

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



**DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE
FERMENTACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE UNA
BEBIDA ALCOHÓLICA A BASE DE PITAHAYA (*Hylocereus
megalanthus*)**

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

**Autores : Bach. Jelensin Yeir Diaz Perez
Bach. Yeny Roxana Alarcon Llamo**

Asesora : Dra. Delicia Liliana Bazán Tantaleán

JAÉN PERÚ – SETIEMBRE – 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'L. Bazán D.', enclosed in a blue oval stamp.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jelensin', enclosed in a blue oval stamp.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Yeny', enclosed in a blue oval stamp.

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 16 de noviembre del año 2022, siendo las 17:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

- Presidente : M.Sc. Yuriko Sumiyo Murillo Domen
- Secretario : Mg. Ralph Stein Rivera Botonares
- Vocal : Mg. Romel Ivan Guevara Guerrero

Para evaluar la Sustentación de:

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

Titulado: “DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA A BASE DE PITAHAYA (*Hylocereus megalanthus*)”, presentado por los Bachilleres: Jelensin Yeir Diaz Perez Yeny Roxana Alarcon Llamo, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el jurado acuerda:


- () Aprobar () Desaprobar () Unanimidad () Mayoría


Con la siguiente mención:

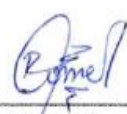
- | | | |
|----------------|------------|--|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | 14 (<input checked="" type="checkbox"/>) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 o menos | () |

Siendo las 18:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Jaén, 16 de noviembre de 2022

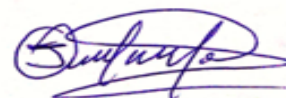

Mg. Yuriko Sumiyo Murillo Domen
Presidente Jurado Evaluador


Mg. Ralph Stein Rivera Botonares
Secretario Jurado Evaluador


Mg. Romel Ivan Guevara Guerrero
Vocal Jurado Evaluador





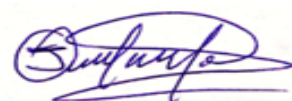


INDICE

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCIÓN	11
II. OBJETIVOS	13
1.2. Objetivo general	13
1.3. Objetivos específicos.....	13
III. MATERIAL Y MÉTODOS	14
3.1. Lugar de ejecución	14
3.2. Preparación de la bebida alcohólica	14
3.2.1. Población	14
3.2.2. Muestra.....	14
3.2.3. Muestreo	14
3.3. Aceptabilidad del producto	15
3.3.1. Criterios de selección de los panelistas	15
3.3.2. Criterio de exclusión de los panelistas	15
3.3.3. Flujograma de la elaboración de la bebida alcohólica.....	16
3.4. Determinación de la formulación de la bebida alcohólica	25
3.5. Diseño experimental.....	25
3.6. Análisis fisicoquímico.....	28
3.7. Evaluación de la aceptabilidad de la bebida alcohólica	30
IV. RESULTADOS.....	31
4.1. Análisis fisicoquímico.....	31
4.1.1. Análisis fisicoquímico de una bebida alcohólica	31
4.2. Aceptabilidad del producto	43
4.2.1. Aceptabilidad de las características organolépticas de la bebida alcohólica de pitahaya amarilla.	43
4.2.2. Aceptabilidad de la bebida alcohólica en los estudiantes de la carrera de Ingeniería de Industrias Alimentarias.....	51
V. DISCUSIÓN	52



VI.	CONCLUSIONES	56
VII.	RECOMENDACIONES	57
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
	AGRADECIMIENTO	60
	DEDICATORIA.....	61
	ANEXOS.....	59



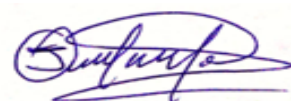
ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Cantidades de levadura (S. cerevisiae) por unidad experimental a fermentar....</i>	22
Tabla 2. <i>Cantidades de levadura (S. cerevisiae) y días de fermentación de cada unidad experimental.....</i>	24
Tabla 3. <i>Análisis de varianza para la concentración de grados Brix de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	31
Tabla 4. <i>Optimización de la concentración de °Brix de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	34
Tabla 5. <i>Análisis de varianza para el pH de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	33
Tabla 6. <i>Optimización del pH de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.....</i>	36
Tabla 7. <i>Análisis de varianza para la densidad de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	36
Tabla 8. <i>Optimización de la densidad de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	39
Tabla 9. <i>Análisis de varianza para el grado alcohólico de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	39
Tabla 10. <i>Optimización del grado alcohólico de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	42
Tabla 11. <i>Análisis de varianza (ANOVA) para el color de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	43
Tabla 12. <i>Prueba de Tukey para el color de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	43
Tabla 13. <i>Análisis de varianza (ANOVA) para el olor de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	44
Tabla 14. <i>Prueba de Tukey para el olor de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	45
Tabla 15. <i>Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	46
Tabla 16. <i>Prueba de Tukey para el sabor de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	46



