilitar su disolución.

Pasteurización

El mosto se sometió a pasteurización a 65°C durante 10 minutos para eliminar microorganismos presentes. Posteriormente, se enfrió utilizando agua helada hasta alcanzar 25°C para generar shock térmico y eliminar microorganismos contaminantes.

Inoculación

Una vez enfriado el mosto, se procedió a la inoculación añadiendo 300 ml de la suspensión de levadura correspondiente a cada tratamiento (*Hanseniaspora valbyensis* a 10^5 , 10^7 o 10^9 células/ml, o *Saccharomyces cerevisiae* para el control). Posteriormente, se completó el volumen con agua de mesa hasta alcanzar 6 litros totales, en un fermentador plástico de 8 litros de capacidad, manteniendo las concentraciones finales de miel deseadas. Se homogenizó completamente cada mezcla en sus respectivos fermentadores, asegurando condiciones asépticas durante todo el proceso.

Fermentación

El proceso fermentativo se realizó durante 25 días a temperatura controlada de 24-27°C utilizando fermentadores plásticos de una capacidad de 8 litros los cuales fueron adaptados con airlocks para la salida de gases que se produce en la fermentación. Se evaluó continuamente biomasa, grados Brix, pH, acidez, densidad y contenido alcohólico cada 3-4 días para monitorear el progreso de la fermentación.

Trasiego

Se realizó la separación de sedimentos utilizando una manguera apta para contacto con alimentos para transferir el líquido clarificado.

Clarificación

Se aceleró la decantación natural añadiendo bentonita como agente clarificante (0.3 g por litro de hidromiel), previamente diluida en 10 ml del mismo producto.

Maduración

Se realizó una maduración de 15 días para suavizar el sabor y aroma del hidromiel, manteniendo las muestras protegidas de la luz.

Filtración y embotellado

Se filtró el hidromiel utilizando tela organza antes del llenado en botellas de vidrio de 750 ml, transparentes previamente lavadas y desinfectadas, asegurando un cierre hermético para preservar la calidad del producto.

Almacenamiento

Las botellas se almacenaron en refrigeración a 7-12°C para mantener las propiedades del producto final.

2.3.3. Métodos de análisis

2.3.3.1. Análisis de pH (Método AOAC, 981.12)

Para medir el pH, se colocó 25 ml de muestra de miel e hidromiel, en un vaso precipitado de 50 ml y se mezcló. Se introdujo los electrodos del PHMETRO (Lovibond SD50 pH Meter 0-14 pH) para medir el pH y se esperó a que la lectura se estabilice antes de anotar el valor obtenido.

2.3.3.2. Análisis de densidad (Método del densímetro)

Se colocaron 100 ml de la muestra de miel e hidromiel en una probeta de 100 ml, se introdujo cuidadosamente el densímetro (BOECO, Germany) en la muestra y se esperó hasta que se equilibre sin entrar en contacto con las paredes de la probeta. Se procedió a leer la escala del densímetro para obtener la medición de la densidad (Espinoza y Romero, 2020).

2.3.3.3. Análisis de °Brix (Método AOAC, 931.12)

Se agregó una pequeña muestra de miel e hidromiel al refractómetro (Hand 0 - 32 brix) y se cerró la tapa, luego se observó hacia la luz. A continuación, después de la lectura se registró el valor obtenido.

2.3.3.4. Análisis del grado alcohólico (Método de destilación simple)

Se midió con precisión 200 ml de hidromiel en una probeta de 500 ml. Posteriormente, estos 200 ml se transfirieron a un balón de destilación a vapor. Se esperó a que la pera de decantación se llene gota a gota, y una vez completada esta etapa, se vertió el líquido resultante en una probeta de 100 ml. Luego, se utilizó el equipo del alcoholímetro (BOECO Alcoholimetric) para realizar la medición correspondiente y obtener así el grado alcohólico de la muestra (Espinoza Romero, 2020).

2.3.3.5. Análisis de acidez (NTP 211.040:2018)

Para determinar la acidez se utilizaron dos reactivos: Hidróxido de sodio 0,1 N y solución alcohólica de fenolftaleína (se disolvió 1 gota del indicador en cada muestra). Se agregó 25 ml de muestra en un matraz Erlenmeyer posteriormente se agregó 25 ml de agua destilada utilizando una gota de solución de fenolftaleína como indicador, luego se tituló con NaOH 0,1 N, cada muestra se realizó por triplicado para reducir el porcentaje de error. Se Registró el gasto de cada muestra titulada. Para calcular la cantidad de acidez se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%AC = \frac{PE_{\acute{a}c} \times N_{ba} \times V_{ba}}{10 \times Vm} \quad \dots \text{Ecuación 1}$$

donde:

N_{ba} : Normalidad de la solución de hidróxido de sodio, N = 0,1

V_{ba} : Volumen de NaOH 0,1 N en, ml

$PE_{\acute{a}c}$: Peso equivalente de ácido acético = 60 g/eq.

Vm : Volumen de la muestra

2.3.3.6. Cuantificación de biomasa

La cuantificación de biomasa se realizó mediante método gravimétrico de peso seco. Para cada determinación, se tomaron tres muestras de 5 ml de hidromiel en fermentación, homogeneizadas mediante agitación suave, y se colocaron en tubos de centrifuga de 15 ml previamente tarados (esterilizados a 105°C durante 2 horas y pesados con precisión de ± 0.0001 g).

Las muestras se centrifugaron a 5200 rpm durante 10 minutos en una centrifuga refrigerada (LABNET C0060-23V, Alemania). El sobrenadante se descartó

cuidadosamente, y los tubos con el sedimento se colocaron en una estufa de convección forzada (KERTLAB ODHG-9053A, Alemania) a 65°C durante 24 horas. Después del secado, los tubos se enfriaron en un desecador con gel de sílice (SIMAX GL36) durante 1 hora y se pesaron en una balanza analítica (A&D N-92, Alemania, precisión ±0.0001 g).

La concentración de biomasa se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Concentración de Biomasa} = \frac{P_f - P_i}{V_m} \quad \dots \text{Ecuación 2}$$

Donde:

P_i = Peso del tubo limpio y seco (g)

P_f = Peso del tubo más la muestra luego de permanecer 12 horas en la estufa y 1 hora en el desecador (g)

V_m = Volumen de la muestra (ml)

Los resultados se expresaron en g/L multiplicando el valor obtenido por 1000.

Las determinaciones se realizaron por triplicado para cada tratamiento y tiempo de muestreo.

2.3.3.7. Determinación de parámetros cinéticos de crecimiento

A partir de los datos de biomasa obtenidos a lo largo del tiempo, se calcularon los siguientes parámetros cinéticos mediante el siguiente modelo:

a) Modelo de Gompertz

Para describir la cinética de crecimiento de *H. valbyensis* durante la fermentación del hidromiel, se tomó como referencia el modelo de Gompertz modificado propuesto por Gibson et al. (1987) y posteriormente sistematizado por Zwietering et al. (1990), ampliamente utilizado en microbiología predictiva por su capacidad de integrar parámetros biológicos como la tasa específica máxima de crecimiento (μ_{max}) y la fase de latencia (λ).

No obstante, dadas las limitaciones de equipamiento (equipos de monitoreo continuo: espectrofotómetros con registrador, sensores en línea, software especializado para obtener datos muy finos), en esta investigación se aplicó la formulación clásica de Gompertz, que constituye una alternativa metodológicamente válida y reconocida en la literatura (Tjørve y Tjørve, 2017). La ecuación clásica mantiene la forma sigmoideal asimétrica y permite

describir adecuadamente la cinética observada a partir de datos discretos obtenidos con técnicas convencionales de laboratorio.

La ecuación clásica empleada se expresa como:

$$Y(t) = a * \exp(-\exp(b - c * T))$$

Donde:

$Y(t) = \ln(N(t)/N_0)$: Logaritmo natural del crecimiento relativo

a: Incremento máximo asintótico del logaritmo natural de la biomasa (adimensional)

b: $(\mu_{max}e\lambda/a) + 1$

c: $\mu_{max}e\lambda/a$

T: tiempo de fermentación (h)

td: tiempo de duplicación (h)

Este modelo, aunque más sencillo que el modificado, permitió ajustar adecuadamente los datos experimentales y obtener parámetros cinéticos de interés, adaptándose a las condiciones del presente estudio.

b) Parámetros cinéticos derivados

A partir del modelo ajustado, se calcularon los siguientes parámetros:

Velocidad específica máxima de crecimiento (μ_{max}): Calculada como la pendiente máxima de la curva de crecimiento durante la fase exponencial, expresada en h^{-1} .

$$\mu_{max} = a * c$$

Donde:

a: Incremento máximo asintótico del logaritmo natural de la biomasa (adimensional)

c: $\mu_{max}e\lambda/a$

Tiempo de duplicación (td): Tiempo requerido para que la población de levaduras se duplique durante la fase exponencial, calculado como:

$$td = \ln(2)/\mu_{max}$$

Fase de latencia (λ): Tiempo requerido para que las levaduras se adapten al medio e inicien el crecimiento exponencial, determinado gráficamente como el punto de intersección entre la prolongación de la fase exponencial y el inóculo inicial, calculada:

$$\lambda = (b - 1)/c$$

Donde:

b: $(\mu_{max}e\lambda/a) + 1$

c: $\mu_{max}e\lambda/a$

2.3.3.8. Evaluación sensorial

Control microbiológico de inocuidad pre sensorial

Previamente a la evaluación sensorial, todas las muestras de hidromiel fueron sometidas a análisis microbiológicos para garantizar la inocuidad del producto y la seguridad de los panelistas. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Tecnología Médica de la Escuela Profesional de Tecnología Médica de la Universidad Nacional de Jaén, siguiendo los criterios microbiológicos establecidos en la NTS N° 071-MINSA/DIGESA V.01 (2008) productos relacionados a la miel (polen, polimiel, propolio, otros) **Tabla 1** (Minsa, 2008)

Tabla 1 *Criterios microbiológicos para productos relacionados a la miel*
Criterios microbiológicos para productos relacionados a la miel

VI.5 Productos relacionados a la miel (polen, polimiel, propóleo, otros).						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	1	3	5	3	10 ³	10 ⁴
Mohos	2	3	5	2	10	10 ²
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	3	10

Se determinó el recuento de coliformes totales mediante el método de siembra por extensión en agar MacConkey, incubando a 37°C por 24-48 horas. El criterio de aceptabilidad establecido fue la ausencia de coliformes (<10 UFC/ml) según los parámetros de la norma técnica sanitaria. Adicionalmente, se realizó inspección visual para detectar presencia de mohos y levaduras contaminantes en la superficie del producto.

Únicamente las muestras que cumplieron satisfactoriamente con todos los criterios microbiológicos de inocuidad fueron incluidas en la posterior evaluación sensorial. Este procedimiento garantizó la protección de la salud de los 131 panelistas participantes y el cumplimiento de las buenas prácticas de investigación con alimentos.

La evaluación sensorial se realizó en dos fases secuenciales siguiendo la metodología propuesta por Mondino y Ferratto (2006) (1) identificación de descriptores mediante Asociación Libre de Palabras (ALP) y (2)

caracterización sensorial y evaluación de aceptabilidad utilizando el método Check-All-That-Apply (CATA).

Fase 1: Identificación de descriptores sensoriales

Se aplicó la técnica de Asociación Libre de Palabras (ALP) con 72 participantes no entrenados (58.3% mujeres, 41.7% hombres) con edades entre 18 y 51 años, siendo el grupo mayoritario (55.6%) entre 18 y 20 años. El 70% de los participantes residía en Jaén y el resto en ciudades como Chota, San Ignacio y Cutervo.

Se solicitó a los participantes que escribieran cuatro palabras o frases cortas que vinieran a su mente al observar la muestra, metodología validada por Mondino y Ferratto (2006). Los datos se recopilaron mediante un formulario en línea de Google Forms.

Los términos generados se agruparon por similitud semántica y se seleccionaron los 20 términos más frecuentes con mayores promedios de importancia para definir el perfil sensorial en la siguiente fase.

Fase 2: Evaluación CATA y aceptabilidad

La evaluación sensorial mediante el método CATA y la prueba de aceptabilidad se realizó con 131 participantes no entrenados (51.91% mujeres, 48.09% hombres), principalmente miembros de la comunidad universitaria. El método CATA fue seleccionado debido a su efectividad demostrada para caracterizar perfiles sensoriales complejos en bebidas fermentadas Olivera et al. (2021) y Vaquero et al. (2022), proporcionando información tanto descriptiva como hedónica de manera simultánea.

Se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

Criterios de Inclusión: estudiantes, docentes y administrativos de la Universidad Nacional de Jaén, mayores de 18 años y de ambos géneros, que participaron de manera voluntaria en este estudio.

Criterios de Exclusión: estudiantes, docentes y administrativos de la Universidad Nacional de Jaén que presenten las siguientes condiciones: problemas visuales no tratados, diabetes, enfermedades respiratorias como la gripe, dificultades en la percepción del olor y el sabor, aquellos que hayan

ingerido alimentos en los últimos 20 minutos, hayan consumido dulces o chicles, se hayan cepillado los dientes hace 30 minutos, o sean alérgicos o sensibles a los ingredientes utilizados en la producción de hidromiel utilizando *H. valbyensis* y que sean menores de 18 años de edad no podrán participar en esta evaluación.

La evaluación se realizó en sesiones estructuradas con grupos de 15-20 participantes, siguiendo las recomendaciones de Angulo y O'mahony (2009) sobre el tamaño óptimo de grupos para minimizar interferencias entre panelistas. Cada panelista evaluó siete muestras de hidromiel correspondientes a los tratamientos seleccionados: A1B1 (25% miel, 10^5 células/ml), A1B2 (25% miel, 10^7 células/ml), A2B1 (30% miel, 10^5 células/ml), A2B2 (30% miel, 10^7 células/ml), A3B2 (35% miel, 10^7 células/ml), A3B3 (35% miel, 10^9 células/ml) y Control (30 % miel, 5×10^5 células/ml). Para analizar la evaluación sensorial, se excluyeron los tratamientos A1B3 (25% miel, 10^9 células/ml), A2B3 (30% miel, 10^9 células/ml) y A3B1 (35% miel, 10^5 células/ml), debido a su similitud en las características fisicoquímicas con A1B2 (25% miel, 10^7 células/ml), A2B1 (30% miel, 10^5 células/ml) y A3B2 (35% miel, 10^7 células/ml), estrategia validada por Basilio et al. (2020) y (Mondino y Ferratto, 2006) para reducir la fatiga sensorial de los panelistas manteniendo la representatividad del diseño experimental.

Las muestras (25 ml) se presentaron en vasos vidrio codificados con números aleatorios de tres dígitos, a una temperatura de $12 \pm 1^\circ\text{C}$. El orden de presentación se aleatorizó para cada participante según un diseño de bloques completos equilibrados.

Para la evaluación de aceptabilidad, los participantes indicaron su nivel de agrado para cada atributo sensorial (aroma, aspecto, sabor y sensación en boca) y la aceptabilidad global utilizando escalas visuales analógicas digitales implementadas en **SurveyMonkey**. Cada escala consistía en una barra deslizante continua con un control circular que los participantes podían desplazar a lo largo de la línea. La escala presentaba tres puntos de anclaje: “Me disgusta extremadamente” en el extremo izquierdo, “No me gusta ni me disgusta” en el centro, y “Me gusta extremadamente” en el extremo derecho. Los participantes desplazaron el control deslizante hasta la posición que mejor

representaba su nivel de agrado, obteniéndose automáticamente un valor numérico continuo en una escala de 0 a 150, manteniendo la equivalencia con la escala visual analógica tradicional de 15 cm. Esta metodología ha demostrado mayor sensibilidad comparada con escalas discretas, según reportan (Cejudo-bastante et al., 2013).

Posteriormente, para cada muestra, los participantes seleccionaron los términos que mejor describían sus características sensoriales de una lista de 20 descriptores (identificados en la Fase 1), agrupados en tres categorías, según la metodología CATA validada por múltiples autores en bebidas fermentadas (Bourbon-melo et al., 2020; Olivera et al., 2021):

Aroma: alcohólico, floral, frutal, a miel, a melaza, a caramelo, cítrico, a especias, herbáceo.

Sabor: dulce, ácido, amargo, astringente, a levadura.

Sensación en boca: suave, metálico, astringente, ardiente, amaderado, viscoso.

Adicionalmente, se evaluó la intención de compra mediante una escala de 5 puntos, donde: 1 = Definitivamente no lo compraría 2 = Probablemente no lo compraría 3 = Podría o no podría comprarlo 4 = Probablemente lo compraría 5 = Definitivamente lo compraría. Esta escala ha demostrado ser efectiva para predecir comportamientos de compra en estudios de aceptabilidad de bebidas fermentadas (Basilio et al., 2020).

Entre muestras, los panelistas limpiaron su paladar con galletas sin sal y agua a temperatura ambiente. La recopilación de datos se realizó mediante el software SurveyMonkey en dispositivos electrónicos entregados a cada panelista.

Los participantes firmaron un consentimiento informado (**Anexo 11**) que garantizaba su privacidad y voluntariedad en la participación. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Nacional de Jaén (**Anexo 12**).

2.3.4. Diseño experimental

El experimento fue estructurado mediante un diseño completamente aleatorizado (DCA), considerando dos niveles: concentración de miel e inóculo de *H. valbyensis*, combinados en nueve tratamientos, a los que se añadió un tratamiento control con *S. cerevisiae*, con un total de 10 tratamientos. Cada tratamiento se replicó tres veces de manera independiente, por lo que el diseño incluyó 30 unidades experimentales (Tabla 2). Este enfoque metodológico se adoptó en concordancia con las recomendaciones de estudios previos como el de Souza et al.(2024) en fermentaciones con levaduras no convencionales en hidromiel.

Variables independientes y niveles de estudio

Factor A: Concentración de miel de abeja (% p/v)

A1: 25%, A2: 30%, A3: 35%

Los niveles fueron seleccionados basándose en estudios previos de Gámez et al.(2019) y Amalia et al. (2021), quienes reportaron que concentraciones de miel entre 25-35% mejora la fermentación y características sensoriales del hidromiel.

Factor B: Concentración de inóculo de *H. valbyensis* (células/ml)

B1: 10^5 , B2: 10^7 , B3: 10^9

Los niveles de inóculo fueron establecidos según las recomendaciones Köhler et al. (2021) para levaduras no convencionales en bebidas fermentadas, abarcando un rango que permite evaluar el efecto de la densidad celular inicial en la cinética de fermentación.

Tratamiento control Se incluyó un tratamiento control con *S. cerevisiae* a una concentración de 0.5 g/l y 30% de miel de abeja, siguiendo los protocolos estándar de la industria reportados por (Burini et al., 2021) como se observa en la **Tabla 1**.

Variables dependientes evaluadas

Variables fisicoquímicas:

pH (unidades de pH) - Método AOAC 981.12

Grados Brix (°Brix) - Método AOAC 931.12

Acidez titulable total (g/l ácido acético - NTP 211.040:2018

Densidad (g/ml) - Método densimétrico

Grado alcohólico (°GL) - Método de destilación simple

Biomasa de levadura (g/l) - Método gravimétrico de peso seco

Variables sensoriales:

Aceptabilidad global (escala 0-150) - Método CATA

Descriptorios sensoriales - Análisis de correspondencias

Intención de compra (escala 1-5)

Controles de calidad e inocuidad

Previamente a la evaluación sensorial, se realizaron análisis microbiológicos para garantizar la inocuidad del producto y la seguridad de los panelistas. Se determinó el recuento de coliformes (UFC/g) según la NTS N° 071-MINSA/DIGESA V.01 (2008) productos relacionados a la miel (polen, polimiel, propolio, otros) Minsa (2008), estableciendo como criterio de aceptabilidad la ausencia de coliformes (<10 UFC/g) (Tabla 1). Únicamente las muestras que cumplieron con los criterios microbiológicos fueron incluidas en la evaluación sensorial.

Aleatorización y control de variables

Los 30 fermentadores correspondientes a todos los tratamientos y repeticiones fueron producidos simultáneamente en un solo lote experimental para minimizar la variabilidad temporal y garantizar condiciones ambientales idénticas. La asignación de tratamientos a los fermentadores se realizó mediante aleatorización completa. Las condiciones de fermentación se mantuvieron constantes para todos los tratamientos: temperatura $24\pm 3^{\circ}\text{C}$, según las especificaciones de (Guindal, 2024). Esta estrategia de producción simultánea elimina el efecto de variables externas como fluctuaciones ambientales, variabilidad del operador entre días y condiciones de materia prima.

Unidad experimental y tamaño de muestra

Cada unidad experimental consistió en 6 litros de hidromiel fermentado en fermentadores plásticos de 8 litros de capacidad. El diseño completamente aleatorizado (DCA) más un control con tres repeticiones independientes resultó en 30 unidades experimentales totales (n=30). El tamaño de muestra fue determinado considerando la variabilidad reportada por Basilio et al. (2020) en estudios similares de fermentación con levaduras no convencionales.

Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) para evaluación sensorial

Para la evaluación sensorial se aplicó un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) en el cual participaron 131 panelistas no entrenados, quienes evaluaron los tratamientos en orden completamente aleatorio, identificados mediante códigos numéricos de tres dígitos generados al azar. Con el fin de preservar la validez sensorial y evitar la fatiga por repetición, se excluyeron tres tratamientos: A1B3 (25 % miel, 10^5 células/ml), A2B3 (30 % miel, 10^5 células/ml) y A3B1 (35 % miel, 10^5 células/ml), debido a que presentaban características fisicoquímicas muy similares a otros tratamientos, lo que podría inducir redundancia y confundir al panelista sin aportar información sensorial relevante adicional (Masuda et al., 2023; Maurya, 2024). Esta estrategia se alinea con prácticas recomendadas en evaluación sensorial para minimizar la fatiga y mejorar el valor de la sesión sensorial (Mondino y Ferratto, 2006).

Tabla 2

Matriz de formulaciones para la producción de hidromiel con H. valbyensis, y como control S. cerevisiae

Componentes	Tratamientos									C
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3	
Miel de abeja (%)	25	25	25	30	30	30	35	35	35	30
Agua (%)	75	75	75	70	70	70	65	65	65	70
Levadura <i>H. valbyensis</i> (cel/ml)	10 ⁵	10 ⁷	10 ⁹	10 ⁵	10 ⁷	10 ⁹	10 ⁵	10 ⁷	10 ⁹	0
Levadura <i>S. cerevisiae</i> (cel/ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5x10 ⁵

Nota: Matriz de formulaciones para la producción de hidromiel, donde A representa la concentración de miel de abeja (A1: 25 %, A2: 30 % y A3: 35 %) y B la concentración de inóculo de *H. valbyensis* (B1: 10⁵, B2: 10⁷ y B3: 10⁹ células/ml), con *S. cerevisiae* como control.

2.3.5. Análisis de datos

Para los datos de las características fisicoquímicas, se evaluó el cumplimiento de supuestos necesarios para el análisis paramétrico, utilizando la prueba de Shapiro-Wilk para normalidad y test de Levene para homogeneidad de varianzas; obteniéndose que los indicadores de alcohol y densidad no cumplieron alguno de estos supuestos; mientras que los indicadores de acidez, °Brix y pH si cumplieron las condiciones para poder aplicar pruebas paramétricas (detalle en el **Anexo 2**).

La evolución de la biomasa se modeló mediante la ecuación clásica de Gompertz utilizando regresión no lineal por mínimos cuadrados. La calidad del ajuste se evaluó mediante el coeficiente de determinación (R^2). A partir de los parámetros primarios del modelo (a, b, c), se calcularon los parámetros cinéticos secundarios: tasa máxima de crecimiento específico (μ_{\max}), fase lag (λ) y tiempo de duplicación (td) aplicando las expresiones derivadas del modelo. La comparación entre tratamientos se realizó mediante análisis descriptivo de los parámetros cinéticos e interpretación biológica de las tendencias, siguiendo el enfoque aceptado en estudios cinéticos basados en el ajuste individual de curvas de crecimiento microbiano.

Para evaluar si existe diferencias significativas en los tratamientos para los valores de acidez, °Brix y pH se aplicó el Análisis de Varianza y posterior prueba de Tukey (**Anexo 4**), considerando un nivel de significancia del 5%; mientras que para los indicadores de densidad y alcohol se aplicó las pruebas no paramétricas de Kruskal – Wallis y comparaciones múltiples de Nemenyi (**Anexo 3**), bajo un nivel de significancia del 5%.

Respecto a los puntajes sensoriales (aroma, aspecto, sabor y sensación en boca y aceptabilidad global), se evaluó el cumplimiento de supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas (**Anexo 5**), al no cumplirse las condiciones para realizar análisis paramétrico se aplicó el test Kruskal – Wallis y comparaciones múltiples de Nemenyi (**Anexo 6**), considerando un nivel del 5% de significancia, para confirmar si existen diferencias significativas entre los tratamientos para los puntajes sensoriales.

Con los datos de los descriptores sensoriales (análisis CATA) y de disposición de compra se realizaron representaciones bidimensionales mediante el Análisis de Correspondencia Simple.

Cada uno de los análisis mencionados se realizó con el software R Project en su versión 4.4.2

III. RESULTADOS

3.1. Cinética de crecimiento de biomasa de *H. valbyensis* durante la producción de hidromiel a diferentes concentraciones de sustrato

En la **Figura 2** se tienen representadas las curvas de crecimiento de la biomasa de *H. valbyensis* en el proceso de producción de hidromiel, considerando diferentes concentraciones de sustrato (tratamientos). Para cada uno de los tratamientos se tiene ajustado el modelo de Gompertz.

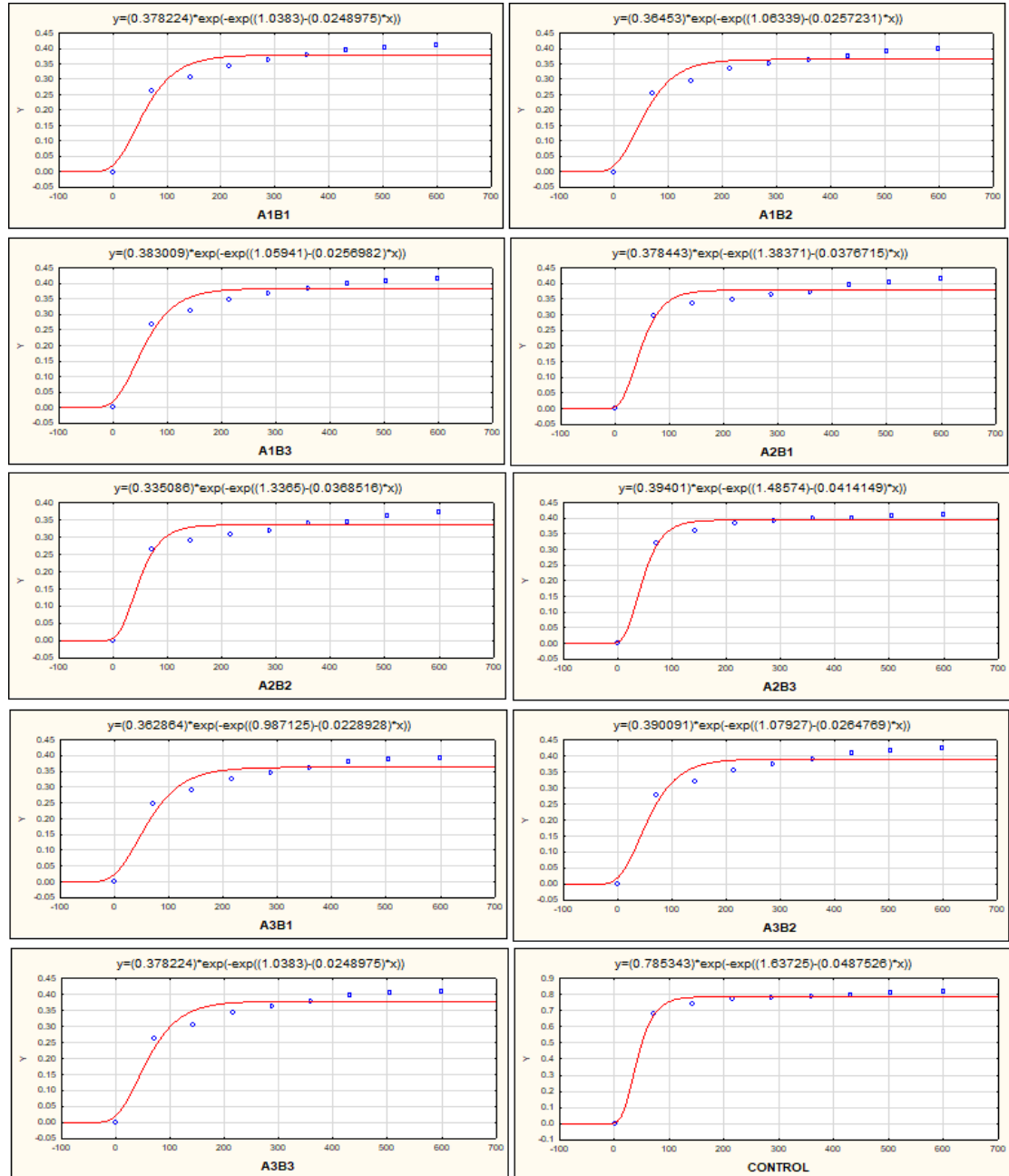
Para cada una de las curvas se observa que, en las primeras 72 horas el crecimiento de biomasa de *H. valbyensis* es más pronunciado, siendo el control el que presenta una mayor pendiente en el crecimiento.