Tabla 17. <i>Análisis de varianza (ANOVA) para la apariencia de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	47
Tabla 18. <i>Prueba de Tukey para la apariencia de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	48
Tabla 19. <i>Análisis de varianza (ANOVA) para la aceptación general de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	49
Tabla 20. <i>Prueba de Tukey para la aceptación general de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	49
Tabla 21. <i>⁰Brix recolectados durante la ejecución del proyecto de las 13 unidades experimentales de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	62
Tabla 22. <i>pH recolectados durante la ejecución del proyecto de las 13 unidades experimentales de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	63
Tabla 23. <i>Densidad datos recolectados durante la ejecución del proyecto de las 13 unidades experimentales de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	64
Tabla 24. <i>Grado alcohólico datos recolectados durante la ejecución del proyecto de las 13 unidades experimentales de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i> ..	65
Tabla 25. <i>Datos recolectados del color durante la ejecución del proyecto de las 13 unidades experimentales de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	66
Tabla 26. <i>Datos recolectados del olor durante la ejecución del proyecto de las 13 unidades experimentales de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	67
Tabla 27. <i>Datos recolectados del sabor durante la ejecución del proyecto de las 13 unidades experimentales de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i>	68
Tabla 28. <i>Datos recolectados del apariencia durante la ejecución del proyecto de las 13 unidades experimentales de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.</i> ..	69





ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Elaboración de bebida alcohólica de pitahaya amarilla</i>	15
Figura 2. <i>Recepción de la materia prima pitahaya amarilla</i>	16
Figura 3. <i>Selección de la pitahaya amarilla</i>	17
Figura 4. <i>Pesado de la pitahaya amarilla</i>	17
Figura 5. <i>Lavado y desinfección de la pitahaya amarilla</i>	18
Figura 6. <i>Pelado de la pitahaya amarilla</i>	18
Figura 7. <i>Extracción del zumo de la pitahaya amarilla</i>	19
Figura 8. <i>Acondicionamiento del mosto de la bebida alcohólica de la pitahaya amarilla</i>	20
Figura 9. <i>Enumeración de las unidades experimentales a fermentar</i>	20
Figura 10. <i>Fermentación del mosto de pitahaya amarilla</i>	22
Figura 11. <i>Diseño experimental del proceso fermentativo</i>	25
Figura 12. <i>Determinación del pH de la bebida alcohólica de pitahaya amarilla</i>	25
Figura 13. <i>Determinación de °Brix de la bebida alcohólica de pitahaya amarilla</i>	26
Figura 14. <i>Determinación de grado alcohólico y la densidad de la bebida alcohólica de pitahaya amarilla</i>	26
Figura 15. <i>Diagrama de Pareto estandarizado para la concentración de grados °Brix de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla</i>	31
Figura 16. <i>Superficie de respuesta para la concentración de grados °Brix de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla</i>	32
Figura 17. <i>Diagrama de Pareto estandarizado para el pH de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla</i>	34
Figura 18. <i>Superficie de respuesta para el pH de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla</i>	36
Figura 19. <i>Diagrama de Pareto estandarizado para densidad de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla</i>	37

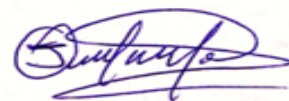


Figura 20. <i>Superficie de respuesta para la densidad de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.....</i>	38
Figura 21. <i>Diagrama de Pareto estandarizado para el grado alcohólico de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.....</i>	40
Figura 22. <i>Superficie de respuesta para el grado alcohólico de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.....</i>	41
Figura 23. <i>Toma de temperatura y desinfección a estudiantes que participan en la degustación de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.....</i>	72
Figura 24. <i>Aceptabilidad de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.....</i>	72



RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de los parámetros de fermentación (tiempo y concentración de inóculo), en las características fisicoquímicas y análisis sensorial de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla (*H. megalanthus*). Se utilizó un diseño experimental compuesto ortogonal central de dos niveles con dos variables de 13 unidades experimentales y tres repeticiones; por consiguiente, se utilizaron distintas cantidades (g) de levadura (*S. cerevisiae*) comercial en seco (0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25) como inóculo y diferentes tiempos (días) de fermentación (2, 4, 6, 8, 10). En la evaluación del análisis fisicoquímico se obtuvieron valores de 21.8 °Brix, pH 3.53, densidad de 0.98 g/ml y 14% de grado de alcohol a unos parámetros óptimos de 0.25 g de levadura y 10 días de fermentación, en el análisis sensorial se obtuvieron resultados de aceptación de color, olor, sabor y apariencia, con mayor puntuación en el tratamiento A10 (0.15 g de levadura y 6 días de fermentación). Se concluyó que a mayor concentración del inóculo de levadura y a mayor tiempo de fermentación, disminuye los grados °Brix, pH, densidad y aumenta el grado alcohólico, demostrando el efecto significativo de los parámetros de fermentación en las características fisicoquímica y sensorial mediante un modelo empírico.

Palabras clave: Pitahaya, fermentación, fisicoquímicas, varianza, mosto, alcohólica.



ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effect of fermentation parameters (time and inoculum concentration) on the physicochemical characteristics and sensory analysis of an alcoholic beverage based on yellow pitahaya (*H. megalanthus*). A two-level central orthogonal compound experimental design was used with two variables of 13 experimental units and three repetitions; therefore, different amounts (g) of yeast (*S. cerevisiae*) commercial dry (0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25) were used as inoculum and different times (days) of fermentation (2, 4, 6, 8, 10). In the evaluation of the physicochemical analysis, values of 21.8 °Brix, pH 3.53, density of 0.98 g/ml and 14% degree of alcohol were obtained at optimal parameters of 0.25 g of yeast and 10 days of fermentation, in the sensory analysis it was they obtained color, smell, flavor and appearance acceptance results, with the highest score in the A10 treatment (0.15 g of yeast and 6 days of fermentation). It was concluded that the higher the concentration of the yeast inoculum and the longer the fermentation time, the degrees °Brix, pH, density decrease and the alcoholic degree increases, demonstrating the significant effect of the fermentation parameters on the physicochemical and sensory characteristics through an empirical model.

Keywords: Pitahaya, fermentation, physicochemical, variance, must, alcoholic



I. INTRODUCCIÓN

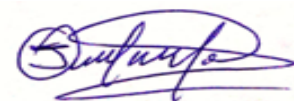
La Pitahaya, conocida comúnmente como “fruta del dragón”, es un fruto originario de Centroamérica y la selva peruana cuyo fruto puede ser de diferentes colores como amarillo, púrpura, rojo y blanco. Perteneciente a la familia de las cactáceas o suculentas. Posee de cáscara, su pulpa contiene pequeñas semillas negras, y se puede consumir como fruta fresca, así como en refrescos y cócteles (Ruiz et al, 2020).

Posee grandes cantidades de vitamina C, que es fundamental para la formación de dientes, huesos, colágenos y glóbulos rojos. Además, facilita y favorece la absorción de hierro en las células. “Tienen un alto poder antioxidante que mantiene al organismo joven y genera resistencia a infecciones” Adicionalmente también es recomendada para personas con problemas de diabetes, úlceras, gastritis, osteoporosis y anemia (Medina y Mendoza, 2011).

La cáscara de pitahaya puede ser una fuente importante de colorantes naturales debido a las restricciones en el uso de colorantes sintéticos en alimentos lo cual ha conducido al interés en el uso de antocianinas y flavonoides como colorantes alimenticios, así como en productos farmacéuticos, cosméticos y similares (De La Rosa y Reyes, 2016).