Según la tabla 3, los modelos propuestos presentaron un excelente ajuste para todos los tratamientos, con coeficientes de determinación (R^2) superiores a 0.94, lo que indica que estos modelos explican más del 94% de la variabilidad observada en los datos de crecimiento. Los parámetros de los modelos ajustados y los parámetros cinéticos derivados se presentan en la **Tabla 3**.

Figura 2

Curva de biomasa observada y estimada según modelo de Gompertz, para cada tratamiento considerando la concentración de sustrato e inóculo.

$$Y^{\wedge} = a * \exp(-\exp(b - c * T))$$



Nota: Las curvas rojas representan la biomasa estimada por el modelo y los puntos azules corresponden a los valores observados experimentalmente. En cada subgráfico se muestra la ecuación ajustada del modelo de Gompertz.

Leyenda:

A1B1 = 25% miel, 10^5 células/ml;
 A1B2 = 25% miel, 10^7 células/ml;
 A1B3 = 25% miel, 10^9 células/ml;
 A2B1 = 30% miel, 10^5 células/ml;
 A2B2 = 30% miel, 10^7 células/ml;

A2B3 = 30% miel, 10^9 células/ml;
 A3B1 = 35% miel, 10^5 células/ml;
 A3B2 = 35% miel, 10^7 células/ml;
 A3B3 = 35% miel, 10^9 células/ml;
 Control = *S. cerevisiae* (30% miel, 5×10^5 células/ml).

Tabla 3

Parámetros cinéticos de crecimiento microbiano obtenidos mediante el modelo de Gompertz para los tratamientos de hidromiel con H. valbyensis y el control con S. cerevisiae.

$$Y^{\wedge} = a * \exp(-\exp(b - c * T))$$

Tratamiento	a	b	c	μ_{\max} (h ⁻¹)	λ (h)	td (h)	R ²
A1B1	0.3782	1.0383	0.0249	0.0094	1.5382	73.6087	0.9512
A1B2	0.3645	1.0634	0.0257	0.0094	2.4645	73.9215	0.9500
A1B3	0.3830	1.0594	0.0257	0.0100	2.3119	70.4230	0.9500
A2B1	0.3784	1.3837	0.0377	0.0143	10.1857	48.6203	0.9636
A2B2	0.3351	1.3365	0.0369	0.0123	9.1310	56.1317	0.9536
A2B3	0.3940	1.4857	0.0414	0.0163	11.7286	42.4777	0.9887
A3B1	0.3629	0.9871	0.0229	0.0083	-0.5624	83.4409	0.9496
A3B2	0.3901	1.0793	0.0265	0.0103	2.9938	67.1105	0.9527
A3B3	0.3782	1.0383	0.0249	0.0094	1.5382	73.6087	0.9512
CONTROL	0.7853	1.6373	0.0488	0.0383	13.0710	18.1036	0.9928

Nota: a, b, c = parámetros estimados del modelo Gompertz en su forma ajustada; μ_{\max} (h⁻¹) = tasa máxima de crecimiento específico; λ (h) = fase lag o tiempo de adaptación; t_d (h) = tiempo de duplicación; R² = coeficiente de determinación del ajuste.

Leyenda:

A1B1 = 25% miel, 10⁵ células/ml;

A1B2 = 25% miel, 10⁷ células/ml;

A1B3 = 25% miel, 10⁹ células/ml;

A2B1 = 30% miel, 10⁵ células/ml;

A2B2 = 30% miel, 10⁷ células/ml;

A2B3 = 30% miel, 10⁹ células/ml;

A3B1 = 35% miel, 10⁵ células/ml;

A3B2 = 35% miel, 10⁷ células/ml;

A3B3 = 35% miel, 10⁹ células/ml;

Control = S. cerevisiae (30% miel, 5x10⁵ células/ml).

De la tabla 3, se puede ver que, los parámetros obtenidos mediante el modelo de Gompertz muestran diferencias claras entre los tratamientos.

La tasa máxima de crecimiento (μ_{\max}) fue mayor en el control (30% miel, 5x10⁵ células/ml) obteniendo (0.0383 h⁻¹), lo que indica una mayor velocidad de crecimiento en fase exponencial. Entre los tratamientos, el valor más alto correspondió a A2B3 (30% miel, 10⁹ células/ml) con (0.0163 h⁻¹), seguido de A2B1(30% miel, 10⁵ células/ml) con (0.0143 h⁻¹).

En cuanto al parámetro λ (periodo de latencia), el control presentó el mayor valor (13.07 h), mientras que en los tratamientos el rango fue de -0.56 a 11.73 h. El menor valor negativo en A3B1: 35% miel, 10⁵ células/ml (-0.56 h) refleja una fase de adaptación nula, mientras que A2B3: 30% miel, 10⁹ células/ml (11.73 h) mostró el mayor tiempo de adaptación de todos los tratamientos.

Respecto al tiempo de duplicación (td), el control alcanzó el menor valor (18.10 h), con esto se confirma la mayor rapidez de multiplicación celular. Dentro de

los tratamientos, A2B3 (30% miel, 10^9 células/ml) registró el tiempo de duplicación más bajo (42.48 h), seguido de A2B1 (30% miel, 10^5 células/ml) (48.62 h), mientras que los valores más altos se observaron en A3B1: 35% miel, 10^5 células/ml (83.44 h) y A1B2: 25% miel, 10^7 células/ml (73.92 h).

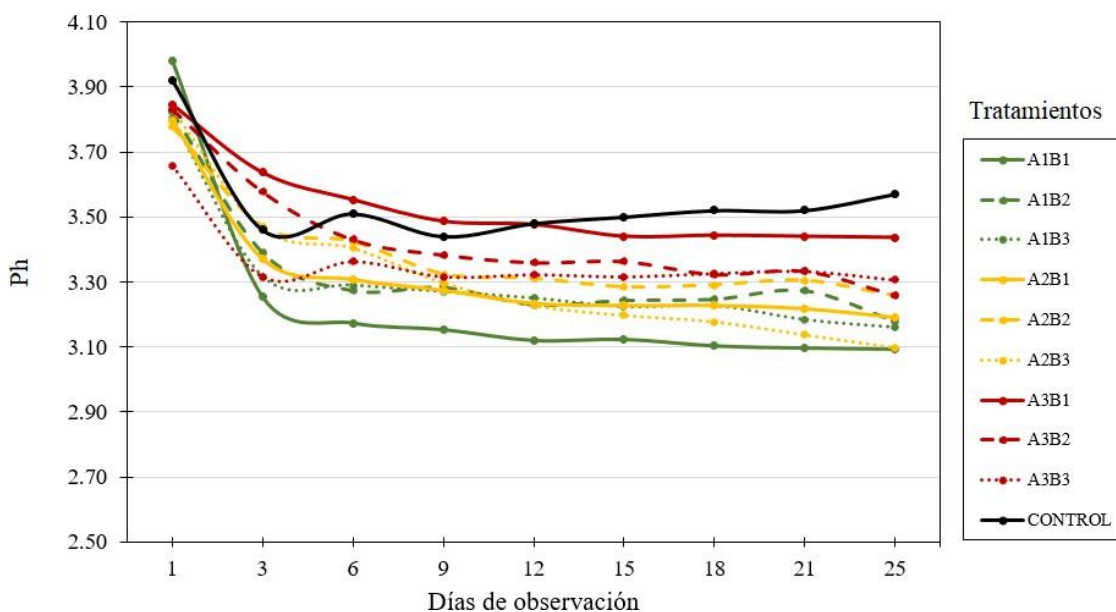
3.2. Evaluación de las características fisicoquímicas (pH, Brix, acidez, densidad y grado alcohólico) durante la producción de hidromiel con *H. valbyensis* a diferentes concentraciones de sustrato

Evolución del pH

La evolución del pH durante el proceso fermentativo para los diferentes tratamientos se presenta en la **Figura 3**. Se observó un patrón similar en todos los tratamientos, caracterizado por una disminución pronunciada del pH durante los primeros tres días de fermentación, seguida por una estabilización hasta el día 25.

Figura 3

Evolución del pH durante la fermentación en función del tratamiento aplicado.



Leyenda:

A1B1 = 25% miel, 10^5 células/ml;
A1B2 = 25% miel, 10^7 células/ml;
A1B3 = 25% miel, 10^9 células/ml;
A2B1 = 30% miel, 10^5 células/ml;
A2B2 = 30% miel, 10^7 células/ml;

A2B3 = 30% miel, 10^9 células/ml;

A3B1 = 35% miel, 10^5 células/ml;
A3B2 = 35% miel, 10^7 células/ml;
A3B3 = 35% miel, 10^9 células/ml;
Control = *S. cerevisiae* (30% miel, 5×10^5 células/ml).

El pH inicial para todos los tratamientos osciló entre 3.7 y 4.0. Al tercer día de fermentación, se observó una reducción significativa del pH en todos los tratamientos, alcanzando valores entre 3.0 y 3.6. Este descenso fue más pronunciado en los tratamientos con *H. valbyensis* en comparación con el control.

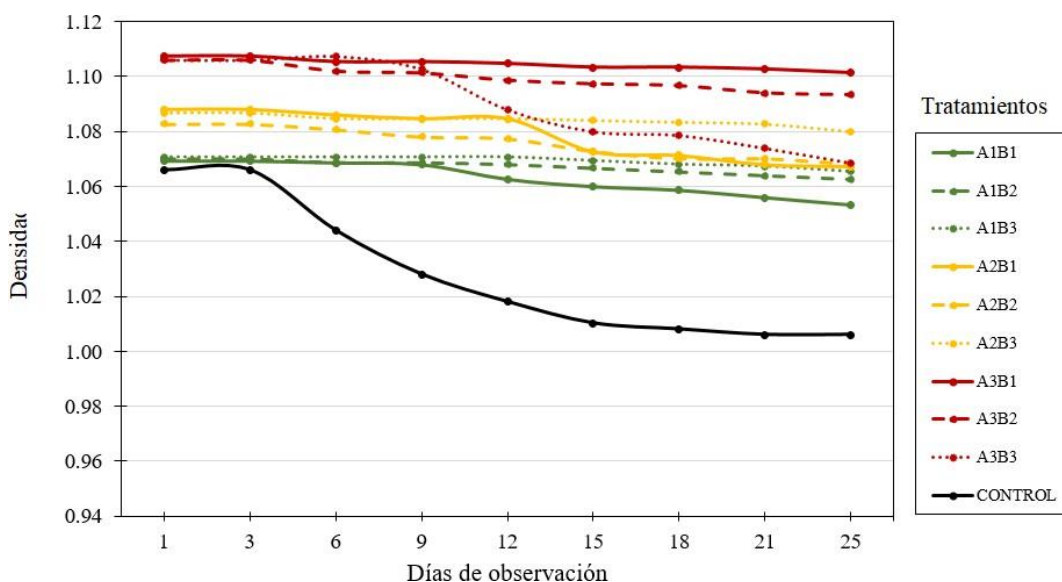
A partir del tercer día, los valores de pH se mantuvieron relativamente constantes hasta el final del proceso fermentativo. Al día 25, el tratamiento control presentó el mayor valor de pH (3.57 ± 0.02) a todos los tratamientos con *H. valbyensis*. Entre estos últimos, el tratamiento A1B1 (25% de miel y 10^5 células/ml) mostró el valor más bajo (3.09 ± 0.16).

Evolución de la densidad

La figura 4 muestra la evolución de la densidad a lo largo del tiempo para los diferentes tratamientos. Se observaron patrones distintivos entre el tratamiento control y los tratamientos con *H. valbyensis*.

Figura 4

Evolución de la densidad en función del tiempo para los distintos tratamientos de hidromiel



Leyenda:

A1B1 = 25% miel, 10^5 células/ml;

A1B2 = 25% miel, 10^7 células/ml;

A1B3 = 25% miel, 10^9 células/ml;

A2B1 = 30% miel, 10^5 células/ml;

A2B2 = 30% miel, 10^7 células/ml;

A2B3 = 30% miel, 10^9 células/ml;

A3B1 = 35% miel, 10^5 células/ml;

A3B2 = 35% miel, 10^7 células/ml;

A3B3 = 35% miel, 10^9 células/ml;

Control = *S. cerevisiae* (30% miel, 5×10^5 células/ml).

La densidad inicial para todos los tratamientos estuvo en el rango de 1.07-1.11 g/ml, correlacionándose directamente con la concentración de miel utilizada. A partir del tercer día de fermentación, el tratamiento control mostró una disminución constante y pronunciada de la densidad, alcanzando un valor final de 1.01 ± 0.00 g/ml al día 25, significativamente inferior a todos los tratamientos con *H. valbyensis*.

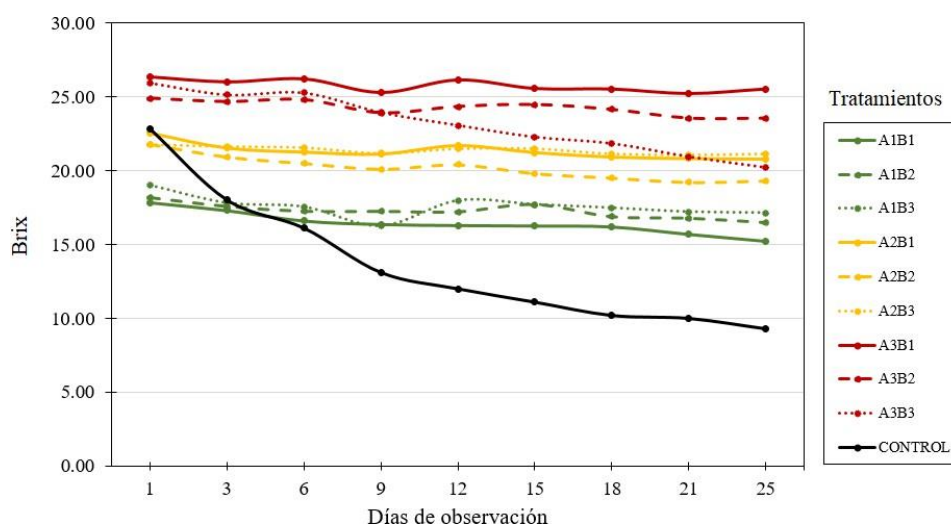
En contraste, los tratamientos con *H. valbyensis* mostraron una reducción mucho menos pronunciada en la densidad. Los tratamientos A1B1(25% miel, 10^5 células/ml) y A3B3 (35% miel, 10^9 células/ml) presentaron una ligera disminución a partir del noveno día, mientras que los demás mantuvieron valores relativamente estables. Al final del período de fermentación, los tratamientos con 35% de miel (A3B1 y A3B2) mostraron las densidades más altas (1.10 ± 0.00 g/ml y 1.09 ± 0.00 g/ml, respectivamente), significativamente superiores a los tratamientos con menor concentración de miel.

Evolución de sólidos solubles (°Brix)

La evolución de los sólidos solubles, medidos en °Brix, durante el proceso fermentativo se presenta en la Figura 5.

Figura 5

Evolución de los valores de °Brix durante la fermentación para los distintos tratamientos de hidromiel



Leyenda:

A1B1 = 25% miel, 10^5 células/ml;

A1B2 = 25% miel, 10^7 células/ml;

A1B3 = 25% miel, 10^9 células/ml;

A2B1 = 30% miel, 10^5 células/ml;

A2B2 = 30% miel, 10^7 células/ml;

A2B3 = 30% miel, 10^9 células/ml;

A3B1 = 35% miel, 10^5 células/ml;

A3B2 = 35% miel, 10^7 células/ml;

A3B3 = 35% miel, 10^9 células/ml;

Control = *S. cerevisiae* (30% miel, 5×10^5 células/ml).

Los valores iniciales de sólidos solubles fueron proporcionales a la concentración de miel utilizada en cada tratamiento, oscilando entre 17 a $20 \pm 0.7^\circ\text{Brix}$ para los tratamientos con 25% de miel, 21 a $24 \pm 0.5^\circ\text{Brix}$ para los tratamientos con 30% de miel, y 25 a $28 \pm 0.6^\circ\text{Brix}$ para los tratamientos con 35% de miel.

El tratamiento control exhibió el descenso más pronunciado en los valores de $^\circ\text{Brix}$ desde el primer día de fermentación, reflejando una conversión eficiente de azúcares por parte de *S. cerevisiae*. Esta tendencia se mantuvo durante todo el proceso, alcanzando un valor final de $9.3 \pm 0.1^\circ\text{Brix}$ al día 25, inferior a todos los tratamientos con *H. valbyensis*.

Entre los tratamientos con *H. valbyensis*, se observaron diferentes patrones según la concentración de sustrato e inóculo. El tratamiento A3B3 (35% de miel y 10^9 células/ml) mostró una reducción moderada pero constante en los valores de $^\circ\text{Brix}$ a partir del sexto día, alcanzando $20.9 \pm 2.4^\circ\text{Brix}$ al final del proceso. Los demás tratamientos presentaron reducciones menos pronunciadas, finalizando con valores entre $15.2 \pm 0.9^\circ\text{Brix}$ (A1B1: 25% miel, 10^5 células/ml) y $25.5 \pm 0.4^\circ\text{Brix}$ (A3B1: 30% miel, 10^5 células/ml).

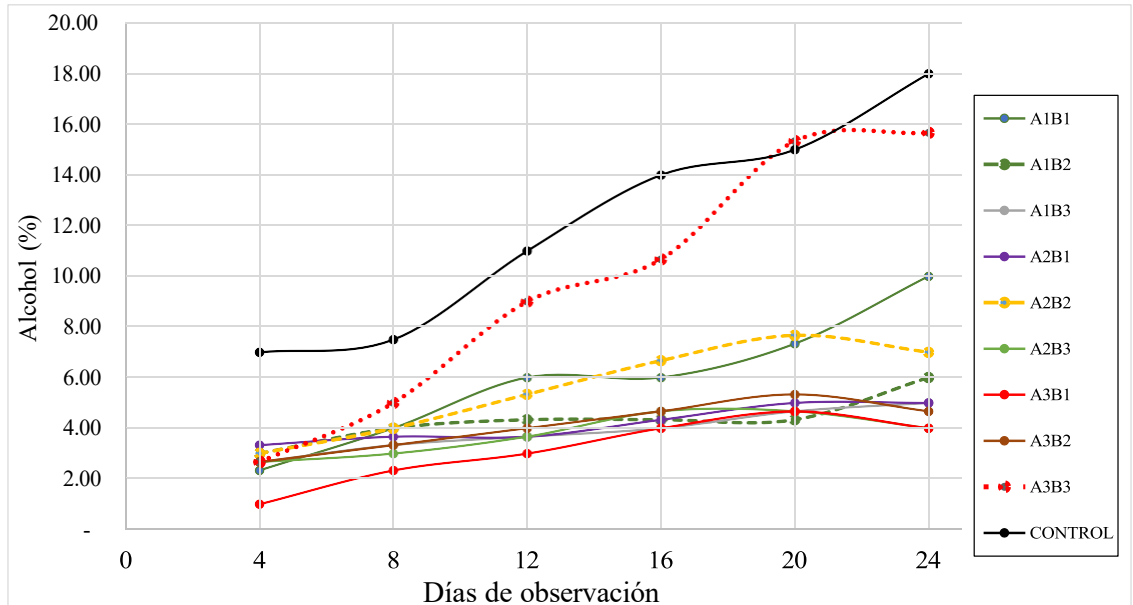
Se encontraron diferencias en los valores finales de $^\circ\text{Brix}$ entre los tratamientos, formando seis grupos diferenciados según la prueba de Tukey (**Tabla 4**). Estos resultados sugieren una relación inversa entre la actividad fermentativa (consumo de azúcares) y la concentración inicial de sustrato para *H. valbyensis*, con un efecto moderador de la concentración de inóculo.

Evolución del contenido alcohólico

En la Figura 6 se puede ver que los valores iniciales de alcohol para todos los tratamientos fueron cercanos a cero, como era esperado al inicio del proceso fermentativo. A partir del tercer día, el tratamiento control con *S. cerevisiae* comenzó a mostrar un incremento en la producción de alcohol, que se aceleró notablemente a partir del octavo día. Este tratamiento alcanzó un contenido alcohólico final de $18.0 \pm 0.5\%$ v/v al día 25, superior a todos los tratamientos con *H. valbyensis*.

Figura 6

Evolución del contenido de alcohol durante la fermentación para los distintos tratamientos de hidromiel



Leyenda:

A1B1 = 25% miel, 10^5 células/ml;

A1B2 = 25% miel, 10^7 células/ml;

A1B3 = 25% miel, 10^9 células/ml;

A2B1 = 30% miel, 10^5 células/ml;

A2B2 = 30% miel, 10^7 células/ml;

A2B3 = 30% miel, 10^9 células/ml;

A3B1 = 35% miel, 10^5 células/ml;

A3B2 = 35% miel, 10^7 células/ml;

A3B3 = 35% miel, 10^9 células/ml;

Control = *S. cerevisiae* (30% miel, 5×10^5 células/ml).

El tratamiento A3B3 (35% de miel y 10^9 células/ml) también presentó un incremento considerable en el contenido alcohólico a partir del octavo día, aunque a un ritmo menos acelerado que el control, alcanzando un valor final de $15.5 \pm 0.8\%$ v/v. El tratamiento A1B1 (25% miel, 10^5 células/ml) mostró un crecimiento gradual pero sostenido, finalizando con $10.0 \pm 0.5\%$ v/v. Los demás tratamientos con *H. valbyensis* mostraron incrementos más moderados, con valores finales entre $4.0 \pm 0.3\%$ v/v (A3B1: 35% miel, 10^5 células/ml) y $7.0 \pm 0.4\%$ v/v (A2B2: 30% miel, 10^7 células/ml).

La prueba de Nemenyi identificó tres grupos principales: el tratamiento control como grupo superior (a), los tratamientos A3B3 (35% miel, 10^9 células/ml) y A1B1 (25% miel, 10^5 células/ml) como grupo intermedio (b), y los tratamientos restantes como grupo inferior (c). Esta diferenciación refleja la mayor eficiencia fermentativa de *S. cerevisiae* y el comportamiento variable de *H. valbyensis* según las condiciones de concentración de miel e inóculo.

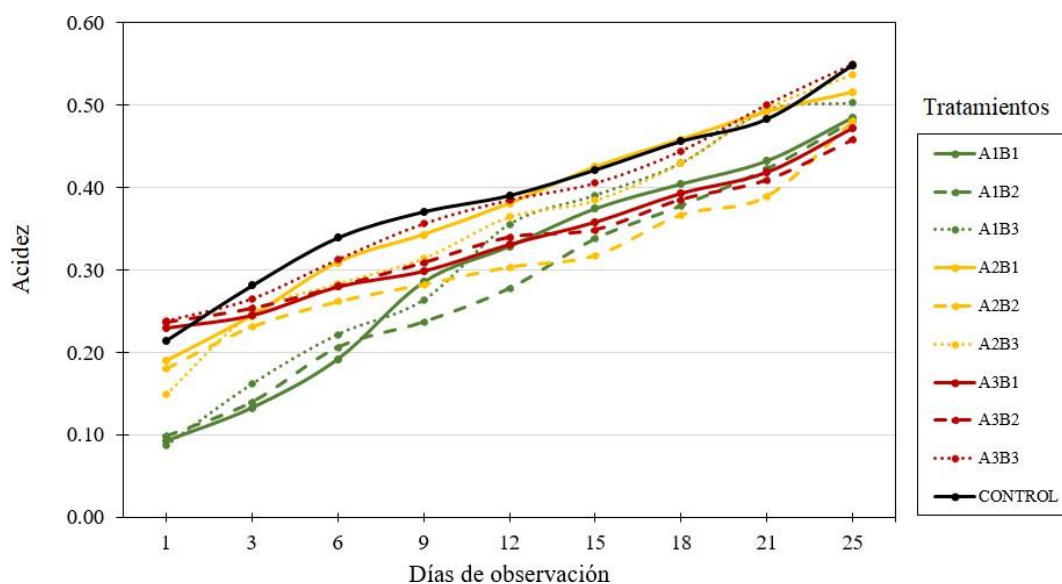
Estos resultados confirman una menor eficiencia de *H. valbyensis* en la conversión de azúcares a etanol en comparación con *S. cerevisiae*, aunque algunos tratamientos como A3B3 (35% miel, 10^9 células/ml) lograron valores considerables de alcohol.

Evolución de la acidez

La evolución de la acidez total, expresada como porcentaje de ácido acético, se presenta en la Figura 7.

Figura 7

Evolución de los valores de acidez para cada uno de los tratamientos de hidromiel



Leyenda:

A1B1 = 25% miel, 10^5 células/ml;

A1B2 = 25% miel, 10^7 células/ml;

A1B3 = 25% miel, 10^9 células/ml;

A2B1 = 30% miel, 10^5 células/ml;

A2B2 = 30% miel, 10^7 células/ml;

A2B3 = 30% miel, 10^9 células/ml;

A3B1 = 35% miel, 10^5 células/ml;

A3B2 = 35% miel, 10^7 células/ml;

A3B3 = 35% miel, 10^9 células/ml;

Control = *S. cerevisiae* (30% miel, 5×10^5 células/ml).

Los valores iniciales de acidez fueron variables entre los tratamientos, oscilando entre $0.09 \pm 0.01\%$ (A1B1: 25% miel, 10^5 células/ml) y $0.24 \pm 0.02\%$ (A3B1: 35% miel, 10^5 células/ml y A3B3: 35% miel, 10^9 células/ml). A partir del día inicial, se observó un incremento progresivo y constante de la acidez en todos los tratamientos, incluido el control. Este aumento se mantuvo de forma sostenida durante todo el período de fermentación de 25 días, sin mostrar fases marcadas de estabilización.

La evolución temporal de la acidez presentó tres patrones diferenciados: el tratamiento control mostró el incremento más pronunciado y consistente, alcanzando $0.55 \pm 0.01\%$ al día 25; los tratamientos A3B3 (35% miel, 10^9 células/ml) y A2B3 (30% miel, 10^9 células/ml); presentaron incrementos moderados pero sostenidos, finalizando con valores de $0.50 \pm 0.03\%$ y $0.49 \pm 0.07\%$ respectivamente; mientras que el resto de los tratamientos con *H. valbyensis* mostraron incrementos más graduales, alcanzando valores finales entre $0.47 \pm 0.02\%$ y $0.51 \pm 0.08\%$.

Al día 25 todos los valores se situaron en un rango estrecho entre 0.47% y 0.55%. Este resultado indica que, independientemente del tipo de levadura utilizada (*S. cerevisiae* o *H. valbyensis*) y las condiciones de concentración de miel e inóculo, la producción total de ácidos orgánicos durante la fermentación alcanzó niveles similares, sugiriendo rutas metabólicas comparables en la generación de acidez bajo las condiciones experimentales evaluadas.

Características fisicoquímicas finales del hidromiel

Tabla 4

Resumen de las características fisicoquímicas de los diferentes tratamientos al finalizar el período de fermentación (día 25).

Tratamientos	Acidez(ac)	Alcohol(°GL)	°Brix	Densidad (g/ml)	pH
A1B1	0.5 ± 0.01^a	10.0 ± 3.46^{ab}	15.2 ± 0.86^c	1.05 ± 0.01^{bc}	3.1 ± 0.16^a
A1B2	0.5 ± 0.08^a	6.0 ± 1.73^{ab}	16.5 ± 0.50^{de}	1.06 ± 0.00^{bc}	3.2 ± 0.03^a
A1B3	0.5 ± 0.02^a	5.0 ± 0.00^{ab}	17.1 ± 0.15^{de}	1.07 ± 0.00^{bc}	3.2 ± 0.10^a
A2B1	0.5 ± 0.03^a	5.0 ± 1.00^{ab}	20.8 ± 1.13^{bc}	1.07 ± 0.01^{bc}	3.2 ± 0.04^a
A2B2	0.5 ± 0.09^a	7.0 ± 1.00^{ab}	19.3 ± 1.95^{cd}	1.07 ± 0.01^{bc}	3.3 ± 0.11^a
A2B3	0.5 ± 0.07^a	4.0 ± 0.00^b	21.1 ± 1.01^{bc}	1.08 ± 0.01^{bc}	3.1 ± 0.14^a
A3B1	0.5 ± 0.04^a	4.0 ± 0.00^b	25.5 ± 0.42^a	1.10 ± 0.00^a	3.4 ± 0.18^a
A3B2	0.5 ± 0.02^a	4.7 ± 0.58^{ab}	23.5 ± 0.61^{ab}	1.09 ± 0.00^{ab}	3.3 ± 0.30^a
A3B3	0.5 ± 0.03^a	15.7 ± 2.08^{ab}	20.9 ± 2.40^{bc}	1.08 ± 0.01^{bc}	3.3 ± 0.08^a
Control	0.5 ± 0.01^a	18.0 ± 1.00^a	9.3 ± 0.10^f	1.01 ± 0.00^c	3.5 ± 0.02^a

±: Desviación estándar. Los promedios que no comparten la misma letra son significativamente diferentes.

Leyenda:

*A1B1 = 25% miel, 10⁵ células/ml;
A1B2 = 25% miel, 10⁷ células/ml;
A1B3 = 25% miel, 10⁹ células/ml;
A2B1 = 30% miel, 10⁵ células/ml;
A2B2 = 30% miel, 10⁷ células/ml;*

*A2B3 = 30% miel, 10⁹ células/ml;
A3B1 = 35% miel, 10⁵ células/ml;
A3B2 = 35% miel, 10⁷ células/ml;
A3B3 = 35% miel, 10⁹ células/ml;
Control = *S. cerevisiae* (30% miel, 5×10^5 células/ml).*

El análisis estadístico de las características fisicoquímicas finales confirma las tendencias observadas durante el seguimiento del proceso fermentativo.

El contenido alcohólico mostró diferencias con el tratamiento control ($18.0 \pm 1.0\%$ v/v) distinguiéndose claramente de los tratamientos A2B3: 30% miel, 10^9 células/ml y A3B1: 35% miel, 10^5 células/ml ($4.0 \pm 0.0\%$ v/v en ambos casos). El tratamiento A3B3 (35% miel, 10^9 células/ml) presentó un contenido alcohólico intermedio ($15.7 \pm 2.1\%$ v/v), mientras que los demás tratamientos mostraron valores entre 4.7 y 10.0% v/v.

Los valores de °Brix finales mostraron la mayor diferenciación entre tratamientos, formando seis grupos estadísticamente distintos. El tratamiento control presentó el valor más bajo (9.3 ± 0.1 °Brix, grupo f), seguido por los tratamientos con 25% de miel (grupos e y de), los tratamientos con 30% de miel (grupos bc y cd), y finalmente los tratamientos con 35% de miel (grupos a, ab y bc).

La densidad final también mostró diferencias entre tratamientos, correlacionándose inversamente con el contenido alcohólico y directamente con el contenido de sólidos solubles residuales. El tratamiento control presentó la menor densidad (1.01 ± 0.00 g/ml, grupo c), mientras que los tratamientos A3B1 (35% miel, 10^5 células/ml) y A3B2 (35% miel, 10^7 células/ml) mostraron las mayores densidades (1.10 ± 0.00 g/ml y 1.09 ± 0.00 g/ml, grupos a y ab, respectivamente).

Estos resultados demuestran que la fermentación con *H. valbyensis* produce un hidromiel con características fisicoquímicas distintivas en comparación con el obtenido mediante fermentación con *S. cerevisiae*, particularmente en términos de contenido alcohólico, sólidos solubles residuales y densidad.

3.3. Análisis sensorial y aceptabilidad mediante el método CATA para el hidromiel producida por *H. valbyensis*

Para el análisis sensorial se trabajó con un diseño completamente aleatorizado (DCA), excluyendo los tratamientos A1B3 (25% miel, 10^9 células/ml), A2B3 (30% miel, 10^9 células/ml) y A3B1 (35% miel, 10^5 células/ml) debido a que presentaron gran similitud en sus características fisicoquímicas con los tratamientos A1B2 (25% miel, 10^7 células/ml), A2B1 (30% miel, 10^5 células/ml) y A3B2 (35% miel, 10^7 células/ml), respectivamente. Esta decisión metodológica tuvo como propósito evitar redundancias y reducir la carga de muestras a evaluar por el panel de panelistas.

Lawless y Heymann (2010), Mondino y Ferratto (2006) y Stone et al. (2020) indican que un número excesivo de muestras puede inducir fatiga, adaptación y pérdida de sensibilidad, lo que disminuye la capacidad de discriminación de los panelistas y compromete la fiabilidad de los resultados, además recomiendan limitar el número de tratamientos por sesión para preservar la reproducibilidad y la calidad de los datos. En el caso de bebidas fermentadas también destacan que la reducción estratégica de muestras no compromete la validez experimental cuando los tratamientos eliminados presentan características equivalentes a los que se conservan, ya que esta práctica concentra la atención en diferencias relevantes y mejora la precisión de los análisis sensoriales.

La exclusión de estos tres tratamientos representó una decisión metodológica estratégica que fortaleció la calidad del análisis sensorial, al permitir que la evaluación se enfocara únicamente en los tratamientos con diferencias más significativas. De este modo, garantizando que los resultados obtenidos fueran confiables, precisos y representativos de las variaciones reales en el hidromiel fermentada con *Hanseniaspora valbyensis* y *S. cerevisiae*.

3.3.1. Control microbiológico de inocuidad pre sensorial

Los análisis microbiológicos se realizaron para evaluar la seguridad e inocuidad del producto final, determinando la presencia de microorganismos indicadores de contaminación según los criterios establecidos en la NTS N° 071 – MINSA/DIGESA V.01. 2008 (Minsa, 2008).

La ausencia total de coliformes (0 UFC/g) en todas las muestras indica condiciones higiénicas adecuadas durante la producción y ausencia de contaminación fecal (**Tabla 5**). Este resultado es fundamental para garantizar la seguridad alimentaria del producto, ya que los coliformes son indicadores primarios de contaminación por manipulación inadecuada o condiciones sanitarias deficientes.

Tabla 5

Evaluación microbiológica de coliformes en hidromiel fermentado con H. valbyensis y control

Tratamiento	n	m	M	Lectura	Criterio de Evaluación
A1B1	5	10	100	0	Aceptable
A1B2	5	10	100	0	Aceptable
A2B1	5	10	100	0	Aceptable
A2B2	5	10	100	0	Aceptable
A3B2	5	10	100	0	Aceptable
A3B3	5	10	100	0	Aceptable
Control	5	10	100	0	Aceptable

Nota: Recuento de coliformes expresado en UFC/g. n = número de muestras analizadas; m = valor límite microbiológico (10 UFC/g); M = valor máximo tolerable (100 UFC/g). Todos los tratamientos cumplieron con los criterios de calidad microbiológica establecidos.

Leyenda:

A1B1 = 25% miel, 10⁵ células/ml;

A1B2 = 25% miel, 10⁷ células/ml;

A2B1 = 30% miel, 10⁵ células/ml;

A2B2 = 30% miel, 10⁷ células/ml;

A3B2 = 35% miel, 10⁷ células/ml;

A3B3 = 35% miel, 10⁹ células/ml;

Control = S. cerevisiae (30% miel, 5x10⁵ células/ml).

La ausencia completa de mohos (0 UFC/g) en todos los tratamientos confirma la efectividad del proceso de pasteurización (65°C por 10 minutos) y el mantenimiento de condiciones asépticas durante la fermentación (**Tabla 6**). Este resultado es particularmente importante en productos fermentados con alto contenido de azúcar, donde los mohos pueden proliferar fácilmente si las condiciones no son controladas adecuadamente.

Tabla 6

Evaluación microbiológica de mohos en hidromiel fermentado con H. valbyensis y control

Tratamiento	n	m	M	Lectura	Criterio de Evaluación
A1B1	5	1000	10000	0	Aceptable
A1B2	5	1000	10000	0	Aceptable
A2B1	5	1000	10000	0	Aceptable
A2B2	5	1000	10000	0	Aceptable
A3B2	5	1000	10000	0	Aceptable
A3B3	5	1000	10000	0	Aceptable
Control	5	1000	10000	0	Aceptable

Nota: Recuento de mohos expresado en UFC/g. m = valor límite microbiológico (1000 UFC/g); M = valor máximo tolerable (10000 UFC/g). La ausencia de mohos en todas las muestras indica efectividad del proceso de pasteurización y condiciones higiénicas adecuadas durante la producción

Leyenda:

A1B1 = 25% miel, 10⁵ células/ml;

A1B2 = 25% miel, 10⁷ células/ml;

A2B1 = 30% miel, 10⁵ células/ml;

A2B2 = 30% miel, 10⁷ células/ml;

A3B2 = 35% miel, 10⁷ células/ml;

A3B3 = 35% miel, 10⁹ células/ml;

Control = S. cerevisiae (30% miel, 5x10⁵ células/ml).

Los recuentos extremadamente bajos de aerobios (0-2 UFC/g) demuestran la ausencia de contaminación bacteriana significativa (**Tabla 7**). Los valores detectados en A1B1: 25% miel, 10⁵ células/ml (1 UFC/g) y A3B2: 35% miel, 10⁷ células/ml (2 UFC/g) están muy por debajo del límite establecido (1000 UFC/g), indicando que no representan un riesgo para la salud del consumidor.

Tabla 7

Evaluación microbiológica de microorganismos aerobios en hidromiel fermentado con H. valbyensis y control

Tratamiento	n	m	M	Lectura	Criterio de Evaluación
A1B1	5	1000	10000	1	Aceptable
A1B2	5	1000	10000	0	Aceptable
A2B1	5	1000	10000	0	Aceptable
A2B2	5	1000	10000	0	Aceptable
A3B2	5	1000	10000	2	Aceptable
A3B3	5	1000	10000	0	Aceptable
Control	5	1000	10000	0	Aceptable

Nota: Recuento de microorganismos aerobios expresado en UFC/g. m = valor límite microbiológico (1000 UFC/g); M = valor máximo tolerable (10000 UFC/g). Los valores detectados (1-2 UFC/g) están muy por debajo de los límites establecidos, confirmando la calidad microbiológica del producto.

Leyenda:

A1B1 = 25% miel, 10⁵ células/ml;

A1B2 = 25% miel, 10⁷ células/ml;

A2B1 = 30% miel, 10⁵ células/ml;

A2B2 = 30% miel, 10⁷ células/ml;

A3B2 = 35% miel, 10⁷ células/ml;

A3B3 = 35% miel, 10⁹ células/ml;

Control = S. cerevisiae (30% miel, 5x10⁵ células/ml).

3.3.2. Evaluación de aceptabilidad

En la **Tabla 8** se tiene el resumen de los puntajes sensoriales de los tratamientos, para cada uno de los atributos evaluados por 131 panelistas consumidores. Además, como resultado del Test de Kruskal - Wallis y comparaciones múltiples de Nemenyi (ver **Anexo 6**) se tienen asignadas letras en los promedios que representan las diferencias significativas entre los tratamientos (letras diferentes representan diferencias significativas).

Para el atributo aroma, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). El tratamiento A3B3 (35% miel, 10⁹ células/ml) obtuvo el mayor puntaje (101.0 ± 32.36 , grupo a), siendo significativamente superior al tratamiento control (30% miel, 5x10⁵ células/ml) y al A1B2: 25% miel, 10⁷ células/ml (84.5 ± 36.36 y 88.8 ± 31.14 , respectivamente, grupo b. Los demás tratamientos presentaron puntajes intermedios, sin diferencias significativas entre ellos (grupo ab).

En cuanto al aspecto, los tratamientos A1B1 (25% miel, 10⁵ células/ml), A1B2 (25% miel, 10⁷ células/ml), A2B1 (30% miel, 10⁵ células/ml), A2B2 (30% miel,

10⁷ células/ml) y A3B2 (todos con puntajes superiores a 97, grupo a se diferenciaron significativamente del tratamiento control (78.5 ± 41.63, grupo b. El tratamiento A3B3 mostró un puntaje intermedio (90.6 ± 35.73, grupo ab), sin diferencias significativas con los demás tratamientos.

Para el sabor y sensación en boca, todos los tratamientos con *H. valbyensis* obtuvieron puntajes significativamente superiores al control (64.3 ± 42.34, grupo c. Los tratamientos A2B1 y A3B2 recibieron los mayores puntajes (105.5 ± 27.89 y 102.8 ± 28.98, respectivamente, grupo a, diferenciándose significativamente del tratamiento A3B3 (86.4 ± 39.90, grupo b. Los tratamientos A1B1, A1B2 y A2B2 presentaron puntajes intermedios (grupo ab).

En la evaluación de aceptabilidad global, se observó un patrón similar al del sabor y sensación en boca. Todos los tratamientos con *H. valbyensis* superaron significativamente al control (66.2 ± 41.69, grupo c). Los tratamientos A2B1 y A3B2 recibieron los puntajes más altos (106.6 ± 26.84 y 105.2 ± 27.79, respectivamente, grupo a, diferenciándose significativamente del tratamiento A3B3 (88.5 ± 37.92, grupo b. Los demás tratamientos mostraron puntajes intermedios (grupo ab).

Estos resultados indican una clara preferencia de los panelistas por el hidromiel producido con *H. valbyensis* en comparación con el elaborado con *S. cerevisiae*, particularmente para los tratamientos A2B1 (30% de miel y 10⁵ células/ml) y A3B2 (35% de miel y 10⁷ células/ml).

Tabla 8

Resumen de los puntajes sensoriales para cada uno de los tratamientos evaluados

Tratamiento	Aroma	Aspecto	Sabor y sensación en boca	Aceptabilidad Global
A1B1	96.3 ± 31.24 ^{ab}	98.4 ± 30.83 ^a	99.0 ± 30.46 ^{ab}	98.2 ± 30.16 ^{ab}
A1B2	88.8 ± 31.14 ^b	98.2 ± 29.74 ^a	101.1 ± 29.51 ^{ab}	100.8 ± 28.08 ^{ab}
A2B1	96.5 ± 31.30 ^{a^b}	102.7 ± 28.39 ^a	105.5 ± 27.89 ^a	106.6 ± 26.84 ^a
A2B2	93.4 ± 29.61 ^{ab}	97.7 ± 28.09 ^a	98.0 ± 29.81 ^{ab}	101.2 ± 26.88 ^{ab}
A3B2	96.5 ± 29.59 ^{ab}	102.2 ± 27.75 ^a	102.8 ± 28.98 ^a	105.2 ± 27.79 ^a
A3B3	101.0 ± 32.36 ^a	90.6 ± 35.73 ^{ab}	86.4 ± 39.90 ^b	88.5 ± 37.92 ^b
Control	84.5 ± 36.36 ^b	78.5 ± 41.63 ^b	64.3 ± 42.34 ^c	66.2 ± 41.69 ^c

Nota; \pm : Desviación estándar. Los promedios que no comparten la misma letra son significativamente diferentes, según comparaciones múltiples de Nemenyi.

Leyenda:

A1B1 = 25% miel, 10^5 células/ml;

A1B2 = 25% miel, 10^7 células/ml;

A2B1 = 30% miel, 10^5 células/ml;

A2B2 = 30% miel, 10^7 células/ml;

A3B2 = 35% miel, 10^7 células/ml;

A3B3 = 35% miel, 10^9 células/ml;

*Control = *S. cerevisiae* (30% miel, 5×10^5 células/ml).*

3.3.3. Evaluación de descriptores sensoriales

Además de la evaluación por puntajes sensoriales, se realizó el análisis por descriptores para la sensación en boca, sabor y aroma de los tratamientos. Con los resultados de cada una de las características evaluadas se realizó un Análisis De Correspondencias Simples (ACS) cuya representación gráfica se muestran en las **Figuras 8, 9 y 10**, donde se puede ver que, en cada una de ellas, se está explicando más del 90% de la variabilidad de los datos (suma de componente 1 y componente 2).

Descriptores de sensación en boca

La **Figura 8** presenta el análisis de correspondencias para los descriptores de sensación en boca y los tratamientos evaluados.

El análisis de correspondencias para la sensación en boca explica el 95.70% de la variabilidad total de los datos (88.6% en la dimensión 1 y 7.1% en la dimensión 2), lo que indica un alto nivel de representatividad del gráfico bidimensional.

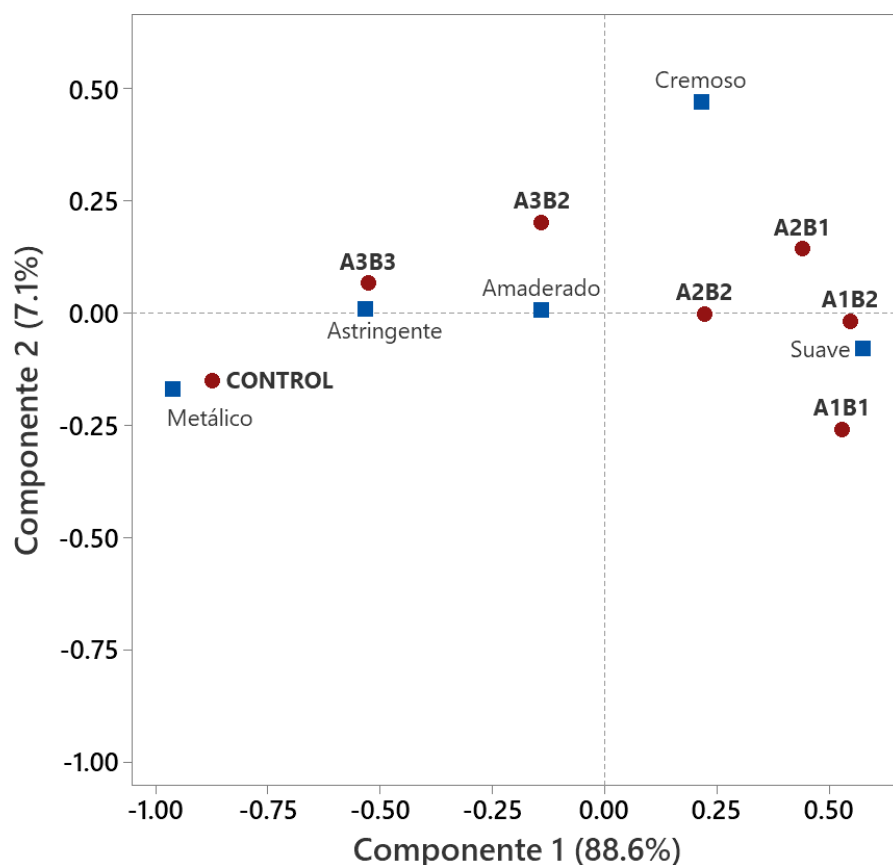
En el gráfico se observa una clara diferenciación entre los tratamientos. El tratamiento control se asocia principalmente con la sensación metálica, ubicándose en el extremo derecho del gráfico. El tratamiento A3B3 se correlaciona con la sensación astringente, posicionándose en la parte superior derecha.

En contraste, los tratamientos A1B1 (25% miel, 10^5 células/ml) y A1B2 (25% miel, 10^7 células/ml) se caracterizan por una sensación en boca suave, ubicándose en el extremo izquierdo del gráfico. Los tratamientos A2B2 (30% miel, 10^7 células/ml) y A3B2(35% miel, 10^7 células/ml) se asocian con sensaciones amaderadas y viscosas, posicionándose en la parte inferior izquierda. El

tratamiento A2B1 (30% miel, 10⁵ células/ml) ocupa una posición intermedia entre las sensaciones suave y amaderada.

Figura 8

Análisis de correspondencias entre los descriptores de sensación en boca y los tratamientos evaluados



Leyenda:

A1B1 = 25% miel, 10⁵ células/ml;
 A1B2 = 25% miel, 10⁷ células/ml;
 A1B3 = 25% miel, 10⁹ células/ml;
 A2B1 = 30% miel, 10⁵ células/ml;
 A2B2 = 30% miel, 10⁷ células/ml;

A2B3 = 30% miel, 10⁹ células/ml;
 A3B1 = 35% miel, 10⁵ células/ml;
 A3B2 = 35% miel, 10⁷ células/ml;
 A3B3 = 35% miel, 10⁹ células/ml;
 Control = *S. cerevisiae* (30% miel, 5x10⁵ células/ml).

Descriptores de sabor

La Figura 9 muestra el análisis de correspondencias para los descriptores de sabor y los tratamientos evaluados.

El análisis de correspondencias para el sabor explica el 97.3% de la variabilidad total de los datos (90.1% en la dimensión 1 y 7.2% en la dimensión 2), indicando

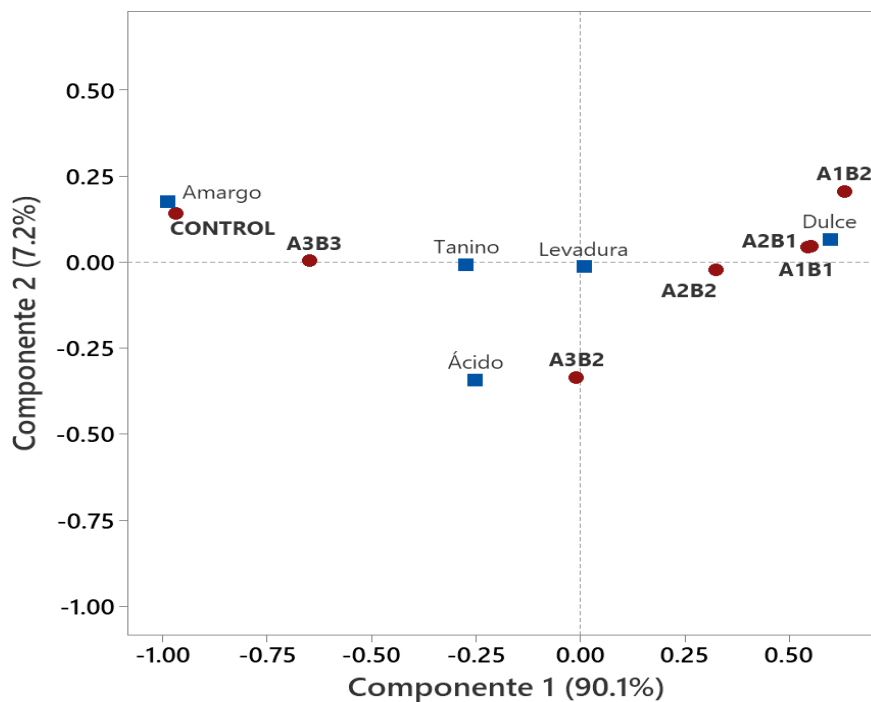
una excelente representación bidimensional de las relaciones entre tratamientos y descriptores.

En este gráfico, se observa un gradiente horizontal que va desde el sabor dulce (extremo izquierdo) hasta el sabor amargo (extremo derecho). El tratamiento control se asocia fuertemente con el sabor amargo, mientras que los tratamientos A1B1(25% miel, 10^5 células/ml) y A1B2 (25% miel, 10^7 células/ml) se caracterizan por un sabor predominantemente dulce.

Los tratamientos A3B2 (35% miel, 10^7 células/ml) se asocia con sabores ácidos, ubicándose en la parte inferior del gráfico. El tratamiento A2B2 (30% miel, 10^7 células/ml) muestra una asociación con sabor a levadura, mientras que el tratamiento A3B3 (35% miel, 10^9 células/ml) ocupa una posición intermedia entre los sabores amargo y ácido, con cierta tendencia hacia la astringencia (tanino).

Figura 9

Análisis de correspondencias entre los descriptores de sabor y los tratamientos evaluados



Leyenda:

A1B1 = 25% miel, 10^5 células/ml;
 A1B2 = 25% miel, 10^7 células/ml;
 A1B3 = 25% miel, 10^9 células/ml;
 A2B1 = 30% miel, 10^5 células/ml;
 A2B2 = 30% miel, 10^7 células/ml;

A2B3 = 30% miel, 10^9 células/ml;
 A3B1 = 35% miel, 10^5 células/ml;
 A3B2 = 35% miel, 10^7 células/ml;
 A3B3 = 35% miel, 10^9 células/ml;
 Control = *S. cerevisiae* (30% miel, 5×10^5 células/ml).

Descriptores de aroma

La Figura 10 presenta el análisis de correspondencias para los descriptores de aroma y los tratamientos evaluados.

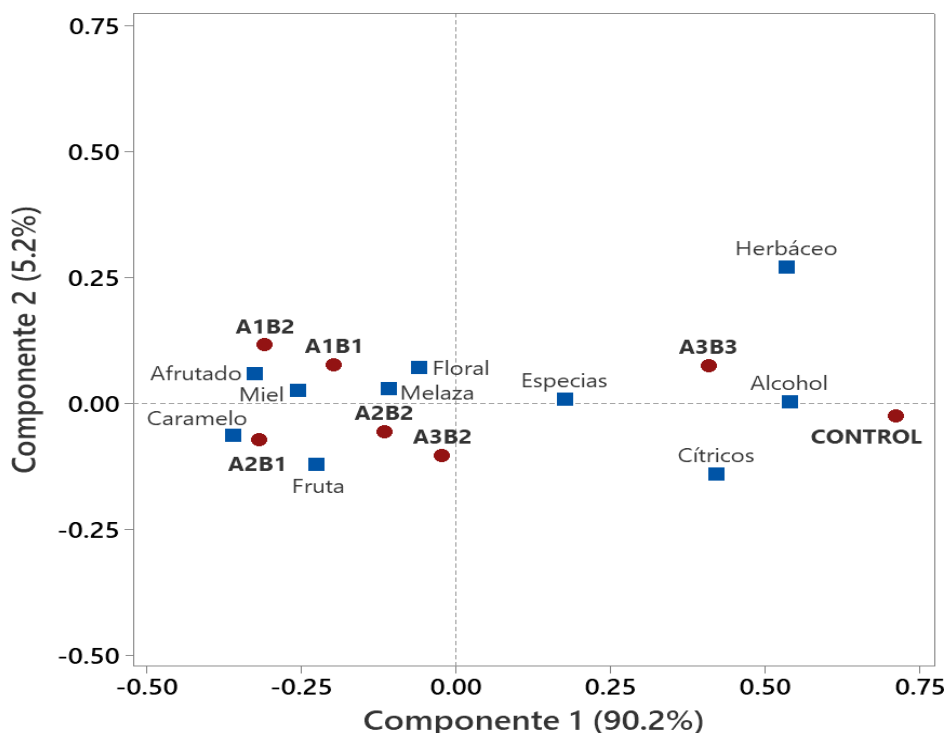
El análisis de correspondencias para el aroma explica el 95.4% de la variabilidad total de los datos (90.2% en la dimensión 1 y 5.2% en la dimensión 2), lo que indica una representación bidimensional altamente representativa.

En este gráfico, el tratamiento control y el A3B3 (35% miel, 10^9 células/ml) se ubican en el extremo izquierdo del gráfico, asociándose principalmente con aromas alcohólicos, cítricos y herbáceos. Los demás tratamientos se posicionan en el extremo derecho, asociándose con aromas más agradables como frutales, florales, a melaza, a caramelo y a miel.

Específicamente, el tratamiento A1B1 (25% miel, 10^5 células/ml) se caracteriza por un aroma predominante a miel, el A1B2 (25% miel, 10^7 células/ml) por aromas frutales, el A2B1 (30% miel, 10^5 células/ml) por aroma a caramelo, y los tratamientos A2B2 (30% miel, 10^7 células/ml) y A3B2 (35% miel, 10^7 células/ml) por aromas a melaza, floral y a especias.

Figura 10

Análisis de correspondencias entre los descriptores de aroma y los tratamientos evaluados



Leyenda:

A1B1 = 25% miel, 10^5 células/ml;

A1B2 = 25% miel, 10^7 células/ml;

A1B3 = 25% miel, 10^9 células/ml;

A2B1 = 30% miel, 10^5 células/ml;

A2B2 = 30% miel, 10^7 células/ml;

A2B3 = 30% miel, 10^9 células/ml;

A3B1 = 35% miel, 10^5 células/ml;

A3B2 = 35% miel, 10^7 células/ml;

A3B3 = 35% miel, 10^9 células/ml;

Control = *S. cerevisiae* (30% miel, 5×10^5 células/ml).

Perfil sensorial de los tratamientos

La **Tabla 9** resume los descriptores sensoriales predominantes para cada tratamiento, basados en los análisis de correspondencias.

Se observa una clara diferenciación en los perfiles sensoriales de los tratamientos. Los hidromieles producidos con *H. valbyensis* utilizando concentraciones bajas y medias de miel (25-30%) y concentraciones de inóculo bajas a medias (10^5 - 10^7 células/ml) se caracterizan por sensaciones suaves en boca, sabores predominantemente dulces y aromas agradables (miel, frutas, caramelo, melaza, floral).

En contraste, el tratamiento con alta concentración tanto de miel como de inóculo (A3B3: 35% miel, 10^9 células/ml) y el tratamiento control presentan perfiles sensoriales menos favorables, caracterizados por sensaciones astringentes o metálicas, sabores amargos y aromas alcohólicos dominantes.

Tabla 9

Descriptores sensoriales predominantes para cada tratamiento

Tratamiento	Sensación en boca	Sabor	Aroma
A1B1	Suave	Dulce	Miel
A1B2	Suave	Dulce	Afrutado
A2B1	Suave	Dulce	Caramelo
A2B2	Amaderado / Suave	Dulce / Levadura	Melaza / Floral
A3B2	Amaderado	Ácido	Melaza / Especias
A3B3	Astringente	Amargo	Especias / Alcohol
CONTROL	Metálico	Amargo	Alcohol

Leyenda:

A1B1 = 25% miel, 10^5 células/ml;

A1B2 = 25% miel, 10^7 células/ml;

A2B1 = 30% miel, 10^5 células/ml;

A2B2 = 30% miel, 10^7 células/ml;

A3B2 = 35% miel, 10^7 células/ml;

A3B3 = 35% miel, 10^9 células/ml;

Control = *S. cerevisiae* (30% miel, 5×10^5 células/ml).

Intención de compra

La **Tabla 10** presenta la distribución de frecuencias de intención de compra para cada tratamiento.

Los resultados de intención de compra muestran una clara preferencia por los hidromieles producidos con *H. valbyensis* en comparación con el control (30% miel, 5×10^5 células/ml). Para los tratamientos A1B1 (25% miel, 10^5 células/ml), A1B2 (25% miel, 10^7 células/ml, A2B1 (30% miel, 10^5 células/ml), A2B2 (30% miel, 10^7 células/ml) y A3B2 (35% miel, 10^7 células/ml), más del 60% de los panelistas indicaron que “definitivamente” o “probablemente” comprarían el producto, con valores que oscilan entre el 63.4% (A1B1:25% miel, 10^5 células/ml) y el 73.3% (A2B1: 30% miel, 10^5 células/ml).

En contraste, para el tratamiento control, el 51.9% de los panelistas manifestaron que “definitivamente” o “probablemente” no comprarían el producto, y solo el 29.8% expresaron intención positiva de compra.

El tratamiento A3B3 (35% miel, 10^9 células/ml) mostró resultados intermedios, con un 52.7% de intención positiva de compra y un 28.2% de intención negativa.

Tabla 10

Disposición de compra para cada uno de los tratamientos evaluados de hidromiel

Tratamientos	Definitiva- mente		Probable- mente		Podría o no podría comprar		Probable- mente no		Definitiva- mente no		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
A1B1	23	17.6%	60	45.8%	33	25.2%	10	7.6%	5	3.8%	131	100.0%
A1B2	23	17.6%	69	52.7%	25	19.1%	12	9.2%	2	1.5%	131	100.0%
A2B1	32	24.4%	64	48.9%	24	18.3%	11	8.4%	0	0.0%	131	100.0%
A2B2	27	20.6%	62	47.3%	23	17.6%	15	11.5%	4	3.1%	131	100.0%
A3B2	38	29.0%	58	44.3%	24	18.3%	9	6.9%	2	1.5%	131	100.0%
A3B3	31	23.7%	38	29.0%	25	19.1%	21	16.0%	16	12.2%	131	100.0%
CONTROL	12	9.2%	27	20.6%	24	18.3%	21	16.0%	47	35.9%	131	100.0%

Leyenda:

A1B1 = 25% miel, 10^5 células/ml;

A1B2 = 25% miel, 10^7 células/ml;

A2B1 = 30% miel, 10^5 células/ml;

A2B2 = 30% miel, 10^7 células/ml;

A3B2 = 35% miel, 10^7 células/ml;

A3B3 = 35% miel, 10^9 células/ml;

*Control = *S. cerevisiae* (30% miel, 5×10^5 células/ml).*

Análisis de correspondencia entre la disposición de compra y los tratamientos evaluados.

La Figura 11 presenta el análisis de correspondencias entre la disposición de compra y los tratamientos evaluados.

El análisis de correspondencias para la intención de compra explica el 97.0% de la variabilidad total de los datos (91.6% en la dimensión 1 y 5.4% en la dimensión 2), indicando una representación bidimensional altamente informativa.

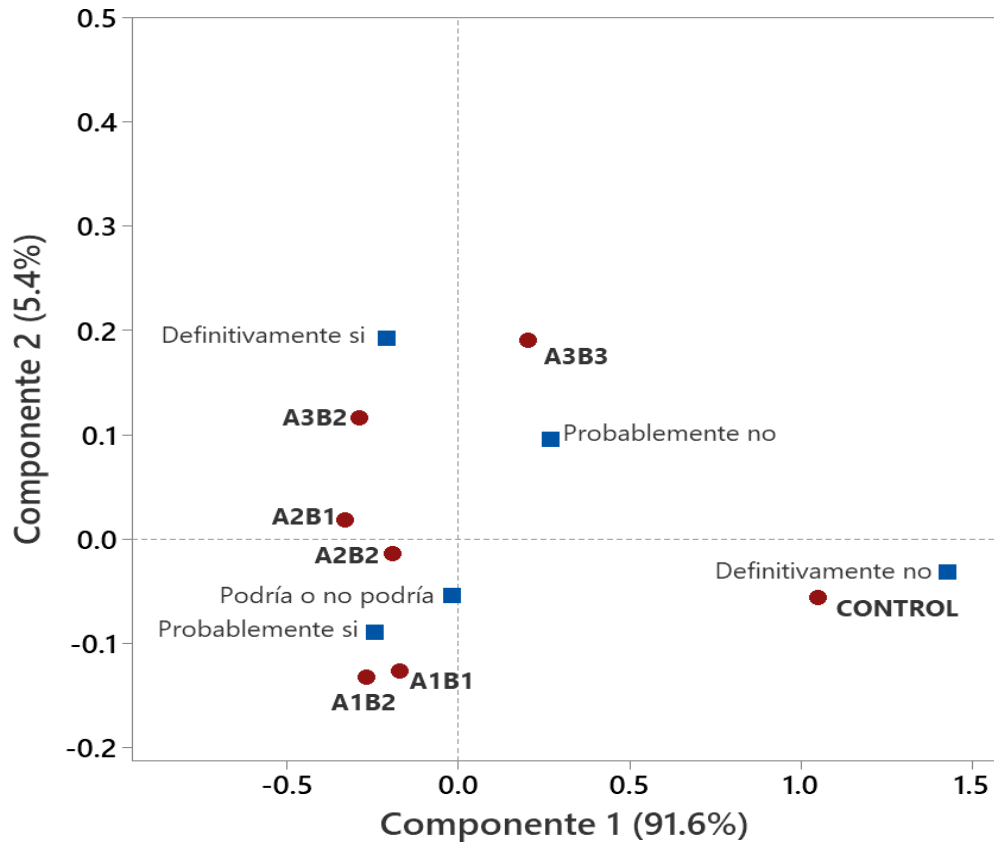
El gráfico confirma las tendencias observadas en la tabla de frecuencias. El tratamiento control se asocia fuertemente con la categoría “definitivamente no compraría”, ubicándose en el extremo derecho del gráfico. El tratamiento A3B3 (35% miel, 10^9 células/ml) se asocia principalmente con “probablemente no compraría”, posicionándose en la parte central derecha.

Los demás tratamientos se ubican en el extremo derecho del gráfico, asociándose con las categorías de intención positiva de compra. Específicamente, el tratamiento A3B2 (35% miel, 10^7 células/ml) muestra una fuerte asociación con “definitivamente compraría”, mientras que los tratamientos A1B2 (25% miel, 10^7 células/ml), A2B1 (30% miel, 10^5 células/ml) y A2B2 (30% miel, 10^7 células/ml) se asocian más con “probablemente compraría”.

Estos resultados indican que el hidromiel producido con *H. valbyensis*, particularmente con concentraciones intermedias de miel (30%) y bajas a medias de inóculo (10^5 - 10^7 células/ml), presenta un mayor potencial de mercado que el hidromiel tradicional elaborado con *S. cerevisiae*.

Figura 11

Análisis de correspondencias entre la disposición de compra y los tratamientos evaluados



Leyenda:

A1B1 = 25% miel, 10⁵ células/ml;

A1B2 = 25% miel, 10⁷ células/ml;

A1B3 = 25% miel, 10⁹ células/ml;

A2B1 = 30% miel, 10⁵ células/ml;

A2B2 = 30% miel, 10⁷ células/ml;

A2B3 = 30% miel, 10⁹ células/ml;

A3B1 = 35% miel, 10⁵ células/ml;

A3B2 = 35% miel, 10⁷ células/ml;

A3B3 = 35% miel, 10⁹ células/ml;

Control = S. cerevisiae (30% miel, 5x10⁵ células/ml).

IV. DISCUSION

4.1. Cinética de crecimiento de biomasa de *H. valbyensis* durante la producción de hidromiel a diferentes concentraciones de sustrato

El ajuste de los datos experimentales al modelo de Gompertz clásico permitió describir satisfactoriamente la dinámica de crecimiento de *S. cerevisiae* y *H. valbyensis*, con coeficientes de determinación (R^2) superiores a 0.94 en todos los tratamientos. Entre ellos destacaron el control con *S. cerevisiae* ($R^2 = 0.9928$) y el tratamiento A2B3 (30% miel, 10^9 células/ml) con *H. valbyensis* ($R^2 = 0.9887$). Estos valores confirman la robustez del modelo para representar con precisión las fases de adaptación, crecimiento exponencial y estabilización celular. Tales resultados coinciden con lo descrito en investigaciones previas en hidromiel (Barrientos y Levano, 2021; Herrera et al., 2019; Paz, 2016; Salazar et al., 2024) y se alinean con evidencias en otras bebidas fermentadas como kombucha (Chong et al., 2024), vino (Du et al., 2024; Nelson y Boulton, 2024) y cebada (Nava et al., 2024). Además, revisiones recientes destacan que el Gompertz se ha consolidado como modelo estándar en microbiología predictiva y en cinética de levaduras, aunque con menor aplicabilidad en bacterias lácticas, lo que confirma su especificidad para procesos eucariotas (Ardestani et al., 2017; Wang y Guo, 2024).

En cuanto a la velocidad específica de crecimiento *S. cerevisiae* alcanzó un μ_{\max} de 0.0383 h^{-1} , mientras que *H. valbyensis* registró un máximo de 0.0163 h^{-1} en el tratamiento A2B3 (30% miel, 10^9 células/ml), valor 2.35 veces inferior. Esta diferencia refleja la elevada capacidad fermentativa y plasticidad metabólica de *S. cerevisiae* (Contreras et al., 2023) frente a las limitaciones de *H. valbyensis*, cuyo metabolismo se caracteriza por la pérdida de genes asociados a rutas de aprovechamiento de nutrientes (Valera et al., 2020). Sin embargo, tasas de crecimiento reducidas no deben interpretarse como una desventaja absoluta, ya que diversos estudios han demostrado que condiciones que ralentizan el metabolismo, como bajas temperaturas en fermentaciones vínicas, favorecen la síntesis de compuestos aromáticos de interés enológico y sensorial (Du et al., 2024). En este sentido, el comportamiento cinético de *H. valbyensis* podría contribuir a mejorar la complejidad organoléptica del hidromiel.

El tiempo de duplicación y la fase de latencia también reflejaron diferencias notables entre especies. *S. cerevisiae* presentó un td de 18.1 h, frente a valores entre 42.5 y 83.4 h en *H. valbyensis*, lo que evidencia su mayor eficiencia cinética. La fase de latencia, por su parte, osciló desde valores negativos, como en el tratamiento A3B1: 35% miel, 10^5 células/ml (que sugiere un inicio inmediato del crecimiento), hasta prolongados, como en A2B3: 30% miel, 10^9 células/ml (11.7 h). Estas variaciones han sido asociadas en la literatura con factores como la osmolaridad del mosto y la disponibilidad de nutrientes, que retrasan la fermentación (Gschaedler et al., 2021; Paz, 2016). Investigaciones en vino y otras bebidas fermentadas también confirman que condiciones de estrés prolongan la fase lag (Du et al., 2024; Nelson y Boulton, 2024), fenómeno más pronunciado en levaduras como *Hanseniaspora*, cuya demanda nutricional es mayor y capacidad de adaptación más limitada.

El efecto de la concentración de inóculo fue determinante en la cinética de crecimiento. El tratamiento A2B3 (30% de miel y 10^9 cel/ml) mostró mejoras notables respecto a concentraciones menores: un aumento de μ_{\max} en un 14% y una reducción del td en un 24%. Esto confirma que la densidad inicial de células es fundamental para superar la fase de adaptación y alcanzar un crecimiento eficiente. Resultados similares han sido documentados en fermentaciones de hidromiel (Paz, 2016), cebada (Nava et al., 2024) y vino (Contreras et al., 2023). Sin embargo, el aumento del inóculo no solo impacta en la cinética, sino también en el perfil sensorial, ya que influye en la síntesis de ésteres y alcoholes superiores (Limongelli et al., 2023). En el caso de *H. valbyensis*, este efecto puede aprovecharse para potenciar la complejidad aromática de la bebida.

Se puede observar que *S. cerevisiae* se caracteriza por la rapidez y eficiencia en la producción de etanol, lo que asegura fermentaciones cortas y completas, mientras que *H. valbyensis* se asocia a un metabolismo más lento, que favorece la retención de azúcares residuales y la síntesis de compuestos volátiles responsables de aromas frutales y florales. Este comportamiento ha sido ampliamente reportado en bebidas fermentadas, donde levaduras no-*Saccharomyces* aportan perfiles más complejos y diferenciados que las fermentaciones llevadas a cabo exclusivamente con *S. cerevisiae* (Du et al., 2024; Gschaedler et al., 2021; Nelson y Boulton, 2024). En

hidromiel, estudios recientes evidencian que la inclusión de levaduras no convencionales puede aumentar la preferencia sensorial del producto final (Salazar et al., 2024).

En este contexto, el tratamiento A2B3 (30% miel, 10^9 células/ml) se identificó como el más favorable para *H. valbyensis*, al alcanzar la mayor μ_{\max} (0.0163 h^{-1}), el menor td (42.5 h) y un excelente ajuste al modelo ($R^2 = 0.9887$). Si bien presentó una fase de latencia prolongada (11.7 h), una vez superada esta etapa el crecimiento resultó más eficiente en comparación con otros tratamientos. Estos resultados confirman que combinaciones intermedias de concentración de sustrato y altos niveles de inóculo son condiciones adecuadas. Además, la cinética más lenta y la retención de azúcares residuales en este tratamiento favorecen la síntesis de ésteres y alcoholes superiores, lo que se traduce en perfiles aromáticos más complejos y distintivos, un aspecto de alto valor en la calidad sensorial del hidromiel.

4.2. Evaluación de las características fisicoquímicas (pH, Brix, acidez, densidad y grado alcohólico) durante la producción de hidromiel con *H. valbyensis* a diferentes concentraciones de sustrato

Los resultados del presente estudio mostraron un patrón característico en la evolución del pH durante la fermentación, observándose una disminución pronunciada en los primeros tres días, seguida de una estabilización hasta el día 25. Los valores iniciales de pH oscilaron entre 3.7 y 4.0 sin diferencias significativas entre tratamientos, alcanzando valores finales entre 3.0 y 3.6. El tratamiento control con *S. cerevisiae* presentó el mayor valor final de pH (3.57 ± 0.02), significativamente superior a todos los tratamientos con *H. valbyensis*. Estos valores son consistentes con múltiples estudios previos en hidromiel. Caicedo (2023) y Sangacha (2020) reportó valores finales de pH entre 3.50 ± 0.23 y 3.60 ± 0.18 en diferentes tratamientos, coincidiendo con el estudio de Menacho, (2020) y Inwongwan et al. (2025) que encontró valores entre 3.22 y 3.50. Adicionalmente, Castillo (2022) observó valores similares de pH entre 3.02 y 3.43 en bebidas fermentadas con diferentes cepas de levadura (*S. cerevisiae* y *Saccharomyces bayanus*), confirmando que este rango de pH es característico de bebidas fermentadas a base de miel. La disminución más pronunciada del pH en los tratamientos con *H. valbyensis* comparado con el control sugiere una mayor producción de ácidos orgánicos, como lo explica Castillo (2022) y Prestianni et al.

(2022) , quien atribuye esta disminución a los subproductos de la fermentación, principalmente ácidos orgánicos como ácidos málico, tartárico y láctico.

La evolución de los sólidos solubles totales mostró diferencias significativas entre tratamientos, evidenciando patrones de consumo de azúcares característicos para cada tipo de levadura. Los valores finales de °Brix formaron seis grupos estadísticamente distintos, con el tratamiento control presentando el valor más bajo ($9.3 \pm 0.1^\circ\text{Brix}$), indicando una mayor eficiencia en el consumo de azúcares por parte de *S. cerevisiae*. Los valores obtenidos en este estudio son consistentes con múltiples investigaciones. Caicedo (2023) reportó valores finales de 7°Brix para el tratamiento control y $8-9^\circ\text{Brix}$ para tratamientos con diferentes mieles, coincidiendo con Menacho (2020) que obtuvo entre 7 y 9°Brix en hidromiel fermentada con diferentes cepas de microorganismos. Castillo (2022) encontró valores entre 6.00 y 7.27°Brix en bebidas fermentadas, observando que los tratamientos con *S. cerevisiae* presentaron mayores valores de sólidos residuales ($7.10 \pm 0.02^\circ\text{Brix}$) comparado con *S. bayanus* ($6.05 \pm 0.01^\circ\text{Brix}$), confirmando diferencias entre especies de levadura en la eficiencia de conversión de azúcares. Herrera et al. (2019) y Fortes et al. (2023) establecieron que valores de °Brix finales entre 8-10 son óptimos para hidromiel, rangos que coinciden parcialmente con los resultados del presente estudio para el tratamiento control. Los tratamientos con 25% de miel mostraron valores finales entre 15.2 y 17.1°Brix , los de 30% entre 19.3 y 21.1°Brix , y los de 35% entre 20.9 y 25.5°Brix , confirmando una relación inversa entre la actividad fermentativa y la concentración inicial de sustrato para *H. valbyensis*. Un mayor consumo de azúcares por parte de *S. cerevisiae*, reflejado en los valores finales más bajos de °Brix, mientras que *H. valbyensis* mostró limitaciones fermentativas, especialmente a concentraciones altas de miel. Este comportamiento confirma la eficiencia de *S. cerevisiae* en fermentaciones completas y el potencial de *H. valbyensis* para generar hidromieles con mayor dulzor residual y perfiles sensoriales diferenciados.

En cuanto al contenido alcohólico reveló diferencias marcadas entre las especies de levadura utilizadas. El tratamiento control con *S. cerevisiae* (30% miel, 5×10^5 células/ml) alcanzó $18.0 \pm 1.0\%$ v/v, distinguiéndose claramente de los tratamientos con *H. valbyensis*. Entre estos últimos, el tratamiento A3B3 (35% miel, 10^9 células/ml) mostró el mejor desempeño con $15.7 \pm 2.1\%$ v/v, mientras que otros tratamientos presentaron valores entre 4.0 y 10.0% v/v. Estos valores confirman la

menor eficiencia de *H. valbyensis* en la conversión de azúcares a etanol comparado con *S. cerevisiae*, observación respaldada por Castillo (2022), quien reportó que diferentes cepas de levadura (*S. cerevisiae* y *Saccharomyces bayanus*) presentaron contenidos alcohólicos variables entre 12.78 y 15.52% v/v según las condiciones del proceso. Rai y Manandhar (2023) y Benetole et al.(2021) encontraron valores de 9-12% de alcohol en diferentes tratamientos de hidromiel, siendo el tratamiento tradicional considerablemente menor (5% v/v).

La densidad inicial de todos los tratamientos se correlacionó directamente con la concentración de miel utilizada (1.07-1.11 g/ml). El tratamiento control mostró una disminución constante y pronunciada, alcanzando un valor final de 1.01 ± 0.00 g/ml, significativamente inferior a todos los tratamientos con *H. valbyensis*. Los tratamientos con 35% de miel (A3B1 y A3B2) mostraron las densidades más altas al final del proceso (1.10 ± 0.00 g/ml y 1.09 ± 0.00 g/ml, respectivamente). Esta correlación inversa entre densidad final y contenido alcohólico, y directa con el contenido de sólidos solubles residuales, es consistente con los principios básicos de la fermentación alcohólica reportados por Perrusquía-Luévano et al. (2019) y Castillo (2022), donde la conversión de azúcares a etanol reduce progresivamente la densidad del medio. Escalante et al. (2021) y Jauregui-garcía et al. (2023) también observan esta relación en sus estudios de hidromiel, confirmando que la densidad es un indicador confiable del avance del proceso fermentativo.

La acidez total, expresada como porcentaje de ácido acético, mostró un incremento progresivo a lo largo del proceso fermentativo, sin diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$) al final del proceso, con todos los tratamientos alcanzando valores de 0.5 ± 0.01 - 0.09% . Los valores de acidez obtenidos son consistentes con múltiples estudios. Caicedo (2023) encontró 3.6 g/L de ácido tartárico en el mejor tratamiento, valores que concuerdan con los reportados por Fernandes et al. (2024) que determinaron una acidez titulable total de 4.95 g/L expresada en ácido tartárico en hidromiel elaborada de forma artesanal. Salazar et al. (2024) reportaron valores entre 8.42 y 9.95 g/L expresados en ácido tartárico, mientras que Castillo (2022) encontró que los mejores tratamientos presentaron valores de acidez de 4.18 g/L. La consistencia entre estos estudios confirma que la acidez es un parámetro relativamente estable entre diferentes tipos de levadura y condiciones de fermentación.

El análisis estadístico de las características fisicoquímicas finales confirmó las tendencias observadas durante el seguimiento del proceso fermentativo. No se encontraron diferencias significativas en acidez y pH entre tratamientos ($p > 0.05$), mientras que el contenido alcohólico, °Brix y densidad mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$). La comparación con criterios de calidad establecidos muestra resultados favorables. Herrera et al. (2019) estableció que rangos óptimos de 8-10°Brix finales y 6-13% de contenido volumétrico de etanol son ideales para hidromiel, parámetros que varios tratamientos del presente estudio cumplieron satisfactoriamente. Caicedo (2023) reportó para el mejor tratamiento valores de 8.4°Brix, pH 3.95, 3.6 g/L de acidez titulable total y 8°GL, que se encuentran dentro del rango observado en el presente estudio. Köhler et al. (2021) confirmó la importancia de estos parámetros para la aceptabilidad del producto final.

Las diferencias observadas en los parámetros fisicoquímicos entre *S. cerevisiae* y *H. valbyensis* tienen implicaciones importantes para la definición del perfil de producto deseado. La menor eficiencia fermentativa de *H. valbyensis* resulta en productos con mayor dulzor residual, menor contenido alcohólico y potencialmente mayor complejidad aromática. Esta característica es respaldada por múltiples autores. Tupelo (2023) destaca que estas características pueden ser ventajosas para desarrollar hidromieles con perfiles sensoriales diferenciados, especialmente en segmentos de mercado que prefieren bebidas con menor graduación alcohólica y mayor dulzor natural. Dobrowolska et al. (2023) y Caicedo (2023) confirmaron que diferencias en parámetros fisicoquímicos se traducen en diferencias sensoriales significativas en atributos como tonalidad de color, dulzor, acidez y aceptabilidad. Chitarrini et al. (2020) observó que tratamientos con menor eficiencia fermentativa desarrollaron características sensoriales únicas, incluyendo sensaciones astringentes distintivas.

Se demuestra que la concentración de sustrato tiene un efecto modulador significativo en el comportamiento fermentativo de *H. valbyensis*. Las concentraciones de 30-35% de miel mostraron mejor equilibrio entre eficiencia fermentativa y características fisicoquímicas deseables, mientras que concentraciones de 25% limitaron el desarrollo fermentativo. Estos hallazgos son consistentes con observaciones de otros autores. Castillo (2022) observó que diferentes concentraciones de sustrato afectan significativamente los parámetros

finales de la bebida fermentada, con mejora dependiente del tipo de levadura utilizada. Perrusquía-Luévano et al. (2019) establecieron criterios específicos para la selección de condiciones óptimas basándose en parámetros fisicoquímicos, confirmando la importancia de la eficiencia para la viabilidad comercial. El tratamiento A3B3 (35% miel, 10^9 células/ml) emergió como la condición más favorable, combinando una producción alcohólica considerable (15.7% v/v) con características fisicoquímicas balanceadas. Los resultados demuestran que la concentración de sustrato tiene un efecto modulador significativo en el comportamiento fermentativo de *H. valbyensis*. Las concentraciones de 30-35% de miel mostraron mejor equilibrio entre eficiencia fermentativa y características fisicoquímicas deseables, mientras que concentraciones de 25% limitaron el desarrollo fermentativo. Estos hallazgos son consistentes con observaciones de otros autores. Castillo (2022) observó que diferentes concentraciones de sustrato afectan significativamente los parámetros finales de la bebida fermentada, con mejoramiento dependiente del tipo de levadura utilizada. Perrusquía-Luévano et al. (2019) establecieron criterios específicos para la selección de condiciones óptimas basándose en parámetros fisicoquímicos.

En este contexto, los análisis fisicoquímicos mostraron que *H. valbyensis* presentó menor eficiencia fermentativa, generando hidromieles con dulzor residual, menor alcohol (4–15 % v/v) y mayor densidad final, aunque con desempeño destacado en condiciones específicas (35 % miel, 10^9 células/ml). La acidez total se mantuvo estable entre tratamientos, confirmando su poca variación por especie o concentración. En contraste, *S. cerevisiae* aseguró fermentaciones más completas, con menor pH final, mayor consumo de azúcares, densidad más baja y el mayor contenido alcohólico (18 % v/v). Estos resultados evidencian que la elección de levadura y concentración de sustrato define el perfil final del hidromiel, abriendo la posibilidad de desarrollar tanto bebidas tradicionales con *S. cerevisiae* como propuestas diferenciadas con *H. valbyensis*.

4.3. Evaluación sensorial

El análisis sensorial demostró que *H. valbyensis* genera características organolépticas superiores a *S. cerevisiae* en la producción de hidromiel. Los tratamientos A2B1 (30% miel, 10^5 células/ml) y A3B2 (35% miel, 10^7 células/ml) alcanzaron las puntuaciones más altas de aceptabilidad global (106.6 y 105.2 respectivamente), superando significativamente al control (66.2). El método CATA permitió identificar perfiles sensoriales diferenciados, con los hidromieles fermentados con *H. valbyensis* caracterizados por notas dulces, frutales y de caramelo, mientras que el control presentó aromas alcohólicos intensos y sabor amargo. Estos resultados validan el potencial de las levaduras no convencionales para diversificar la producción de bebidas fermentadas con mejores atributos sensoriales. Los resultados confirman que *H. valbyensis* genera mayor aceptabilidad sensorial comparado con *S. cerevisiae*. Los puntajes de aceptabilidad global variaron entre 98.2 y 106.6 para los tratamientos con *H. valbyensis*, mientras que el control obtuvo apenas 66.2 puntos. Estos hallazgos concuerdan con (Aguiar-cervera et al. (2024), quienes demostraron que las cepas de *Hanseniaspora* empleadas en cerveza presentaron mayor aceptación sensorial debido a su capacidad para mejorar los perfiles aromáticos.

La superioridad observada se explica por la capacidad de *H. valbyensis* para producir compuestos volátiles y ésteres que contribuyen a un perfil sensorial más agradable, como reportaron Köhler et al. (2021) , Burini et al. (2021) y Habschied et al. (2025) señalaron que las levaduras no convencionales poseen capacidades distintivas para aportar características particulares al producto final, siendo relevantes para obtener bebidas con características sensoriales diferenciales.

La metodología empleada con 131 participantes no entrenados y escalas visuales analógicas digitales demostró mayor sensibilidad que métodos tradicionales. Basilio et al. (2020) trabajaron con 300 consumidores usando escalas hedónicas de 10 puntos, pero encontraron que los consumidores no pudieron discriminar entre variedades de hidromiel elaborado con diferentes cepas de *Saccharomyces*. En contraste, este estudio detectó diferencias estadísticamente significativas entre todos los tratamientos con *H. valbyensis* y el control.

Caicedo (2023) utilizó 15 catadores entrenados con escalas estructuradas, obteniendo valores de aceptabilidad entre 2.16 y 2.42 puntos (escala baja-media), significativamente menores que los obtenidos en este estudio. Esta diferencia sugiere que el método CATA aplicado a consumidores no entrenados puede ser más efectivo para evaluar la aceptabilidad real del producto en el mercado, coincidiendo con las observaciones de Gal et al.(2023) sobre la representatividad de las pruebas hedónicas para expectativas de mercado. El método CATA permitió identificar claramente los atributos sensoriales predominantes en cada formulación. Los descriptores predominantes mostraron patrones específicos: A1B1 (25% miel, 10^5 células/ml) se caracterizó por aromas a miel con sensación suave en boca, A1B2 (25% miel, 10^7 células/ml) por aromas frutales, A2B1 (25% miel, 10^7 células/ml) por notas de caramelo, y A2B2 (30% miel, 10^7 células/ml) por descriptores de melaza y florales. Esta diversidad aromática demuestra la capacidad de *H. valbyensis* para generar complejidad sensorial mediante el ajuste de las condiciones de fermentación.

Los hidromieles fermentados con *H. valbyensis* se caracterizaron por notas dulces, afrutadas y matices de miel y caramelo, mientras que el control presentó aromas alcohólicos intensos y sabor amargo. Esta diferenciación es consistente con Bourbon-melo et al. (2020), Fernandes et al. (2024) y Vaquero et al. (2022), quienes demostraron que las levaduras del género *Hanseniaspora* mejoran el perfil organoléptico de bebidas fermentadas, reduciendo la percepción de etanol y realzando los aromas frutales.

El análisis de correspondencias explicó más del 90% de la variabilidad total de los datos (suma de componentes 1 y 2), confirmando la alta representatividad del análisis bidimensional. El hidromiel control se asoció estrechamente con descriptores negativos como notas metálicas y alcohólicas, mientras que las formulaciones con *H. valbyensis* fueron valoradas por su perfil sensorial equilibrado y menos agresivo. Esto concuerda con Herrera et al.(2019) y Inwongwan et al. (2025) , quienes encontraron que los consumidores prefieren bebidas con perfiles aromáticos frutales y florales versus aquellas con presencia alcohólica marcada. El análisis reveló que los tratamientos con menor concentración de inóculo (10^5 células/ml) obtuvieron mejores calificaciones en dulzura y aroma, mientras que concentraciones mayores (10^9 células/ml) como

A3B3 mostraron mayor percepción de amargor y astringencia. Esto coincide con Loviso y Libkind (2019), quienes señalaron que una alta concentración de inóculo puede inducir la producción de compuestos volátiles indeseables que afectan negativamente la percepción del consumidor.

Los tratamientos A2B1 (30% miel, 10^5 células/ml) y A3B2 (35% miel, 10^7 células/ml) que obtuvieron los mejores puntajes se alinean con los parámetros reportados por Amalia et al. (2021), quienes encontraron que una concentración de miel alrededor del 30% y un inóculo de 10^7 células/ml favorecieron la producción de compuestos volátiles responsables de aromas frutales y florales. Los tratamientos A1B1 (25% miel, 10^5 células/ml) y A1B2 (25% miel, 10^7 células/ml) fueron descritos como suaves y sedosos, mientras que A3B3 (35% miel, 10^9 células/ml) presentó sensación astringente y el control se asoció con textura metálica y áspera. Santos et al. (2021) explicaron que *Hanseniaspora* produce menor cantidad de etanol comparado con *S. cerevisiae*, lo que contribuye a una experiencia de consumo más equilibrada y placentera. Esta menor producción alcohólica de *H. valbyensis*, confirmada en la caracterización fisicoquímica de este estudio, explica la percepción sensorial más suave observada.

La evaluación de intención de compra demostró una clara preferencia por los hidromieles elaborados con *H. valbyensis*. Para los tratamientos A1B1 (25% miel, 10^5 células/ml), A1B2 (25% miel, 10^7 células/ml), A2B1 (30% miel, 10^5 células/ml), A2B2 (30% miel, 10^7 células/ml) y A3B2 (35% miel, 10^7 células/ml), más del 60% de los panelistas indicaron que “definitivamente” o “probablemente” comprarían el producto, con valores que oscilaron entre 63.4% (A1B1: 25% miel, 10^5 células/ml) y 73.3% (A2B1:30% miel, 10^5 células/ml). En contraste, el hidromiel control mostró un rechazo superior al 50%, con solo 29.8% de intención positiva de compra.

Estos hallazgos coinciden con Gámez et al. (2019) y Vallejo (2023), quienes demostraron que las bebidas fermentadas con levaduras no convencionales tienden a generar una percepción de mayor calidad, influenciando directamente en la decisión de compra. Salinas (2022) y Lacerda et al.(2024) señalaron que la tendencia hacia el consumo de productos artesanales con características sensoriales

diferenciadas está en crecimiento, representando una oportunidad para nuevas formulaciones de hidromiel.

El análisis de correspondencias para intención de compra explicó el 97.0% de la variabilidad total (91.6% dimensión 1, 5.4% dimensión 2), confirmando una representación bidimensional altamente informativa. El tratamiento control se asoció fuertemente con “definitivamente no compraría”, mientras que los tratamientos con *H. valbyensis* se posicionaron con las categorías de intención positiva de compra, especialmente A3B2 (35% miel, 10^7 células/ml) con “definitivamente compraría”.

Los análisis microbiológicos confirmaron la ausencia total de coliformes (0 UFC/g) en todas las muestras, cumpliendo con los criterios establecidos en la NTP 202.057:2006. Esto valida que el uso de levaduras no convencionales no compromete la seguridad microbiológica del producto final cuando se mantienen buenas prácticas de manufactura, coincidiendo con las observaciones de Guindal (2024) sobre la importancia del control de condiciones durante la fermentación.

La metodología bifásica empleada (ALP con 72 participantes para identificación de descriptores, seguida por CATA con 131 participantes) representa una mejora metodológica significativa. La aplicación de escalas visuales analógicas digitales implementadas en SurveyMonkey permitió mayor precisión en la medición que las escalas tradicionales de papel, mientras que el análisis de correspondencias proporcionó una interpretación robusta de los datos multivariados.

Los resultados conducen a que *H. valbyensis* ofrece un valor diferencial en la producción de hidromiel frente a *S. cerevisiae*. Desde el punto de vista fisicoquímico, esta levadura mostró menor eficiencia fermentativa, lo que se tradujo en bebidas con menor graduación alcohólica y mayor dulzor residual. Lejos de representar una limitación, este comportamiento favoreció un perfil sensorial más atractivo, caracterizado por notas frutales, dulces y de caramelo, ampliamente valoradas por los consumidores. El análisis sensorial confirmó esta tendencia, con puntajes de aceptabilidad superiores al control y más del 60% de intención positiva de compra en la mayoría de los tratamientos. Estas percepciones se relacionan con la capacidad de *H. valbyensis* para producir compuestos aromáticos distintivos y reducir la agresividad alcohólica. Además, el empleo de metodologías como CATA

y escalas digitales fortaleció la representatividad de los resultados y permitió discriminar claramente entre formulaciones. En conjunto, los hallazgos evidencian que *H. valbyensis* no solo asegura la inocuidad del producto final, sino que también constituye una alternativa viable para diversificar y posicionar el hidromiel en mercados que demandan bebidas artesanales, suaves y con perfiles sensoriales diferenciados.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- *H. valbyensis* presentó una cinética de crecimiento más lenta que *S. cerevisiae*, con tiempos de duplicación de 42.5 a 83.4 h frente a 18.1 h del control, y velocidades específicas máximas entre 0.0083 y 0.0163 h⁻¹, equivalentes a menos de la mitad de la observada en *S. cerevisiae* (0.0383 h⁻¹). Los modelos de Gompertz mostraron un excelente ajuste ($R^2 > 0.94$) en todos los tratamientos. El tratamiento A2B3 (30% miel, 10⁹ células/ml) alcanzó el menor tiempo de duplicación (42.5 ± 5.2 h) y la mayor velocidad específica (0.0163 ± 0.0014 h⁻¹), demostrando que concentraciones intermedias de miel junto con altos niveles de inóculo favorecen el crecimiento de esta levadura no convencional.
- *H. valbyensis* generó hidromieles con características fisicoquímicas diferenciadas respecto al control: pH final superior (3.0-3.6 vs 3.57), mayor retención de azúcares (15.2-25.5° vs 9.3° Brix) y menor grado alcohólico (4.0-15.7% vs 18.0% v/v). Los valores finales formaron seis grupos estadísticamente distintos para °Brix ($p < 0.05$), indicando diferentes eficiencias fermentativas según la concentración de sustrato. La acidez titulable se mantuvo estable (0.5 ± 0.01-0.09 g/L) sin diferencias significativas entre tratamientos. Estos parámetros confirman que *H. valbyensis* produce bebidas con menor contenido alcohólico, mayor dulzor residual y características sensoriales diferenciadas.
- Los hidromieles fermentados con *H. valbyensis* demostraron superioridad sensorial significativa ($p < 0.05$) sobre el control con *S. cerevisiae*. Los tratamientos A2B1 (30% miel, 10⁵ células/ml) y A3B2 (35% miel, 10⁷ células/ml) obtuvieron las puntuaciones más altas de aceptabilidad global (106.6 ± 12.3 y 105.2 ± 14.1 respectivamente) versus 66.2 ± 18.9 del control. El análisis de correspondencias explicó >90% de la variabilidad, identificando perfiles sensoriales diferenciados: *H. valbyensis* se caracterizó por descriptores “dulce”, “frutal” y “caramelo”, mientras el control presentó “aromas alcohólicos intensos” y “sabor amargo”.

- La intención de compra fue favorable en 68.7% de los 131 panelistas para los mejores tratamientos versus 23.1% para el control, validando el potencial comercial superior con levadura *Hanseniaspora valbyensis*.

5.2 Recomendaciones

- Escalar los tratamientos más exitosos (como los fermentados con 30% de miel y 10^7 células/ml de *H. valbyensis*) a nivel piloto o semiindustrial. Este proceso permitiría validar la viabilidad de replicar la calidad obtenida en laboratorio en condiciones reales de producción, considerando variables como el control de temperatura, tiempos de fermentación, y manipulación del producto.
- Es fundamental continuar con investigaciones que involucren otras cepas de levaduras no convencionales, incluyendo aquellas aisladas de entornos locales, con el fin de desarrollar perfiles únicos y diferenciados. Esta estrategia no solo enriquece el panorama científico, sino que contribuye a la creación de productos con un valor agregado basado en la biodiversidad microbiana nacional.
- Dado que el producto final está destinado al consumo humano, es prioritario realizar estudios complementarios sobre la estabilidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial del hidromiel durante el almacenamiento. Esto permitirá establecer una vida útil estimada, definir las mejores condiciones de conservación y garantizar la inocuidad del producto en todo su ciclo de comercialización.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar-cervera, J., Visinoni, F., Zhang, P., Hollywood, K., Vrhovsek, U., Severn, O., & Delneri, D. (2024). Effect of *Hanseniaspora vineae* and *Saccharomyces cerevisiae* co-fermentations on aroma compound production in beer. *Food Microbiology*, 123(March), 104585. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2024.104585>
- Amalia, J., Ignacio, J., Loviso, C., & Libkind, D. (2021). Levaduras no convencionales como herramientas de innovación y diferenciación en la producción de cerveza. *Revista Argentina de Microbiología*, 53(4), 359–377. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.01.003>
- Angulo, O., & O'mahony, M. (2009). Las pruebas de preferencia en alimentos son más complejas de lo imaginado. *Interciencia*, 34, 177–181. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009000300007
- Ardestani, F., Rezvani, F., Najafpour, G. D., Branch, Q., & Branch, S. (2017). Fermentative Lactic Acid Production by Lactobacilli : Moser and Gompertz Kinetic Models. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 7(2), 67–74.
- Barrientos, E., & Levano, E. (2021). Cinética de crecimiento de una levadura probiótica (*saccharomyces boulardii*), en bebida a base del germinado de maíz morado (*zea mays l.*). En *Univerddidad Nacional del Callao*. Univerddidad Nacional del Callao.
- Basilio, A. M., Prieto, J. E., López, V. C., Mellado, L. M., Pascual, G., Pedraza, F., Fráncica, K., Álvarez, R., & Gurini, L. B. (2020). El proceso de fermentación en la producción artesanal de hidromiel y su evaluación sensorial. *Agronomía & Ambiente*, 40(1), 1–15. <http://agronomiayambiente.agro.uba.ar/index.php/AyA/article/view/106/106%0Ahttps://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20203507769>
- Benetole, B. M., Gomes, W. P. C., Generoso, E. P., Campos, S. V. De, Nalesso, L., Harder, C., Arthur, V., Nalesso, M., Harder, C., Nalesso, M., & Harder, C. (2021). Mead of natural fermentation. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 1–6. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.3628>
- Bogdanov, S. (2021). Calidad de la miel de abejas y estándares de control: Revisión realizada por la comisión internacional de la miel. *Apicervices*, 14.

https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/calidad_miel_de_abejas_y_estandares_de_control

- Bourbon-melo, N., Palma, M., Rocha, M. P., Ferreira, A., Bronze, R., Elias, H., & Sácorreia, I. (2020). Use of *Hanseniaspora guilliermondii* and *Hanseniaspora opuntiae* to enhance the aromatic profile of beer in mixed-culture fermentation with *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Microbiology*, 103678. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2020.103678>
- Burini, A., Eizaguirre, J., Loviso, C., & Libkind, D. (2021). Levaduras no convencionales como herramientas de innovación y diferenciación en la producción de cerveza. *Revista Argentina de Microbiología*, 53. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.01.003>
- Caicedo, P. (2023). *Elaboración de hidromiel a partir de dos variedades de miel de abeja*. 5, 729–740. <https://doi.org/https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i4.788>
- Castillo, G. (2022). *Evaluación fisicoquímica de bebida fermentada obtenida con mieles de diferente procedencia y adición de tuna (amarilla y púrpura) inoculadas con dos cepas de levadura* [Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. <https://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1195>
- Cejudo-bastante, M. J., Durán, E., Castro, R., Rodríguez-dodero, M. C., Natera, R., & García-barroso, C. (2013). Study of the volatile composition and sensory characteristics of new Sherry vinegar-derived products by maceration with fruits. *LWT - Food Science and Technology*, 50(2), 469–479. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.08.022>
- Chitarrini, G., Debiasi, L., Stu, M., Ueberegger, E., Zehetner, E., Jaeger, H., Robatscher, P., & Conterno, L. (2020). Volatile Profile of Mead Fermenting Blossom Honey and Honeydew Honey with or without *Ribes nigrum*. *Molecules*, 1–15. <https://doi.org/10.3390/molecules25081818>
- Chong, A., Chin, L., Talib, R., & Kadir, R. (2024). Modelling pH Dynamics, SCOBY Biomass Formation, and Acetic Acid Production of Kombucha Fermentation Using Black, Green, and Oolong Teas. *Processes*. <https://doi.org/10.3390/pr12071301>
- Contreras, A., Alonso, J., Barrio, E., & Querol, A. (2023). *Saccharomyces cerevisiae* wine strains show a wide range of competitive abilities and differential nutrient uptake behavior in co-culture. *Food Microbiology*, 114(December 2022), 104276.

<https://doi.org/10.1016/j.fm.2023.104276>

- Dobrowolska, J., Mateusz, I., Maria, K., Marcelina, F., & Galanty, A. (2023). Chemical analysis of selected meads produced in Poland. *European Food Research and Technology*, 249(10), 2583–2593. <https://doi.org/10.1007/s00217-023-04315-9>
- Du, Q., Zhi, R., Zang, X., Qu, R., Ye, D., Nan, H., & Liu, Y. (2024). Reshaping yeast metabolism and enhancing the quality of fresh-style red wine through low-temperature fermentation. *LWT*, 191(November 2023), 115705. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115705>
- Escalante, W., Rychtera, M., Melzoch, K., Sakoda, B., Quillama, E., Cervantes, Z., & Sarmiento, V. (2021). Actividad fermentativa de *Hanseniaspora uvarum* y su importancia en la producción de bebidas fermentadas. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 32(2), 88–94.
- Espinoza, A., & Romero, E. (2020). *Evaluación fisicoquímica de una bebida alcohólica fermentada, elaborada a partir de granadilla (Passiflora ligularis)* [Universidad Nacional de Jaen.]. <https://hdl.handle.net/UNJ/79>
- Fernandes, H., Monteiro, F., Dédalo, V., Próspero, D., Vitor, J., Cristina, A., Oliveira, D. De, Nascimento, K., Mariana, P., & Carosia, F. (2024). Evaluation of sensory acceptance , purchase intention and color parameters of potentially probiotic mead with *Saccharomyces boulardii*. *Food Science and Biotechnology*, 33(7), 1651–1659. <https://doi.org/10.1007/s10068-023-01459-y>
- Fortes, P., Franco, F., Somacal, S., & Sautter, C. (2023). *Meads with Brazilian honey from different botanical origins*. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2023.v58.03328>
- Fu, Y., Shi, X., Li, F., Yan, X., Li, B., Luo, Y., Jiang, G., Liu, X., & Wang, L. (2023). Fermentation of mead using *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus paracasei*: Strain growth, aroma components and antioxidant capacity. *Food Bioscience*, 52(October 2022), 102402. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102402>
- Gal, E., Zhao, H., Chis, M. S., & Coldea, T. E. (2023). Contribution of *Saccharomyces* and Non- *Saccharomyces* Yeasts on the Volatile and Phenolic Profiles of Rosehip Mead. *antioxidants*. <https://doi.org/10.3390/antiox12071457>
- Gámez, A., Jiménez, P., Mares, M., López, G., & Hernández, O. (2019).

- Caracterización de la producción de hidromiel artesanal y análisis de sus propiedades antioxidantes. *Verano de la ciencia*, 1–13.
<https://doi.org/10.15174/jc.2024.4570>
- Gibson, Á., Bratchell, N., & Roberts, T. (1987). El efecto del cloruro de sodio y la temperatura sobre la tasa y el grado de crecimiento de *Clostridium botulinum* tipo A en purines de cerdo pasteurizados. *Applied Microbiology*, 62, 490.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1987.tb02680.x>
- Gschaedler, A., Muñoz, L., Flores, N., Kirchmayr, M., & Plaza, M. (2021). Use of non-*Saccharomyces* yeasts in cider fermentation: Importance of the nutrients addition to obtain an efficient fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 347(March). <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109169>
- Guindal, A. M. (2024). *Estrategias de uso de Saccharomyces cerevisiae en fermentaciones aeróbicas* [Universidad de la Rioja].
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=325327>
- Habschied, K., Bilic, B., Vinko, L., & Mastanjevic, K. (2025). Physicochemical Properties of Traditionally Produced Mead. *Beverages*.
<https://doi.org/10.3390/beverages11030061>
- Herrera, J., León, L., Torres, Y., Cano, N., Herrera, A., & Cuenca, M. (2019). *Evaluación y selección de levadura comercial para el proceso de fermentación alcohólica de hidromiel*. 13(2), 23–29.
<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion/article/download/3651/3690>
- Inwongwan, S., Kitcharoen, T., Wongsasuk, P., Masurier, W. Le, Saksunwiriya, C., Takioawong, P., Pandith, H., Intarasit, S., Noirungsee, N., & Disayathanoowat, T. (2025). Comparative Analysis of Physicochemical and Biological Activities of Meads from Five Mekong Region Honeys. *fermentation*, 1–14.
- Jauregui-garcía, C. Z., Espejel-garcía, A., Barrera-rodríguez, A. I., & Hern, A. (2023). *Percepción del vino con protección de origen mediante libre asociación: estudio de caso México*. 4(November 2023). <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100364>
- Köhler, S., Schmacht, M., Troubounis, A. H. L., Ludzuweit, M., Rettberg, N., & Senz, M. (2021a). Tradition as a Stepping Stone for a Microbial Defined Water Kefir Fermentation Process: Insights in Cell Growth, Bioflavoring, and Sensory

- Perception. *Frontiers in Microbiology*, 12.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.732019>
- Köhler, S., Schmach, M., Troubounis, A. H. L., Ludzuweit, M., Rettberg, N., & Senz, M. (2021b). Tradition as a Stepping Stone for a Microbial Defined Water Kefir Fermentation Process: Insights in Cell Growth, Bioflavoring, and Sensory Perception. *Frontiers in Microbiology*, 12(November), 1–19.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.732019>
- Lacerda, E., Tamires, A., Carneiro e Silva, A., Soares, A., Maria, S., & Ernesto, A. (2024). Optimization of the fermentation process for mead production : a review Otimização do processo fermentativo para produção de hidromel : uma revisão. *Europub European Publications*, 3103–3132. <https://doi.org/10.55905/cuadv16n1-162>
- Lawless, H., & Heymann, H. (2010). *Evaluación sensorial de alimentos Descripción general* (última edi). springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5>
- León, C. (2024). *Midagri: Producción de miel de abeja alcanza 2.314 toneladas al año*. <https://agraria.pe/noticias/midagri-produccion-de-miel-de-abeja-alcanza-las-2-314-tonela-37111>
- Limongelli, R., Minervini, F., & Calasso, M. (2023). Fermentation of pomegranate matrices with *Hanseniaspora valbyensis* to produce a novel food ingredient. *Lwt*, 180(March), 114687. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114687>
- Loviso, C. L., & Libkind, D. (2019). *Síntesis y regulación de los compuestos del aroma y sabor derivados de la levadura en la cerveza : alcoholes superiores*. 51(4), 386–397. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-argentina-microbiologia-372-pdf-S0325754118301123>
- Martín, H., & Ayuso, L. (2023). *Las bebidas fermentadas en españa* (Número 217). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8984965>
- Martínez, A. M., Vivas, G. J., & Quicazán, M. C. (2016). Evaluation of alcoholic fermentation during the production of mead using immobilized cells in kappa-carrageenan. *Chemical Engineering Transactions*, 49, 19–24.
<https://doi.org/10.3303/CET1649004>
- Masuda, M., Terada, Y., Tsuji, R., & Nakano, S. (2023). Time-Series Sensory Analysis

- Provided Important TI Parameters for Masking the Beany Flavor of Soymilk. *foods*. <https://doi.org/10.3390/foods12142752>
- Maurya, N. (2024). Selection and Performance of Sensory Panelists : A Comprehensive review of Factors Influencing Sensory Evaluation Outcomes. *Journal of Nutrition and Food Processing*, 1–7. <https://doi.org/10.31579/2637-8914/278>
- Menacho, K. (2020). *Determinacion de parametros tecnologicos en la elaboracion de hidromiel a partir de cepas seleccionadas de la flora nativa del mosto de uva* [Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. <https://repositorio.unjbg.edu.pe/server/api/core/bitstreams/aab74d47-1b16-44bc-bcf0-a5cea69bb790/content>
- Minsa. (2008). *RM591MINSANORMA*.
- Mondino, C., & Ferratto, M. (2006). *El análisis sensorial, una herramienta para la evaluación de la calidad desde el consumidor*.
- Nava, M., Echeverría, E., Sandoval, A., & Román, D. (2024). Fermentation of barley wort with *Saccharomyces boulardii* to generate a beverage with probiotic potential. *Future foods*, 9(April). <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100373>
- Nelson, J., & Boulton, R. (2024). Models for Wine Fermentation and Their Suitability for Commercial Applications. *Fermentation*. <https://doi.org/10.3390/fermentation10060269>
- Olivera, V., Boido, E., & Dellacassa, E. (2021). *Wine Aroma Characterization of the Two Main Fermentation Yeast Species of the Apiculate Genus Hanseniaspora*. <https://www.mdpi.com/2311-5637/7/3/162>
- Paz, A. (2016). *Modelamiento cinético de la fermentación alcohólica de miel de abejas a diferentes escalas de producción*. Universidad Nacional de Colombia.
- Perrusquía-Luévano, S., Cano-Herrera, M. S., Guigón-López, C., Avitia-Talamantes, M. del C., Torres-Torres, C., & Villalpando, I. (2019). Microbiology of high-sugar must fermentation by novel yeasts from the chihuahuan desert. *FEMS Yeast Research*, 19(1). <https://doi.org/10.1093/femsyr/foy099>
- Prestianni, R., Matraxia, M., Naselli, V., Pirrone, A., Badalamenti, N., Ingrassia, M., Gaglio, R., Settanni, L., Columba, P., Maggio, A., Bruno, M., Francesca, N., Moschetti, G., & Alfonzo, A. (2022). Uso de inoculación secuencial de

- Saccharomyces cerevisiae y Cepas de Hanseniaspora uvarum aisladas de subproductos de la miel para mejorar y estabilizar la calidad del hidromiel producido en Sicilia. *Food Microbiology*, 107(December 2021), 104064. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2022.104064>
- Rai, J., & Manandhar, P. (2023). Preparation and evaluation of mead. *IJAR*, 11(11), 429–439. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/17844>
- Riego, M. de A. y. (2023). *Plan Nacional de Desarrollo Apícola*.
- Salazar, J. A., Ballinas, C. B., Hernández, D. M., Cristiani-Urbina, E., Melgar-Lalanne, G., & Morales-Barrera, L. (2024). Kinetic Evaluation of the Production of Mead from a Non-Saccharomyces Strain. *Foods*, 13(12), 1–25. <https://doi.org/10.3390/foods13121948>
- Salazar, J., Ballini, C., Maylet, D., & Morales, L. (2024). Kinetic Evaluation of the Production of Mead from a. *Foods*, 1–25. <https://doi.org/10.3390/foods13121948>
- Salinas, D. (2022). Cinética del crecimiento de levaduras Saccharomyces cerevisiae en diferentes sustratos. En *Repositorio Universidad Técnica de Machala*.
- Sandoval, L. (2025). *Tamaño del mercado de bebidas a base de hidromiel, participación y análisis de la industria, por tipo (hidromiel de frutas y hidromiel tradicional), canal de distribución (supermercados/hipermercados, tiendas especializadas, canales de venta en línea y ot.* <https://www.fortunebusinessinsights.com/mead-market-102278>
- Sangacha, Z. E. (2020). Evaluación fisicoquímica y organoléptica de una bebida hidromiel sabor a mora. *Udla*, 21(1), 1–84.
- Santos, D. C. A. dos, Melo, G. K. da S. S., Silva, W. A. da, Moura, F. J. de A., Silvério, M. L., Correia, J. M., & Bezerra, V. S. (2021). Producción, análisis físico-químico y sensorial de gelatina de abiu (Pouteria caimito) con chía. *Brazilian Journal of Development*, 7(1), 7118–7133. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-482>
- Sola, I. M. M. S., Evers, L. D., Wojcicchowski, J. P., Assis, T. M. de, Marinho, M. T., Demiate, I. M., Alberti, A., & Nogueira, A. (2024). Impact of Pure, Co-, and Sequential Fermentations with Hanseniaspora sp. and Saccharomyces cerevisiae on the Volatile Compounds of Ciders. *Fermentation*, 10(4), 1–12. <https://doi.org/10.3390/fermentation10040177>

- Souza, H. F. De, Novais, E., Freire, S., Fel, G., Teixeira, L., Teixeira, R. D., Vaquero, F., Junior, S., Teixeira, F. D., Carvalho, M. V. De, Rocha, S., Gomes, A., Maria, J., Nobrega, L., Bell, D. M., Brandi, I. V., & Kamimura, E. S. (2024). Development of Potentially Probiotic Mead from Co-Fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* var . *boulardii* and Kombucha Microorganisms. *fer*.
<https://doi.org/10.3390/fermentation10090482>
- Stone, H., Bleibaum, R., & Thomas, H. (2020). *Capítulo 1 - Introducción a la evaluación sensorial* (quinta edi, Número 0, pp. 1–21).
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815334-5.00007-0>
- Tjørve, K., & Tjørve, E. (2017). The use of Gompertz models in growth analyses , and new Gompertz-model approach : An addition to the Unified-Richards family. *PLOS*, 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178691>
- Torres. (2022). *Análisis de la influencia en las características químicas y sensoriales en la elaboración de hidromiel con levaduras no-saccharomyces*. Universidad de Chile.
- Torres, K. (2020). *Estudio de parametros para la propagación de las cepas de levadura cervecera Saccharomyces cerevisiae y Saccharomyces carlsbergensis para la fabricación de cerveza artesanal* [Máster Universitario en Ingeniera Química].
<https://oa.upm.es/63464/>
- Tupelo, F. (2023). Optimizing Honey Fermentation. *Mastering Mead*.
- Valera, M., Boido, E., Dellacassa, E., & Carrau, F. (2020). Comparison of the glycolytic and alcoholic fermentation pathways of *Hanseniaspora vineae* with *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts. *Fermentation*, 6(3).
<https://doi.org/10.3390/FERMENTATION6030078>
- Vallejo, A. (2023). *Evaluación fisicoquímica y cinética de producción de biomasa de dos tipos de levaduras Saccharomyces cerevisiae y Saccharomyces bayanus en la fermentación alcohólica de una bebida a base de mandarina (Citrus reticulata) y cidra (Sechium edule)*. Universidad Técnica de Ambato.
- Vaquero, C., Escott, C., Heras, J., & Carrau, F. (2022). *Coinoculaciones de Lachancea thermotolerans con diferentes Hanseniaspora spp.: Acidificación, aroma, biocompatibilidad y efectos de los nutrientes en el vino*.

- Wang, J., & Guo, X. (2024). The Gompertz model and its applications in microbial growth and bioproduction kinetics : Past , present and future. *Biotechnology Advances*, 72(November 2023), 108335.
<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2024.108335>
- Wang, L., Zhao, G., & Xu, Y. (2022). Controlled formation of volatile components in cider making using a combination of *Saccharomyces cerevisiae* and *Hanseniaspora valbyensis* yeast species. *J Ind Microbiol Biotechnol*, 192–196.
<https://doi.org/10.1007/s10295-005-0051-6>
- Zwietering, H., Jongenburger, I., & Rombouts, M. (1990). Modeling of the Bacterial Growth Curve. *Applied Microbiology*, 56(6), 1875–1881.
<https://10.1128/aem.56.6.1875-1881.1990>

AGRADECIMIENTO

Expresar nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Jaén, institución que nos ha brindado la formación académica y humana necesaria para llevar a cabo esta investigación. Especial gratitud a los encargados de los laboratorios y a los docentes que, con compromiso y dedicación, facilitaron el uso de los equipos y brindaron orientación técnica clave durante el desarrollo experimental del proyecto.

Se extiende un especial agradecimiento al Laboratorio de Bioprocesos y Tecnología de Fermentación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Lima, Perú, bajo la jefatura del Dr. Waldir Desiderio Estela Escalante, por su valiosa colaboración en esta investigación. Su apoyo, manifestado a través de la entrega de cultivos puros de *H. valbyensis* y su disposición permanente al intercambio académico, resultó fundamental para el desarrollo experimental y el fortalecimiento científico del presente estudio.

Expresamos nuestro más sincero y cordial reconocimiento al Mg. Hans Himbler Minchán Velayarce y a la Dra. Liliana Delicia Bazán Tantaleán, quienes nos otorgaron su invaluable orientación tanto académica como personal durante el desarrollo de esta investigación. Su dedicación, tolerancia y amplia disponibilidad para conducirnos con excelencia científica y carácter humano influyeron de forma notable en todas las fases de este estudio. La culminación exitosa de este proyecto no hubiera sido factible sin su permanente apoyo y motivación.

Finalmente, agradecemos profundamente a todas las personas que de una u otra forma brindaron su apoyo, ya sea con sus conocimientos, palabras de aliento, tiempo o colaboración directa.

Karina y Luzmeri

DEDICATORIA

Gracias a Dios, por darme la fuerza y sabiduría para culminar esta investigación. A mis padres Bacilio Abarca Ramirez y Maria Adelina Peña Aldaz, por su amor, apoyo incondicional y guía en todo momento.

A todas las personas que me acompañaron y ayudaron en este proceso, gracias por ser parte de este logro.

Karina Marisol Abarca Peña

A Dios, por darme salud y la fuerza necesaria para seguir adelante.

A mis padres Wilson Edwan Delgado Gonzales y Rosana Bocanegra Terrones, por su amor incondicional, sus sacrificios y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A quienes me ofrecieron su apoyo moral, académico o emocional, gracias por cada palabra de aliento, por su compañía silenciosa o su ayuda directa.

Luzmeri Delgado Bocanegra

VII. ANEXOS

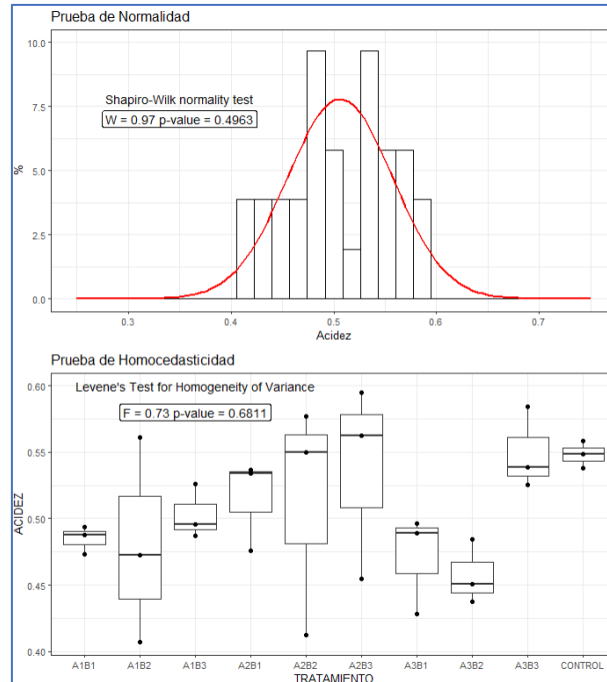
Anexo 1. Datos de biomasa de cada tratamiento y ecuación de Gompertz clásico

Tratamiento	Tiempo (h)	Biomasa (g/L)	Y (Lg(N/No))	$Y = a * \exp(-\exp(b - c*T))$			Y
				a	b	c	
A1B1	1	0.0060	0.0000	0.3782	1.0383	0.0249	0.0241
A1B1	72	0.0110	0.2632	0.3782	1.0383	0.0249	0.2363
A1B1	144	0.0121	0.3046	0.3782	1.0383	0.0249	0.3497
A1B1	216	0.0132	0.3424	0.3782	1.0383	0.0249	0.3733
A1B1	288	0.0138	0.3617	0.3782	1.0383	0.0249	0.3774
A1B1	360	0.0143	0.3772	0.3782	1.0383	0.0249	0.3781
A1B1	432	0.0149	0.3950	0.3782	1.0383	0.0249	0.3782
A1B1	504	0.0152	0.4037	0.3782	1.0383	0.0249	0.3782
A1B1	600	0.0154	0.4094	0.3782	1.0383	0.0249	0.3782
A1B2	1	0.0075	0.0000	0.3645	1.0634	0.0257	0.0217
A1B2	72	0.0135	0.2553	0.3645	1.0634	0.0257	0.2314
A1B2	144	0.0148	0.2952	0.3645	1.0634	0.0257	0.3394
A1B2	216	0.0162	0.3345	0.3645	1.0634	0.0257	0.3605
A1B2	288	0.0168	0.3502	0.3645	1.0634	0.0257	0.3639
A1B2	360	0.0172	0.3605	0.3645	1.0634	0.0257	0.3644
A1B2	432	0.0178	0.3754	0.3645	1.0634	0.0257	0.3645
A1B2	504	0.0184	0.3898	0.3645	1.0634	0.0257	0.3645
A1B2	600	0.0188	0.3991	0.3645	1.0634	0.0257	0.3645
A1B3	1	0.0070	0.0000	0.3830	1.0594	0.0257	0.0230
A1B3	72	0.0130	0.2688	0.3830	1.0594	0.0257	0.2434
A1B3	144	0.0143	0.3102	0.3830	1.0594	0.0257	0.3567
A1B3	216	0.0156	0.3480	0.3830	1.0594	0.0257	0.3787
A1B3	288	0.0163	0.3671	0.3830	1.0594	0.0257	0.3823
A1B3	360	0.0169	0.3828	0.3830	1.0594	0.0257	0.3829
A1B3	432	0.0176	0.4004	0.3830	1.0594	0.0257	0.3830
A1B3	504	0.0179	0.4078	0.3830	1.0594	0.0257	0.3830
A1B3	600	0.0182	0.4150	0.3830	1.0594	0.0257	0.3830
A2B1	1	0.0102	0.0000	0.3784	1.3837	0.0377	0.0081
A2B1	72	0.0202	0.2968	0.3784	1.3837	0.0377	0.2904
A2B1	144	0.0222	0.3378	0.3784	1.3837	0.0377	0.3718
A2B1	216	0.0228	0.3493	0.3784	1.3837	0.0377	0.3780
A2B1	288	0.0235	0.3625	0.3784	1.3837	0.0377	0.3784
A2B1	360	0.0240	0.3716	0.3784	1.3837	0.0377	0.3784
A2B1	432	0.0254	0.3962	0.3784	1.3837	0.0377	0.3784
A2B1	504	0.0258	0.4030	0.3784	1.3837	0.0377	0.3784
A2B1	600	0.0266	0.4163	0.3784	1.3837	0.0377	0.3784
A2B2	1	0.0122	0.0000	0.3351	1.3365	0.0369	0.0086
A2B2	72	0.0224	0.2639	0.3351	1.3365	0.0369	0.2563
A2B2	144	0.0238	0.2902	0.3351	1.3365	0.0369	0.3288
A2B2	216	0.0248	0.3081	0.3351	1.3365	0.0369	0.3346
A2B2	288	0.0254	0.3185	0.3351	1.3365	0.0369	0.3351
A2B2	360	0.0266	0.3385	0.3351	1.3365	0.0369	0.3351
A2B2	432	0.0269	0.3434	0.3351	1.3365	0.0369	0.3351
A2B2	504	0.0280	0.3608	0.3351	1.3365	0.0369	0.3351
A2B2	600	0.0288	0.3730	0.3351	1.3365	0.0369	0.3351
A2B3	1	0.0120	0.0000	0.3940	1.4857	0.0414	0.0057
A2B3	72	0.0250	0.3188	0.3940	1.4857	0.0414	0.3149
A2B3	144	0.0275	0.3602	0.3940	1.4857	0.0414	0.3896
A2B3	216	0.0290	0.3832	0.3940	1.4857	0.0414	0.3938
A2B3	288	0.0295	0.3906	0.3940	1.4857	0.0414	0.3940
A2B3	360	0.0300	0.3979	0.3940	1.4857	0.0414	0.3940
A2B3	432	0.0302	0.4008	0.3940	1.4857	0.0414	0.3940
A2B3	504	0.0305	0.4051	0.3940	1.4857	0.0414	0.3940

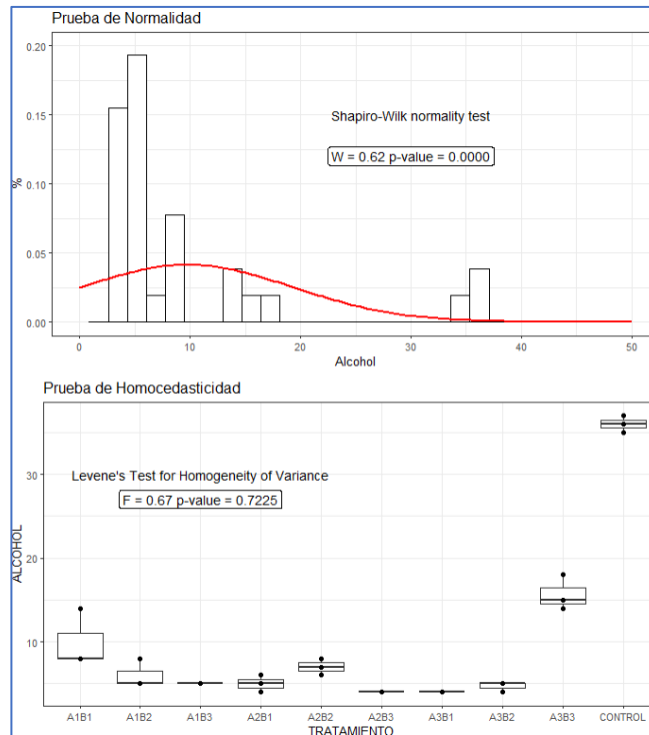
A2B3	600	0.0310	0.4122	0.3940	1.4857	0.0414	0.3940
A3B1	1	0.0085	0.0000	0.3629	0.9871	0.0229	0.0263
A3B1	72	0.0150	0.2467	0.3629	0.9871	0.0229	0.2165
A3B1	144	0.0165	0.2881	0.3629	0.9871	0.0229	0.3286
A3B1	216	0.0180	0.3259	0.3629	0.9871	0.0229	0.3560
A3B1	288	0.0188	0.3447	0.3629	0.9871	0.0229	0.3615
A3B1	360	0.0195	0.3606	0.3629	0.9871	0.0229	0.3626
A3B1	432	0.0203	0.3781	0.3629	0.9871	0.0229	0.3628
A3B1	504	0.0207	0.3866	0.3629	0.9871	0.0229	0.3629
A3B1	600	0.0210	0.3928	0.3629	0.9871	0.0229	0.3629
A3B2	1	0.0090	0.0000	0.3901	1.0793	0.0265	0.0222
A3B2	72	0.0170	0.2762	0.3901	1.0793	0.0265	0.2519
A3B2	144	0.0187	0.3176	0.3901	1.0793	0.0265	0.3655
A3B2	216	0.0204	0.3554	0.3901	1.0793	0.0265	0.3863
A3B2	288	0.0213	0.3741	0.3901	1.0793	0.0265	0.3895
A3B2	360	0.0221	0.3901	0.3901	1.0793	0.0265	0.3900
A3B2	432	0.0230	0.4075	0.3901	1.0793	0.0265	0.3901
A3B2	504	0.0235	0.4168	0.3901	1.0793	0.0265	0.3901
A3B2	600	0.0238	0.4223	0.3901	1.0793	0.0265	0.3901
A3B3	1	0.0060	0.0000	0.3782	1.0383	0.0249	0.0241
A3B3	72	0.0110	0.2632	0.3782	1.0383	0.0249	0.2363
A3B3	144	0.0121	0.3046	0.3782	1.0383	0.0249	0.3497
A3B3	216	0.0132	0.3424	0.3782	1.0383	0.0249	0.3733
A3B3	288	0.0138	0.3617	0.3782	1.0383	0.0249	0.3774
A3B3	360	0.0143	0.3772	0.3782	1.0383	0.0249	0.3781
A3B3	432	0.0149	0.3950	0.3782	1.0383	0.0249	0.3782
A3B3	504	0.0152	0.4037	0.3782	1.0383	0.0249	0.3782
A3B3	600	0.0154	0.4094	0.3782	1.0383	0.0249	0.3782
CONTROL	1	0.0040	0.0000	0.7853	1.6373	0.0488	0.0059
CONTROL	72	0.0190	0.6767	0.7853	1.6373	0.0488	0.6735
CONTROL	144	0.0218	0.7364	0.7853	1.6373	0.0488	0.7817
CONTROL	216	0.0235	0.7690	0.7853	1.6373	0.0488	0.7852
CONTROL	288	0.0241	0.7800	0.7853	1.6373	0.0488	0.7853
CONTROL	360	0.0245	0.7871	0.7853	1.6373	0.0488	0.7853
CONTROL	432	0.0249	0.7941	0.7853	1.6373	0.0488	0.7853
CONTROL	504	0.0259	0.8112	0.7853	1.6373	0.0488	0.7853
CONTROL	600	0.0260	0.8129	0.7853	1.6373	0.0488	0.7853

Anexo 2. Análisis del cumplimiento de normalidad y homogeneidad de varianza para los datos fisicoquímicos.

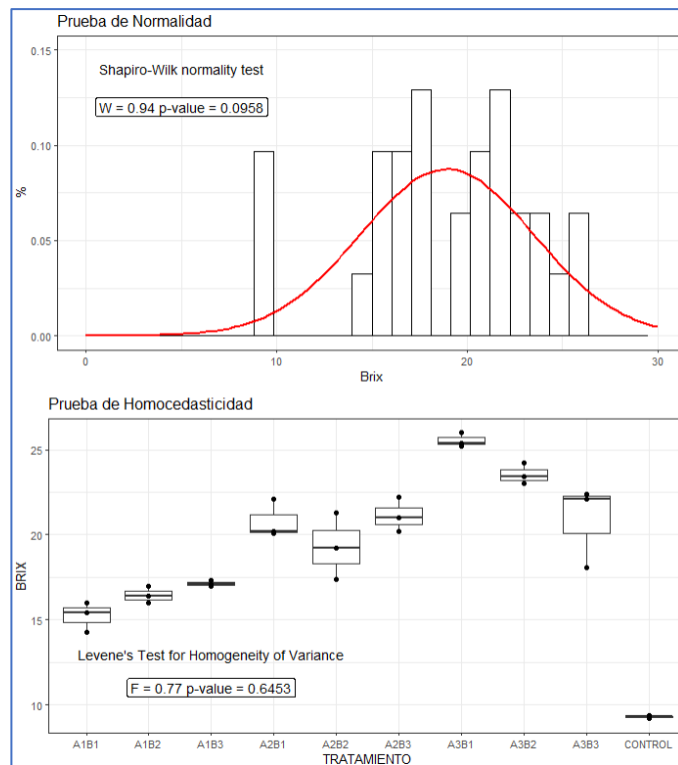
Análisis del cumplimiento de normalidad y homogeneidad de varianza para la acidez



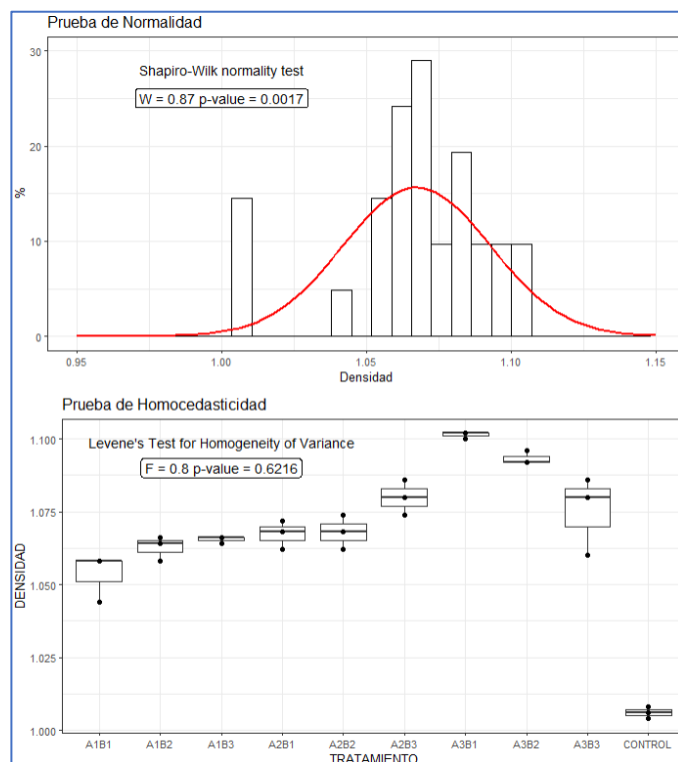
Análisis del cumplimiento de normalidad y homogeneidad de varianza para el alcohol



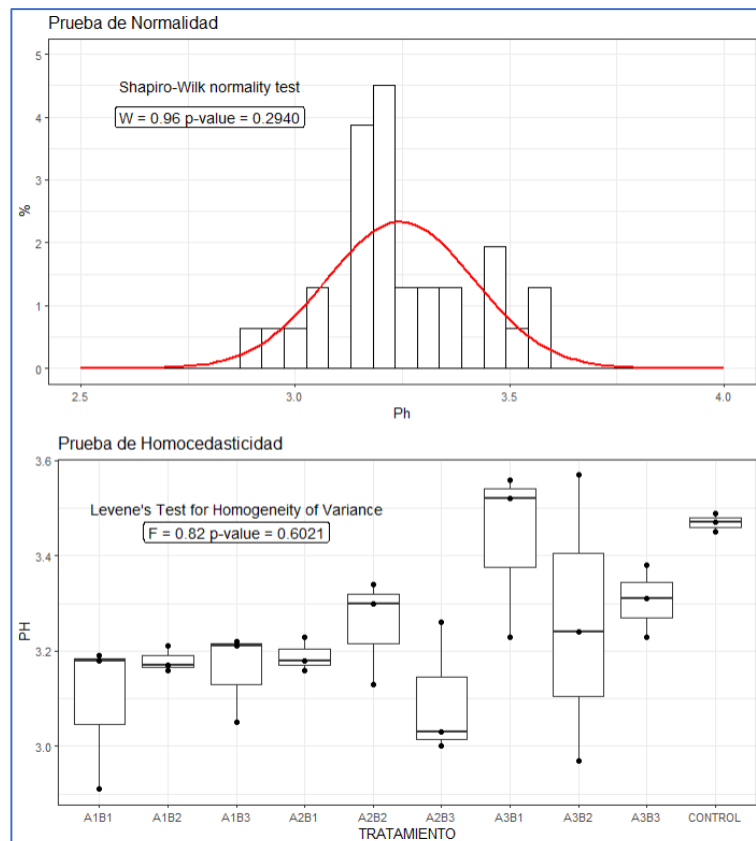
Análisis del cumplimiento de normalidad y homogeneidad de varianza para °Brix



Análisis del cumplimiento de normalidad y homogeneidad de varianza para la densidad



Análisis del cumplimiento de normalidad y homogeneidad de varianza para el pH



Anexo 3. Inferencia no Paramétrica: Test de Kruskal Wallis y prueba de comparaciones múltiples de Nemenyi, para los valores de alcohol y densidad.

```
##Test de Kruskal Wallis
Kw_FISICO
  .y.  n statistic df      p      method
ALCOHOL 30 26.28482 9 0.00183 Kruskal-Wallis
DENSIDAD 30 25.25333 9 0.00270 Kruskal-Wallis
```

```
> kwAllPairsNemenyiTest(ALCOHOL ~ TRATAMIENTO,data)

      Pairwise comparisons using Tukey-Kramer-Nemenyi all-pairs test

data: ALCOHOL by TRATAMIENTO

      A1B1  A1B2  A1B3  A2B1  A2B2  A2B3  A3B1  A3B2  A3B3
A1B2  0.994 -    -    -    -    -    -    -    -
A1B3  0.930 1.000 -    -    -    -    -    -    -
A2B1  0.880 1.000 1.000 -    -    -    -    -    -
A2B2  1.000 1.000 0.995 0.986 -    -    -    -    -
A2B3  0.266 0.880 0.984 0.994 0.553 -    -    -    -
A3B1  0.266 0.880 0.984 0.994 0.553 1.000 -    -    -
A3B2  0.759 0.999 1.000 1.000 0.949 0.999 0.999 -    -
A3B3  1.000 0.916 0.700 0.603 0.996 0.088 0.088 0.439 -
CONTROL 0.996 0.684 0.392 0.305 0.943 0.023 0.023 0.187 1.000

P value adjustment method: single-step
alternative hypothesis: two.sided
```

```
> kwAllPairsNemenyiTest(DENSIDAD ~ TRATAMIENTO,data)

      Pairwise comparisons using Tukey-Kramer-Nemenyi all-pairs test

data: DENSIDAD by TRATAMIENTO

      A1B1  A1B2  A1B3  A2B1  A2B2  A2B3  A3B1  A3B2  A3B3
A1B2  0.9994 -    -    -    -    -    -    -    -
A1B3  0.9858 1.0000 -    -    -    -    -    -    -
A2B1  0.9543 0.9999 1.0000 -    -    -    -    -    -
A2B2  0.9370 0.9997 1.0000 1.0000 -    -    -    -    -
A2B3  0.4228 0.8803 0.9782 0.9947 0.9970 -    -    -    -
A3B1  0.0335 0.2301 0.4547 0.6032 0.6522 0.9896 -    -    -
A3B2  0.1125 0.4873 0.7447 0.8597 0.8898 0.9998 1.0000 -    -
A3B3  0.7868 0.9925 0.9998 1.0000 1.0000 1.0000 0.8597 0.9782 -
CONTROL 1.0000 0.9751 0.8702 0.7591 0.7150 0.1683 0.0066 0.0289 0.4709

P value adjustment method: single-step
alternative hypothesis: two.sided
```

Anexo 4. Inferencia Paramétrica: Análisis de Varianza y test de Tukey, para los valores de acidez, °Brix y pH.

```
> ANVA_ACIDEZ = aov(ACIDEZ ~ TRATAMIENTO, data = data );
> summary(ANVA_ACIDEZ)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  9 0.02843 0.003159  1.324  0.286
Residuals   20 0.04773 0.002387
>
> ANVA_BRUX = aov(BRUX ~ TRATAMIENTO, data = data );
> summary(ANVA_BRUX)
      Df Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
TRATAMIENTO  9  578.2   64.24  47.82 1.41e-11 ***
Residuals   20   26.9    1.34
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
>
> ANVA_PH = aov(PH ~ TRATAMIENTO, data = data );
> summary(ANVA_PH)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
TRATAMIENTO  9 0.4530 0.05034  2.545 0.0393 *
Residuals   20 0.3955 0.01978
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
> tukeyTest(ANVA_BRUX)

      Pairwise comparisons using Tukey's test

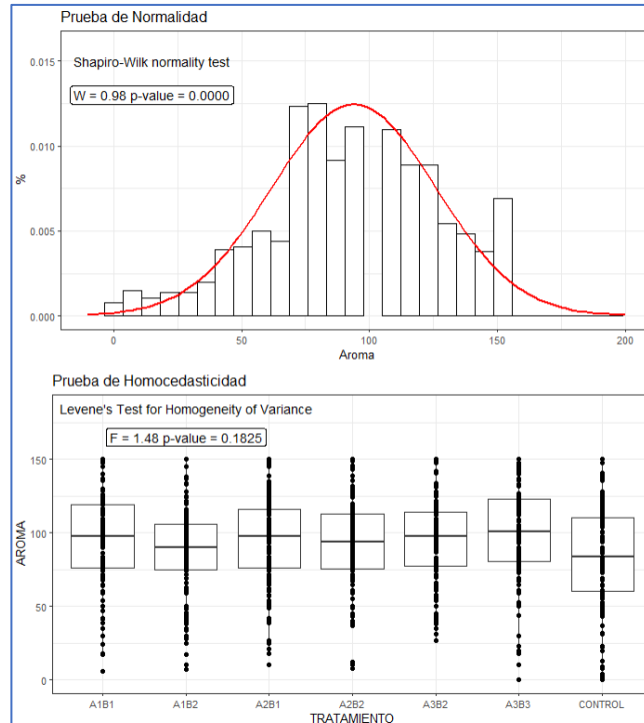
data: BRUX by TRATAMIENTO

      A1B1   A1B2   A1B3   A2B1   A2B2   A2B3   A3B1   A3B2   A3B3
A1B2  0.94146 -         -         -         -         -         -         -
A1B3  0.60367 0.99915 -         -         -         -         -         -
A2B1  0.00032 0.00549 0.02507 -         -         -         -         -
A2B2  0.01014 0.14349 0.43533 0.84038 -         -         -         -
A2B3  0.00015 0.00254 0.01181 1.00000 0.64672 -         -         -
A3B1  2.9e-08 2.5e-07 8.6e-07 0.00218 7.3e-05 0.00471 -         -
A3B2  1.0e-06 1.2e-05 5.0e-05 0.17313 0.00692 0.30780 0.53905 -         -
A3B3  0.00028 0.00471 0.02160 1.00000 0.80636 1.00000 0.00254 0.19552 -
CONTROL 0.00014 9.9e-06 2.6e-06 4.3e-09 4.8e-08 2.6e-09 8.0e-12 9.3e-11 3.8e-09

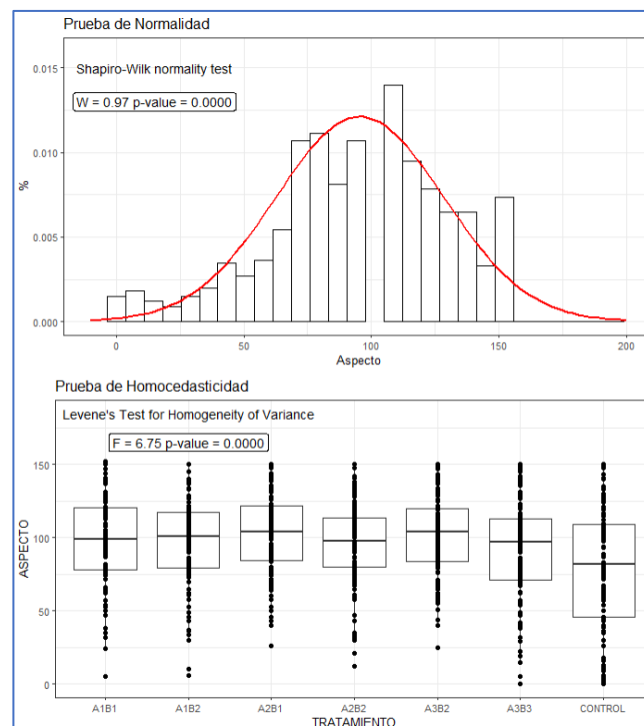
P value adjustment method: single-step
alternative hypothesis: two.sided
```

Anexo 5. Análisis del cumplimiento de normalidad y homogeneidad de varianza para los puntajes sensoriales.

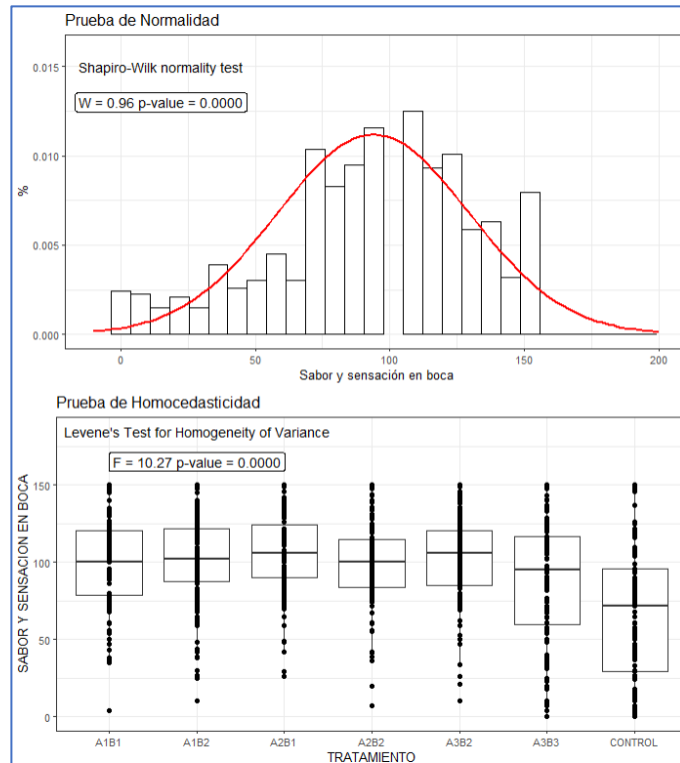
Análisis del cumplimiento de normalidad y homogeneidad de varianza para el aroma



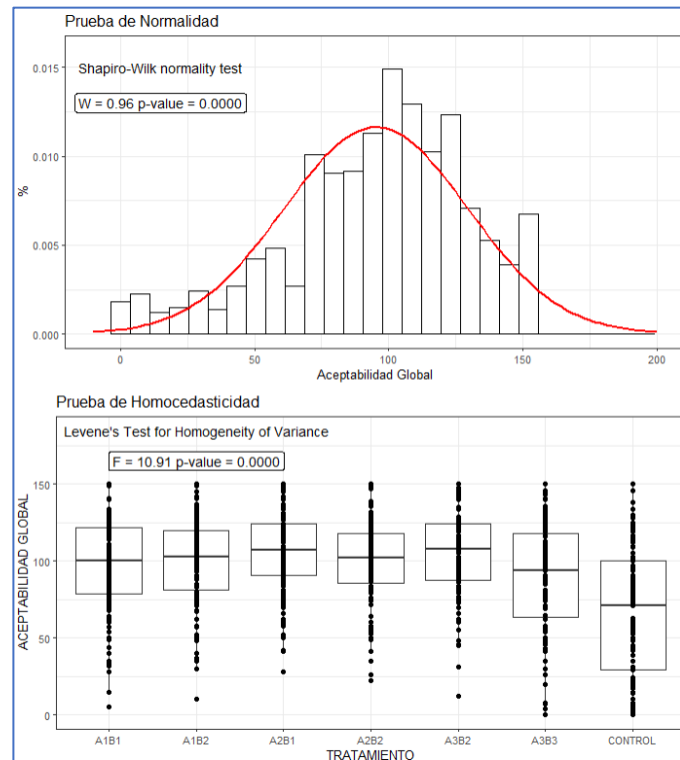
Análisis del cumplimiento de normalidad y homogeneidad de varianza para el aspecto



Análisis del cumplimiento de normalidad y homogeneidad de varianza para sabor y sensación en boca



Análisis del cumplimiento de normalidad y homogeneidad de varianza para aceptabilidad global



Anexo 6. Inferencia No Paramétrica: Test de Kruskal Wallis y prueba de comparaciones múltiples de Nemenyi, para los puntajes sensoriales

```
##Test de Kruskal Wallis
KW_SENSORIAL
      .y.  n statistic df      p      method
      AROMA 917  20.97863  6 1.85e-03 Kruskal-Wallis
      ASPECTO 917  31.32538  6 2.20e-05 Kruskal-Wallis
SABOR Y SENSACION EN BOCA 917  92.64917  6 8.53e-18 Kruskal-Wallis
      ACEPTABILIDAD GLOBAL 917  94.84115  6 2.98e-18 Kruskal-Wallis
```

```
> kwAllPairsNemenyiTest(AROMA ~ TRATAMIENTO,data_puntajes)

      Pairwise comparisons using Tukey-Kramer-Nemenyi all-pairs

data: AROMA by TRATAMIENTO

      A1B1  A1B2  A2B1  A2B2  A3B2  A3B3
A1B2  0.4518 -      -      -      -      -
A2B1  1.0000 0.4280 -      -      -      -
A2B2  0.9796 0.9303 0.9748 -      -      -
A3B2  1.0000 0.5075 1.0000 0.9881 -      -
A3B3  0.8512 0.0201 0.8677 0.3225 0.8099 -
CONTROL 0.1280 0.9951 0.1171 0.5863 0.1556 0.0019

P value adjustment method: single-step
alternative hypothesis: two.sided
```

```
> kwAllPairsNemenyiTest(ASPECTO ~ TRATAMIENTO,data_puntajes)

      Pairwise comparisons using Tukey-Kramer-Nemenyi all-pairs

data: ASPECTO by TRATAMIENTO

      A1B1  A1B2  A2B1  A2B2  A3B2  A3B3
A1B2  1.0000 -      -      -      -      -
A2B1  0.9584 0.9646 -      -      -      -
A2B2  1.0000 0.9999 0.8729 -      -      -
A3B2  0.9509 0.9580 1.0000 0.8579 -      -
A3B3  0.7531 0.7337 0.1715 0.8893 0.1588 -
CONTROL 0.0058 0.0052 9.4e-05 0.0153 8.0e-05 0.3434

P value adjustment method: single-step
alternative hypothesis: two.sided
```

```
> kwAllPairsNemenyiTest(`SABOR Y SENSACION EN BOCA` ~ TRATAMIENTO)

      Pairwise comparisons using Tukey-Kramer-Nemenyi all-pairs

data: SABOR Y SENSACION EN BOCA by TRATAMIENTO

      A1B1  A1B2  A2B1  A2B2  A3B2  A3B3
A1B2  0.99709 -      -      -      -      -
A2B1  0.70791 0.96057 -      -      -      -
A2B2  0.99991 0.97046 0.49136 -      -      -
A3B2  0.96336 0.99982 0.99667 0.86217 -      -
A3B3  0.33808 0.09441 0.00430 0.54726 0.03393 -
CONTROL 1.2e-09 1.9e-11 9.7e-14 9.7e-09 1.3e-12 0.00019

P value adjustment method: single-step
alternative hypothesis: two.sided
```

```

> kwAllPairsNemenyiTest(`ACEPTABILIDAD GLOBAL` ~ TRATAMIENTO, data)

      Pairwise comparisons using Tukey-Kramer-Nemenyi all-pairs

data: ACEPTABILIDAD GLOBAL by TRATAMIENTO

      A1B1    A1B2    A2B1    A2B2    A3B2    A3B3
A1B2  0.99679 -        -        -        -        -
A2B1  0.34681 0.74011 -        -        -        -
A2B2  0.99349 1.00000 0.78827 -        -        -
A3B2  0.63045 0.93492 0.99951 0.95539 -        -
A3B3  0.58394 0.22087 0.00221 0.18531 0.01096 -
CONTROL 2.1e-08 4.0e-10 8.4e-14 2.2e-10 1.8e-13 0.00026

P value adjustment method: single-step
alternative hypothesis: two.sided

```

Anexo 7. Cálculo y verificación de concentración de inóculo de *S. cerevisiae*

Cálculo y verificación de concentración de inóculo de *S. cerevisiae*

Procedimiento de preparación:

1. Rehidratación de levadura seca (adaptando las indicaciones dadas por el fabricante en la Figura 13):
Masa de levadura: 0.5 g
Volumen de agua destilada estéril: 5 ml a 35°C
Tiempo de rehidratación: 20 minutos
Concentración másica resultante: 0.5 g / 0.005 L = 100 g/L
2. Cálculo teórico de UFC/ml:
Viabilidad reportada de levadura seca comercial: 1×10^9 UFC/g (Torres, 2020)
Concentración teórica: $100 \text{ g/L} \times 1 \times 10^9 \text{ UFC/g} = 1 \times 10^{11}$ UFC/ml
3. Verificación experimental mediante cámara de Neubauer: Tabla 11 y Figura 12

Tabla 11 Recuento celular en cámara de Neubauer

Muestra	Dilución	Cuadrante 1	Cuadrante 2	Cuadrante 3	Cuadrante 4	Cuadrante 5	Promedio
S1	1:10 ⁴	25	23	27	24	26	25
S2	1:10 ⁴	24	26	25	24	27	25.2
S3	1:10 ⁴	26	24	27	26	27	26
Promedio							25

4. Cálculo de concentración experimental:

$$C = Pcc \times Fd \times FC$$

C = Concentración

Pcc= Promedio células/cuadrante

Fd = Factor dilución

Fc = Factor cámara de Neubauer (10⁴)

$$\text{Concentración} = 25 \text{ células} \times 10^4 \times 10^4 = 2.5 \times 10^9 \text{ UFC/ml}$$

5. Preparación del inóculo a 5×10^5 UFC/ml:

$$\text{Dilución requerida: } 2.5 \times 10^9 / 5 \times 10^5 = 5000$$

Considerando que la ecuación fundamental de diluciones es:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

Donde:

C_1 = Concentración inicial (stock)

V_1 = Volumen inicial a tomar

C_2 = Concentración final deseada

V_2 = Volumen final total

Cálculos detallados:

C_1 (stock) = 2.5×10^9 UFC/ml

C_2 (deseada) = 5×10^5 UFC/ml

V_2 (volumen final) = 300 ml (para inocular los fermentadores)

V_1 (a calcular) = ? ml

Aplicando la ecuación:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$2.5 \times 10^9 \times V_1 = 5 \times 10^5 \times 300$$

$$V_1 = (5 \times 10^5 \times 300) / 2.5 \times 10^9$$

$$V_1 = 1.5 \times 10^8 / 2.5 \times 10^9$$

$$V_1 = 0.06 \text{ ml}$$

Por consiguiente:

Volumen para inoculación (300 ml):

Para ello se tomó 0.06 ml del stock + 299.94 ml de agua estéril

Se confirmó la viabilidad (> 95%) de las levaduras por tinción con azul de metileno

Figura 12

Recuento en cámara de Neubauer de S. cerevisiae

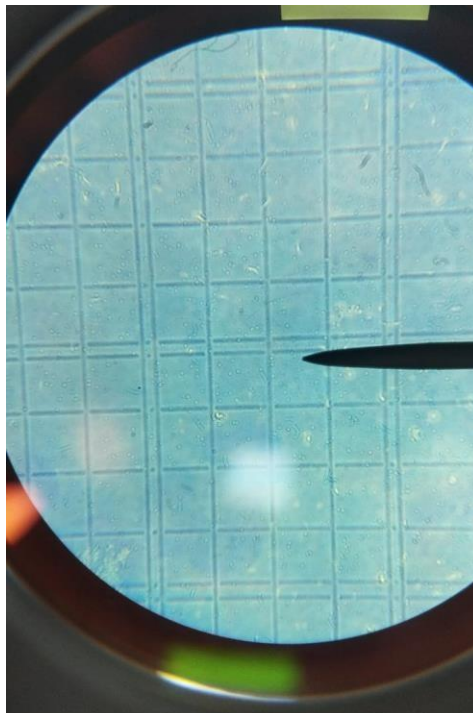
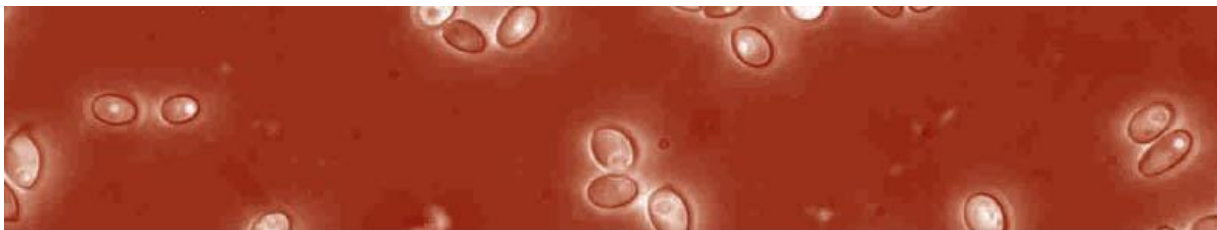


Figura 13

Especificaciones técnicas de la levadura *S. cerevisiae*



VINOTEC RA6

Levadura seca activa para vinificación

DESCRIPCIÓN:

Levadura seca activa tipo *Saccharomyces cerevisiae*.

CARACTERÍSTICAS:

- Buena habilidad para dominar sobre la flora microbiológica natural
- Tolerancia al alcohol hasta 18% V/V
- Rango óptimo de temperatura de fermentación: 10 a 30°C.
- Baja producción de acidez volátil
- Resistente a SO₂, y sin producción de compuestos sulfhídricos
- Requerimiento moderado de nutrición
- Puede ser utilizada en fermentaciones en barriles
- Excelente floculación después de fermentación
- Rápida sedimentación, las compactas
- Baja producción de espuma

EFECTOS ENOLÓGICOS

- Producción de glicerol superior a 6 g/lt
- Baja producción de dióxido de sulfuroso
- Produce vinos limpios y estables, conservando los aromas varietales

APLICACIÓN:

Específica para vinos blancos (Chardonnay, Riesling, Sauvignon blanc o Semillón)

DOSIS:

20-40 g/ hl. Se recomiendan dosis más altas deben para fermentación de mostos botritizados o con alta presencia de flora microbiana natural.

INSTRUCCIONES DE USO:

- Aplicar en agua en relación 1:10 veces el peso en volumen de agua, jugo o mosto (sin SO₂) precalentado entre 35 a 38°C
- Mantenga por 20 minutos sin agitar
- Ajuste la temperatura del mosto a Inocular con una variación de 10°C
- Use la levadura dentro de los próximos 30 minutos de la rehidratación

ALMACENAMIENTO:

Almacenamiento en medio refrigerado extenderá la vida útil del producto. La prolongada exposición a temperaturas superiores a 35°C, y/o a la humedad y oxígeno reducen su actividad.

PRESENTACIÓN:

Envases de 500g al vacío.

www.vinotec.com

Anexo 8. Elaboración de hidromiel



A



B



C



D



E



F

Nota: Proceso de obtención de el hidromiel con levadura no convencional (*H. valbyensis*)
A: Desinfección de tapas y airlock. B: Fermentadores desinfectados. C: Pesado de la miel de abeja en balanza digital. D: Pasteurización de la miel de abeja en baño maría. E: Preparación del mosto. F: Pasteurización del mosto en baño maría.



G



H



I



J

Nota: Proceso de Inoculación y Fermentación de Hidromiel. **G:** Adición del mosto a los fermentadores. **H:** Dilución de la levadura *H. valbyensis* en suero fisiológico a diferentes concentraciones 10^5 , 10^7 y 10^9 células/ml. **I:** Inoculación de la levadura *H. valbyensis* a los distintos tratamientos de mosto. **J:** Inicio del proceso de fermentación de hidromiel, con una duración de 25 días.



K



L



M



N



Ñ



O

Nota: Etapas finales en la elaboración de hidromiel. **K.** Pesado de la Bentonita como clarificante y meta bisulfito para cortar la fermentación, en balanza digital. **L.** Adición de clarificante y meta bisulfito a el hidromiel. **M:** Filtración de el hidromiel, utilizando una tela organza. **N:** Desinfección de botellas de vidrio. **Ñ:** Envasado de el hidromiel a la botellas de vidrio. **O:** Producto terminado.

Anexo 9. Análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales de el hidromiel



A



B



C



D



E



F

Nota: Análisis fisicoquímicos de el hidromiel. **A.** Muestras de hidromiel. **B.** Medición de pH con peachimetro. **C.** Medición de °Brix con refractometro Brixometro. **D.** Determinación de la acidez por titulación con NaOH 0.1N. **E.** Equipo de destilación simple. **F.** Medición del grado alcohólico con alcoholímetro.



G



H



I



J



K

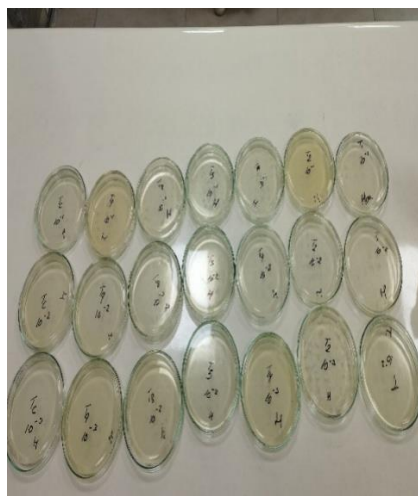
Nota: Determinación de la Biomasa y la densidad. **G.** Llenado de hidromiel en tubos para centrifuga. **H.** Centrifuga a 5.2 rpm durante 10 minutos, para separar la biomasa. **I.** Estufa a 65°C durante 24 horas. **J.** Pesado de los tubos de centrifuga con la biomasa obtenida en una balanza digital. **K.** Determinación de la densidad con densímetro.



L



M



N



Ñ



O

Nota: Análisis microbiológico en el hidromiel. **L.** Matraz con medio de cultivo preparado y siembra en las placas Petri con muestras de hidromiel. **M.** Placas sembradas para determinar los coliformes. **N.** Placas sembradas para determinar Aerobios. **Ñ.** Placas sembradas para determinar mohos. **O.** Incubación de placas a temperatura ambiente durante 24 horas el desarrollo y recuento de colonias.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA

INFORME DE ENSAYO N° FL-2024-1156

SOLICITANTE:

Bach. Tesistas: Abarca Peña Karina Marisol, Bach. Luzmeri Delgado Bocanegra

FECHA DE RECEPCIÓN: 10/11/2024
FECHA DE ANÁLISIS: 12/11/2024
FECHA DE INFORME: 15/11/2024

CÓDIGO DE MUESTRA: FL-HM-2024-1156
ESTADO DE MUESTRA: Conforme
TEMPERATURA DE LLEGADA: 4°C ± 2°C

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:

PRODUCTO: Hidromiel fermentado con levadura no convencional *Hanseniaspora valbyensis*
CANTIDAD: 500 mL por muestra
PRESENTACIÓN: Líquido en envase de vidrio
LOTE/CÓDIGO: Tratamientos A1B1, A1B2, A2B1, A2B2, A3B2, A3B3 y Control
CONDICIONES DE CONSERVACIÓN: Refrigeración (4°C)

ENSAYOS SOLICITADOS Y METODOLOGÍAS:

PARÁMETRO	METODOLOGÍA	REFERENCIA
Recuento de Aerobios Mesófilos	Recuento en placa - Método estándar	ISO 21527-2, AOAC 2012.05
Recuento de Mohos	Recuento en placa - Método estándar	ISO 21527-2, AOAC 2012.05
Recuento de Coliformes Totales	Recuento en placa - Método estándar	ISO 21527-2, AOAC 2012.05

RESULTADOS ANALÍTICOS:

Tabla 1. Recuento de Aerobios Mesófilos

TRATAMIENTO	n	m (UFC/mL)	M (UFC/mL)	RESULTADO	CRITERIO DE EVALUACIÓN
A1B1	5	1000	10000	≤ 3 UFC/mL	ACEPTABLE
A1B2	5	1000	10000	< 3 UFC/mL	ACEPTABLE
A2B1	5	1000	10000	< 3 UFC/mL	ACEPTABLE
A2B2	5	1000	10000	< 3 UFC/mL	ACEPTABLE
A3B2	5	1000	10000	≤ 3 UFC/mL	ACEPTABLE
A3B3	5	1000	10000	< 3 UFC/mL	ACEPTABLE
Control	5	1000	10000	< 3 UFC/mL	ACEPTABLE

Tabla 2. Recuento de Mohos

TRATAMIENTO	n	m (UFC/mL)	M (UFC/mL)	RESULTADO	CRITERIO DE EVALUACIÓN
A1B1	5	1000	10000	< 3 UFC/mL	ACEPTABLE
A1B2	5	1000	10000	< 3 UFC/mL	ACEPTABLE
A2B1	5	1000	10000	< 3 UFC/mL	ACEPTABLE
A2B2	5	1000	10000	< 3 UFC/mL	ACEPTABLE
A3B2	5	1000	10000	< 3 UFC/mL	ACEPTABLE
A3B3	5	1000	10000	< 3 UFC/mL	ACEPTABLE
Control	5	1000	10000	< 3 UFC/mL	ACEPTABLE

Tabla 3. Recuento de Coliformes Totales

TRATAMIENTO	n	m (UFC/mL)	M (UFC/mL)	RESULTADO	CRITERIO DE EVALUACIÓN
A1B1	5	10	100	< 3 UFC/mL	ACEPTABLE
A1B2	5	10	100	< 3 UFC/mL	ACEPTABLE
A2B1	5	10	100	< 3 UFC/mL	ACEPTABLE
A2B2	5	10	100	< 3 UFC/mL	ACEPTABLE
A3B2	5	10	100	< 3 UFC/mL	ACEPTABLE


CHRISTIAN ALVARADO RIVERA SALAZAR
BIOLÓGICO - MICROBIOLOGO
DIVISION MEDICO LEGAL AMAZONAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA

A3B3	5	10	100	< 3 UFC/mL	ACEPTABLE
Control	5	10	100	< 3 UFC/mL	ACEPTABLE

RESPONSABLE TÉCNICO:

Dr. Cristian Rivera Salazar
Dr. en Ciencias Biológicas
CBP 4152

NOTAS IMPORTANTES:

- Este informe se refiere únicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s).
- Los resultados no deben ser utilizados como certificado de conformidad del producto.
- La reproducción parcial de este informe no está permitida sin autorización escrita del laboratorio.
- Los resultados son válidos al momento del análisis.


CHRISTIAN ALEXANDER RIVERA SALAZAR
BIÓLOGO - MICROBIOLOGO
DIVISIÓN MEDICINA Y LABORATORIO

Nota: Informe de los análisis microbiológicos para recuento de aerobios mesófilos, mohos y recuento de coliformes totales en el hidromiel. Resultados obtenidos del laboratorio de la Facultad de Ciencias de la Salud, confirmando ausencia del crecimiento de recuento de aerobios mesófilos, mohos y coliformes totales (< 3 UFC/G) en todas las formulaciones evaluadas (A1B1, A1B2, A2B1, A2B2, A3B2, A3B3, control). Criterios de evaluación Aceptable.



P



Q



R

Nota: Evaluación sensorial del hidromiel. **P.** Orientación en la etapa sensorial a los panelistas. **Q.** Degustación sensorial con panelistas no entrenados. **R.** Panelista completando el cuestionario digital de Survey Monkey, para evaluación de atributos sensoriales y descriptores, en cabina individual.

Anexo 10. Formulario aplicado en el Análisis Sensorial del hidromiel, a través de la plataforma SurveyMonkey

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

1. BIENVENIDO

Bienvenido al análisis sensorial de hidromiel. Será entregado a usted muestras de hidromiel para evaluar la aceptación y sus características sensoriales. Leer las instrucciones antes de realizar la evaluación.

Por cada muestra tendrá un formulario digital de evaluación con su CÓDIGO respectivo. Al finalizar una muestra, por favor consuma agua para limpiar el paladar.



ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

2. DATOS DEL PANELISTA

* 1. Nombres y Apellidos:

* 2. Sexo:

Femenino Masculino Prefiero no decirlo

* 3. Categoría:

Administrativo Docente Estudiante

* 4. Si eres estudiante indica el ciclo:

* 5. Edad:

* 12. Por favor indique con el deslizador cuanto le gustó el **DESCRIPTOR DE AROMA**, utilizando la escala de aceptación que varía de "me disgusta extremadamente" hasta "me gusta extremadamente"

Me disgusta extremadamente No me gusta ni me disgusta Me gusta extremadamente

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

5. EVALUACIÓN DE DESCRIPTORES DE SABOR, AROMA Y SENSACIÓN EN BOCA

Usando el sentido del GUSTO y olfato, marque las casillas correspondientes. Puede marcar más de una:



* 13. Descriptores de SABOR:

Dulce Amargo Levadura
 Ácido Tanino

* 14. Descriptores de AROMA:

Miel Alcohólico Mielaza
 Fruta Cítrico Almidado
 Floral Herbáceo
 Espectat Caramelo

* 15. Descriptores de SENSACIÓN EN BOCA:

Cremosa Astringente Mielica
 Suave Amaderado

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

6. EVALUACIÓN DE LA APARIENCIA

Usando el sentido de la VISTA, marque las casillas correspondientes:

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

3. CÓDIGO DE LA PRIMERA MUESTRA

Por favor digite el CÓDIGO que le fue entregado por el asistente.

PRIMERA MUESTRA

* 6. Código de la primera muestra:

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

1. EVALUACIÓN DEL AROMA

Usando sólo el sentido del OÍFATO, marque las casillas correspondientes:



* 7. Aroma a MIFI:

Ninguna Baja Media Alta Muy Alta

* 8. Aroma a FRUTA:

Ninguna Baja Media Alta Muy Alta

* 9. Aroma a FIORAL:

Ninguna Baja Media Alta Muy Alta

* 10. Aroma a ESPECIAS:

Ninguna Baja Media Alta Muy Alta

* 11. Aroma a ALCOHOL:

Ninguna Baja Media Alta Muy Alta

¿CUANTO TE CUSTO EL AROMA DE LA HIDROMIEL?



* 16. COLOR:

Blanca agua Cobre Granate
 Paja Salmón Leonado
 Amarillo Rosa Marrón
 Oro Rubí Naranja
 Ámbar Morado

* 17. Intensidad del COLOR:

Pálido Medio Intenso

* 18. CLARIDAD:

Clara Cielo Nublado
 Brillante Brumoso Opaco

* 19. CO2 (GAS):

Sin gas Pequeñas y escasas burbujas Burbujante Espumoso

¿CUANTO TE GUSTÓ LA APARIENCIA DE LA HIDROMIEL?

* 20. Por favor indique con el deslizador cuanto le gustó el ASPECTO, utilizando la escala de aceptación que varía de "me disgusta extremadamente" hasta "me gusta extremadamente"

Me disgusta extremadamente No me gusta ni me disgusta Me gusta extremadamente

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

7. EVALUACIÓN DEL SABOR

Usando el sentido del GUSTO, marque las casillas correspondientes:

- * 38. COLOR:
- | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <input type="radio"/> Blanco agua | <input type="radio"/> Cobrizo | <input type="radio"/> Granate |
| <input type="radio"/> Dúpla | <input type="radio"/> Salina | <input type="radio"/> Leonado |
| <input type="radio"/> Amarillo | <input type="radio"/> Rosa | <input type="radio"/> Marrón |
| <input type="radio"/> Oro | <input type="radio"/> Índic | <input type="radio"/> Naranja |
| <input type="radio"/> Anís | <input type="radio"/> Moreado | |
- * 39. Intensidad del COLOR:
- Pálido Medio Profundo
- * 40. CLARIDAD:
- Crema Claro Nublado
- Brillante Brumoso Opaco
- * 41. CO2 (GAS):
- Sin gas Poquitas y escasas burbujas Unabujote Espumoso

¿CUANTO TE GUSTÓ LA APARIENCIA DE LA HIDROMIEL?

* 42. Por favor indique con el deslizador cuanto le gustó el ASPECTO, utilizando la escala de aceptación que varía de "me disgusta extremadamente" hasta "me gusta extremadamente"

Me disgusta extremadamente No me gusta ni me disgusta Me gusta extremadamente

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

15. EVALUACIÓN DEL SABOR

Usando el sentido del GUSTO, marque las casillas correspondientes:



EVALUACIÓN DEL SABOR. Marque las casillas correspondientes:

* 43. SABOR, indique la intensidad con la que percibe los sabores presentados en las columnas.

	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Miel:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dulzor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Frutas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Especias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ácido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Taninos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alcohol	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CO2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

¿CUANTO TE GUSTO EL SABOR ?

* 44. Por favor indique con el deslizador cuanto le gustó el SABOR Y SENSACIÓN EN BOCA, utilizando la escala de aceptación que varía de "me disgusta extremadamente" hasta "me gusta extremadamente"

Me disgusta extremadamente No me gusta ni me disgusta Me gusta extremadamente

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

16. EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA GENERAL

* 45. Experiencia General

No parece una Hidromiel Hidromiel Clásica

* 46. Experiencia General

Con defectos significativos Aspecto Imperfecto

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

17. ACEPTABILIDAD GLOBAL O GENERAL DE LA HIDROMIEL

* 47. ACEPTABILIDAD GLOBAL DE LA HIDROMIEL

Me disgusta extremadamente No me gusta ni me disgusta Me gusta extremadamente

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

18. CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE PERCEPCIÓN

* 48. Sección 1: Evaluación de la disposición a comprar:

Basándose en la degustación que has realizado ¿consideras adquirir la bebida de Hidromiel elaborada a base de miel de abeja y levadura *Hanseniaspora valbyensis*?

- Definitivamente no compraría Probablemente no compraría Podría o no podría comprar
- Probablemente compraría Definitivamente compraría

* 49. Sección 2: Reflexiones y comentarios adicionales

Si has experimentado productos similares, te invitamos a comparar tu experiencia con la hidromiel que has evaluado. ¿En qué medida crees que esta bebida alcohólica se diferencia o se asemeja a estos productos similares?

	Muy Diferente	Moderadamente Diferente	Muy Similar
Vino de manzana	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cerveza artesanal de miel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mieler	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

19. CÓDIGO DE LA TERCERA MUESTRA

TERCERA MUESTRA

* 50. Código de la TERCERA MUESTRA:

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

20. EVALUACIÓN DEL AROMA

Usando sólo el sentido del OLFATO, marque las casillas correspondientes:



* 51. Aroma a MIEL:

- Ninguna Baja Media Alta Muy Alta

* 52. Aroma a FRUTA:

- Ninguna Baja Media Alta Muy Alta

* 53. Aroma a PI ORAL:

- Ninguna Baja Media Alta Muy Alta

* 54. Aroma a ESPECIAS:

- Ninguna Baja Media Alta Muy Alta

* 55. Aroma a ALCOHOL:

- Ninguna Baja Media Alta Muy Alta

¿CUANTO TE GUSTO EL AROMA DE LA HIDROMIEL ?

* 56. Por favor indique con el deslizador cuanto le gustó el DESCRIPTOR DE AROMA, utilizando la escala de aceptación que varía de "me disgusta extremadamente" hasta "me gusta extremadamente"

Me disgusta extremadamente No me gusta ni me disgusta Me gusta extremadamente

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

21. EVALUACIÓN DE DESCRIPTORES DE SABOR, AROMA Y SENSACIÓN EN BOCA

Usando el sentido del GUSTO y olfato, marque las casillas correspondientes. Puede marcar más de una:



* 57. Descriptores de SABOR:

- Dulce
- Amargo
- Ácido
- Leñoso
- Levadura

* 58. Descriptores de AROMA:

- Miel
- Alcohólico
- Melosa
- Fruta
- Cítrico
- Afrutado
- Floral
- Herbáceo
- Especias
- Caramelo

* 59. Descriptores de SENSACIÓN EN BOCA:

- Cremoso
- Astringente
- Melístico
- Suave
- Amudorado

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

22. EVALUACIÓN DE LA APARIENCIA

Usando el sentido de la VISTA, marque las casillas correspondientes:



* 60. COLOR:

- Blanco agua
- Coque
- Grano
- Paja
- Salmón
- Teorado
- Amarillo
- Rosa
- Marrón
- Oro
- Rubí
- Naranja
- Anís
- Morado

* 61. Intensidad del COLOR:

- Pálido
- Medio
- Profundo

¿CUANTO TE GUSTÓ EL SABOR ?

* 66. Por favor indique con el deslizador cuanto le gustó el SABOR Y SENSACIÓN EN BOCA, utilizando la escala de aceptación que varía de "me disgusta extremadamente" hasta "me gusta extremadamente"

Me disgusta extremadamente No me gusta ni me disgusta Me gusta extremadamente

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

24. EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA GENERAL

* 67. Experiencia General

No parece una Hidromiel Hidromiel Clásica

★ ★ ★ ★ ★

* 68. Experiencia General

Con defectos significativos Aspecto Impecable

★ ★ ★ ★ ★

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

25. ACEPTABILIDAD GLOBAL O GENERAL DE LA HIDROMIEL

* 69. ACEPTABILIDAD GLOBAL DE LA HIDROMIEL

Me disgusta extremadamente No me gusta ni me disgusta Me gusta extremadamente

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

26. CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE PERCEPCIÓN

* 62. CLARIDAD:

- Gema
- Claro
- Nublado
- Brillante
- Brumoso
- Opaco

* 63. CO2 (GAS):

- Sin gas
- Pocas uñas y secas burbujas
- Burbujante
- Espumoso

¿CUANTO TE GUSTÓ LA APARIENCIA DE LA HIDROMIEL?

* 64. Por favor indique con el deslizador cuanto le gustó el ASPECTO, utilizando la escala de aceptación que varía de "me disgusta extremadamente" hasta "me gusta extremadamente"

Me disgusta extremadamente No me gusta ni me disgusta Me gusta extremadamente

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

23. EVALUACIÓN DEL SABOR

Usando el sentido del GUSTO, marque las casillas correspondientes:



EVALUACIÓN DEL SABOR. Marque las casillas correspondientes:

* 65. SABOR, indique la intensidad con la que percibe los sabores presentados en las columnas.

	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Miel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dulzor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Frutas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Especias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ácido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Termines	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alcohol	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CO2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

* 70. Sección 1: Evaluación de la disposición a comprar.

Basándose en la degustación que has realizado ¿consideras adquirir la bebida de Hidromiel elaborada a base de miel de abeja y levadura *Hanseniaspora valbyensis*?

- Definitivamente no compraría
- Probablemente no compraría
- Podría o no podría comprar
- Probablemente compraría
- Definitivamente compraría

* 71. Sección 2: Reflexiones y comentarios adicionales

Si has experimentado productos similares, te invitamos a comparar tu experiencia con la hidromiel que has evaluado. ¿En qué medida crees que esta bebida alcohólica se diferencia o se asemeja a estos productos similares?

	Muy Diferente	Moderadamente Diferente	Muy Similar
Vino de uva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sierra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cerveza artesanal de miel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nectar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

27. CODIGO DE LA CUARTA MUESTRA

CUARTA MUESTRA

* 72. Código de la CUARTA MUESTRA:

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

28. EVALUACIÓN DEL AROMA

Usando sólo el sentido del OLFATO, marque las casillas correspondientes:



* 73. Aroma a MIEL:

- Ninguna
- Baja
- Media
- Alta
- Muy Alta

- * 74. Aroma a FRUTA:
- Ninguna Baja Media Alta Muy Alta
- * 75. Aroma a FLORES:
- Ninguna Baja Media Alta Muy Alta
- * 76. Aroma a ESPECIAS:
- Ninguna Baja Media Alta Muy Alta
- * 77. Aroma a ALCOHOL:
- Ninguna Baja Media Alta Muy Alta

¿CUANTO LE GUSTÓ EL AROMA DE LA HIDROMIEL?

* 78. Por favor indique con el deslizador cuanto le gustó el **DESCRIPTOR DE AROMA**, utilizando la escala de aceptación que varía de "me disgusta extremadamente" hasta "me gusta extremadamente"

Me disgusta extremadamente No me gusta ni me disgusta Me gusta extremadamente

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

29. EVALUACIÓN DE DESCRIPTORES DE SABOR, AROMA Y SENSACIÓN EN BOCA

Usando el sentido del GUSTO y olfato, marque las casillas correspondientes. Puede marcar más de una:



- * 79. Descriptores de SABOR:
- Dulce Amargo Levedura
- Ácido Salado

* 86. Por favor indique con el deslizador cuanto le gustó el **ASPECTO**, utilizando la escala de aceptación que varía de "me disgusta extremadamente" hasta "me gusta extremadamente"

Me disgusta extremadamente No me gusta ni me disgusta Me gusta extremadamente

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

31. EVALUACIÓN DEL SABOR

Usando el sentido del GUSTO, marque las casillas correspondientes:



EVALUACIÓN DEL SABOR. Marque las casillas correspondientes:

* 87. SABOR, indique la intensidad con la que percibe los sabores presentados en las columnas.

	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Miel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dulzor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Frutax	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Liposaca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ácido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escamoso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alcohol	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CO2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

¿CUANTO LE GUSTÓ EL SABOR?

* 88. Por favor indique con el deslizador cuanto le gustó el **SABOR Y SENSACIÓN EN BOCA**, utilizando la escala de aceptación que varía de "me disgusta extremadamente" hasta "me gusta extremadamente"

Me disgusta extremadamente No me gusta ni me disgusta Me gusta extremadamente

* 80. Descriptores de AROMA:

- Miel Alcohol Mielaza
- Fruta Clásico Afrutado
- Floral Herbáceo
- Especias Caramelo

* 81. Descriptores de SENSACIÓN EN BOCA:

- Cremoso Astringente Metálico
- Suave Amargado

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

30. EVALUACIÓN DE LA APARIENCIA

Usando el sentido de la VISTA, marque las casillas correspondientes:



* 82. COLOR:

- Blanco agua Cobrizo Granate
- Paja Salmón Leonado
- Anacardo Hoso Mariña
- Oro Rubí Naranja
- Ambar Morado

* 83. Intensidad del COLOR:

- Pálido Medio Profundo

* 84. CLARIDAD:

- Crema Claro Nublado
- Brillante Brumoso Opaco

* 85. CO2 (GAS):

- Sin gas Pequeñas y escasas burbujas Burbujearse Espumoso

¿CUANTO LE GUSTÓ LA APARIENCIA DE LA HIDROMIEL?

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

32. EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA GENERAL

* 89. Experiencia General

No parece una Hidromiel Hidromiel Clásica

★ ★ ★ ★ ★

* 90. Experiencia General

Con defectos significativos Aspecto Impecable

★ ★ ★ ★ ★

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

33. ACEPTABILIDAD GLOBAL O GENERAL DE LA HIDROMIEL

* 91. ACEPTABILIDAD GLOBAL DE LA HIDROMIEL

Me disgusta extremadamente No me gusta ni me disgusta Me gusta extremadamente

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

34. CUESTIONARIO DE EVALUACION DE PERCEPCION

* 92. Sección 1: Evaluación de la disposición a comprar.

Basándose en la degustación que has realizado ¿consideras adquirir la bebida de Hidromiel elaborada a base de miel de abeja y levadura *Hanseniaspora valbyensis*?

- Definitivamente no compraría Probablemente no compraría Podría o no podría comprar
- Probablemente compraría Definitivamente compraría

* 93. Sección 2: Reflexiones y comentarios adicionales.
Si has experimentado productos similares, te invitamos a comparar tu experiencia con la hidromiel que has evaluado. ¿En qué medida crees que esta bebida alcohólica se diferencia o se asemeja a estos productos similares?

	Muy Diferente	Modestamente Diferente	Muy Similar
Vino de manzana	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sidra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cerveza artesanal de azahar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Néctar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

35. CÓDIGO DE LA QUINTA MUESTRA

QUINTA MUESTRA

* 94. Código de la QUINTA MUESTRA:

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

36. EVALUACIÓN DEL AROMA

Usando sólo el sentido del OÍFATO, marque las casillas correspondientes:



- * 95. Aroma a MIEL:
 Ninguna Baja Media Alta Muy Alta
- * 96. Aroma a FRUTA:
 Ninguna Baja Media Alta Muy Alta
- * 97. Aroma a FLORAL:
 Ninguna Baja Media Alta Muy Alta

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

38. EVALUACIÓN DE LA APARIENCIA

Usando el sentido de la VISTA, marque las casillas correspondientes:



- * 104. COLOR:
 Blanco opaco Cobrizo Grueso
 Pálido Salmón Luminoso
 Amarillo Rosa Marrón
 Oro Rojo Naranja
 Ámbar Morado
- * 105. Intensidad del COLOR:
 Pálido Medio Profundo
- * 106. CLARIDAD:
 Clara Opaca Nublada
 Brillante Brumoso Opaco
- * 107. CO2 (GAS):
 Sin gas Dequitás y escaceas burbujas Burbujeante Espumoso

¿CUANTO TE GUSTÓ LA APARIENCIA DE LA HIDROMIEL?

* 108. Por favor indique con el deslizador cuanto le gustó el ASPECTO, utilizando la escala de aceptación que varía de "me disgusta extremadamente" hasta "me gusta extremadamente"

Me disgusta extremadamente No me gusta ni me disgusta Me gusta extremadamente

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

39. EVALUACIÓN DEL SABOR

* 98. Aroma a ESPECIAS:

- Ninguna Baja Media Alta Muy Alta

* 99. Aroma a ALCOHOL:

- Ninguna Baja Media Alta Muy Alta

¿CUANTO LE GUSTÓ EL AROMA DE LA HIDROMIEL?

* 100. Por favor indique con el deslizador cuanto le gustó el DESCRIPTOR DE AROMA, utilizando la escala de aceptación que varía de "me disgusta extremadamente" hasta "me gusta extremadamente"

Me disgusta extremadamente No me gusta ni me disgusta Me gusta extremadamente

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

37. EVALUACIÓN DE DESCRIPTORES DE SABOR, AROMA Y SENSACIÓN EN BOCA

Usando el sentido del GUSTO y olfato, marque las casillas correspondientes. Puede marcar más de una:



- * 101. Descriptores de SABOR:
 Dulce Amargo Levadura
 Ácido Tanino
- * 102. Descriptores de AROMA:
 Miel Alcohol Melaza
 Fruta Cítricos Afrutado
 Floral Herbáceo
 Especias Caramelo
- * 103. Descriptores de SENSACIÓN EN BOCA:
 Cremoso Astringente Metálico
 Seco Amaderado

Usando el sentido del GUSTO, marque las casillas correspondientes:



EVALUACIÓN DEL SABOR. Marque la casilla correspondiente:

* 109. SABOR, indique la intensidad con la que percibe los sabores presentados en las columnas.

	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Miel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dulzor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Frutas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Espicias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ácido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Taninos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alcohol	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CO2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

¿CUANTO LE GUSTÓ EL SABOR?

* 110. Por favor indique con el deslizador cuanto le gustó el SABOR Y SENSACIÓN EN BOCA, utilizando la escala de aceptación que varía de "me disgusta extremadamente" hasta "me gusta extremadamente"

Me disgusta extremadamente No me gusta ni me disgusta Me gusta extremadamente

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

40. EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA GENERAL

* 111. Experiencia General

No parece una Hidromiel Hidromiel Clásica



* 112. Experiencia General

Con detalles significativos Aspecto Impecable

★ ★ ★ ★ ★

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

41. ACEPTABILIDAD GLOBAL O GENERAL DE LA HIDROMIEL

* 113. ACEPTABILIDAD GLOBAL DE LA HIDROMIEL

Me disgusta extremadamente No me gusta ni me disgusta Me gusta extremadamente

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

42. CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE PERCEPCIÓN

* 114. Sección 1: Evaluación de la disposición a comprar.

Basándose en la degustación que has realizado ¿consideras adquirir la bebida de Hidromiel elaborada a base de miel de abeja y levadura *Hanseniaspora valbyensis*?

Definitivamente no compraría Probablemente no compraría Podría o no podría comprar Probablemente compraría Definitivamente compraría

* 115. Sección 2: Reflexiones y comentarios adicionales

Si has experimentado productos similares, te invitamos a comparar tu experiencia con la hidromiel que has evaluado. ¿En qué medida crees que esta bebida alcohólica se diferencia o se asemeja a estos productos similares?

	Muy Diferente	Moderadamente Diferente	Muy Similar
Vino de uva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sidra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cerveza artesanal de miel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nóctur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

43. CÓDIGO DE LA SEXTA MUESTRA

SEXTA MUESTRA

* 116. Código de la SEXTA MUESTRA:

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

44. EVALUACIÓN DEL AROMA

Usando sólo el sentido del OÍFATO, marque las casillas correspondientes:



- * 117. Aroma a MIEL: Ninguna Baja Media Alta Muy Alta
- * 118. Aroma a PLUJA: Ninguna Baja Media Alta Muy Alta
- * 119. Aroma a FLORAL: Ninguna Baja Media Alta Muy Alta
- * 120. Aroma a ESPECIAS: Ninguna Baja Media Alta Muy Alta
- * 121. Aroma a ALCOHOL: Ninguna Baja Media Alta Muy Alta

¿CUANTO TE GUSTÓ EL AROMA DE LA HIDROMIEL?

* 122. Por favor indique con el deslizador cuanto le gustó el DESCRIPTOR DE AROMA, utilizando la escala de aceptación que varía de "me disgusta extremadamente" hasta "me gusta extremadamente"

Me disgusta extremadamente No me gusta ni me disgusta Me gusta extremadamente

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

45. EVALUACIÓN DE DESCRIPTORES DE SABOR, AROMA Y SENSACIÓN EN BOCA

Usando el sentido del GUSTO y olfato, marque las casillas correspondientes. Puede marcar más de una:



- * 123. Descriptores de SABOR: Dulce Amargo Levadura Ácido Tanino
- * 124. Descriptores de AROMA: Miel Alcohólico Melaza Fruta Cítricos Afrutado Floral Herbales Especias Caramelo
- * 125. Descriptores de SENSACIÓN EN BOCA: Cremoso Astringente Melático Sacso Amulegado

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

46. EVALUACIÓN DE LA APARIENCIA

Usando el sentido de la VISTA, marque las casillas correspondientes:



- * 126. COLOR: Blanco agua Cofiro Opaco Baja Salmón Leonado Amarillo Rosa Marrón Oro Rubí Naranja Anís Morado
- * 127. Intensidad del COLOR: Pálido Medio Profundo
- * 128. CIARIDAD: Gema Claro Nublado Brillante Brumoso Opaco
- * 129. CO2 (GAS): Sin gas Pochas y escasas burbujas Burbujante Espumoso

¿CUANTO TE GUSTÓ LA APARIENCIA DE LA HIDROMIEL?

* 130. Por favor indique con el deslizador cuanto le gustó el ASPECTO, utilizando la escala de aceptación que varía de "me disgusta extremadamente" hasta "me gusta extremadamente"

Me disgusta extremadamente No me gusta ni me disgusta Me gusta extremadamente

ANÁLISIS SENSORIAL DE HIDROMIEL FERMENTADA CON *Hanseniaspora valbyensis*

47. EVALUACIÓN DEL SABOR

Usando el sentido del GUSTO, marque las casillas correspondientes:



EVALUACIÓN DEL SABOR. Marque las casillas correspondientes:

Anexo 11. Consentimiento Libre e Informado



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

Consentimiento informado de aplicación de análisis sensorial de hidromiel

Producto: Bebida fermentada (hidromiel) elaborada a base de miel de abeja y levadura *Hanseniaspora valbyensis*.

Fecha:.....

Yo, identificado con documento de identidad N°, edad....., ciclo....., he sido informado plenamente sobre los objetivos del proyecto y por voluntad propia doy mi consentimiento para la aplicación de análisis sensorial de hidromiel que están llevando a cabo las estudiantes a cargo Karina Marisol Abarca Peña y Luzmeri Delgado Bocanegra del proyecto de “Producción de hidromiel con levadura no convencional *Hanseniaspora valbyensis*: aspectos microbiológicos, fisicoquímicos y sensorial”, llevado a cabo en la Universidad Nacional de Jaén.

La evaluación sensorial de hidromiel será realizada utilizando Check-All-ThatApply (CATA), en la cual los panelistas deberán probar las muestras y describirlas. Serán reclutados 120 panelistas que tengan disponibilidad e interés en participar de la evaluación sensorial; un criterio de exclusión para los panelistas es que no padezca de problemas respiratorios, visuales no tratados, diabetes, dificultades en la percepción del olor y el sabor, o sean alérgicos o sensibles a los ingredientes utilizados en la producción.

Por lo antes mencionado, hago constar que he leído y entendido en su totalidad este documento, por lo que en constancia firmo y acepto su contenido.

Firma del panelista

Anexo 12. Constancia de aprobación



LEY DE CREACIÓN 29304. RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO N°002-2018-SUNEDU/CD

VICEPRESIDENCIA DE INVESTIGACIÓN
COMITÉ DE ÉTICA

“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

Jaén, 04 de noviembre del 2024

OFICIO N° 003-2024 / VPI-UNJ/ CE

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE PROYECTO COMITÉ DE ÉTICA-UNJ

El presidente del comité institucional de ética en investigación de la Universidad Nacional de Jaén hace constar que el proyecto titulado:

“PRODUCCIÓN DE HIDROMIEL CON LEVADURA NO CONVENCIONAL *Hanseniaspora valbyensis*: ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS, FÍSICOQUÍMICOS Y SENSORIALES”

Presentado por los bachilleres Karina Abarca Peña y Luzmeri Delgado Bocanegra, ha sido analizado y aprobado en base al código de ética en investigación científica de la Universidad Nacional de Jaén que cuenta con resolución N° 066-2021-CO-UNJ.

Dr. Nicanor Alvarado Carrasco

Presidente del Comité de Ética en investigación

Universidad Nacional de Jaén