Una de las actividades que le abren grandes expectativas al Ingeniero Industrias Alimentarias es la elaboración de las bebidas alcohólicas, ya sea en grande o pequeña escala. Se generan muchas oportunidades para la aplicación de los conocimientos adquiridos en la generación de grandes ideas que contribuyan al desarrollo. Un aspecto inherente a la actividad de los Ingenieros de la Escuela Profesional de Industrias Alimentarias es mejorar la calidad de los productos, siendo esta una variable determinante frente a las exigencias de la competitividad en los mercados globalizados.

Las bebidas alcohólicas tienen su origen en el proceso de fermentación alcohólica. Todo líquido azucarado sufre esta fermentación de manera espontánea debido a la acción de las levaduras que, en ausencia de aire, destruyen la glucosa y otros azúcares produciendo dióxido de carbono y etanol. (Beraún, 2021).



El alcohol etílico es conocido como etanol, alcohol vínico y alcohol de melazas, es un líquido incoloro y volátil de olor agradable, que puede ser obtenido por dos métodos principales: la fermentación de las azúcares y un método sintético a partir del etileno. Además, afirman que la fermentación de los azúcares, es el proceso más común para su obtención a partir de macerados de granos, jugos de frutas, leche, papas o melazas, utilizando levaduras que contienen enzimas catalizadoras que transforman los azúcares complejos a sencillos y a continuación en alcohol y dióxido de carbono (Sanchez y Montenegro, 2021).

La zona de producción está ubicada en el caserío Tomaque Alto de la Provincia de San Ignacio – Departamento Cajamarca. La idea fundamental de este proyecto radica en la creación de un producto innovador y tiene como objetivo elaborar una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla; fruta que contiene características físicas y químicas necesarias para obtener una buena bebida alcohólica extendiendo la vida útil del producto y garantizando sus propiedades físicas, químicas y nutricionales, ya que es rica en vitamina c, hierro, fosforo, calcio y rica en fibra. Cabe acentuar que la inversión de este proyecto implantará nuevas oportunidades para darle un valor agregado y tener un mayor aprovechamiento de dicha fruta; ayudando de gran manera a la economía local.

Esta investigación se encamina a evaluar la eficiencia fermentativa, propiedades físico químicas y sensoriales de una bebida alcohólica no destilada de Pitahaya amarilla (*H. megalanthus*), analizando la calidad sensorial, los parámetros fisicoquímicos para el mejor tratamiento realizado con las muestras obtenidas con propiedades nutricionales aceptables para el consumo; por lo que servirá de mucha ayuda para los productores y la industria alimentaria de bebidas naturales, el cual puede ser comercializado siempre cumpliendo con los estándares de calidad y de acuerdo a la norma técnica peruana: 212.014.2011 (Troyes y Angulo, 2019).



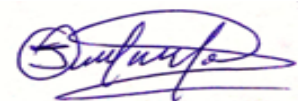
II. OBJETIVOS

1.2. Objetivo general

Determinar el efecto de los parámetros de fermentación (tiempo y concentración de inóculo), en las características fisicoquímicas y análisis sensorial de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla (*H. megalanthus*).

1.3. Objetivos específicos

- Establecer el procedimiento de elaboración de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla (*H. megalanthus*), empleando un diseño experimental central compuesto (ortogonal) de 2 variables a 2 niveles.
- Realizar la caracterización fisicoquímica y sensorial a las 13 unidades experimentales de la bebida alcohólica obtenidas por fermentación continua a diferentes tiempos de fermentación (2, 4, 6, 8, 10 días) y a diferentes concentraciones de levadura (*S. cerevisiae*) comercial en seco, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 g / 1000 ml de zumo a base de pitahaya amarilla (*H. megalanthus*).
- Determinar el efecto del tiempo y concentración del inóculo en las características fisicoquímica y sensoriales de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla (*H. megalanthus*) empleando un diseño factorial ortogonal de segundo orden.



III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El procedimiento experimental, sensorial y la evaluación fisicoquímica, se evaluaron en el laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

3.2. Preparación de la bebida alcohólica

Para la preparación de la bebida alcohólica se utilizó la siguiente población, muestra y muestreo:

3.2.1. Población

La población está determinada por los productores de pitahaya amarilla (*H. megalanthus*), del caserío Tomaque Alto distrito San Ignacio provincia San Ignacio departamento Cajamarca.

3.2.2. Muestra

La muestra fue probabilística y representativa y estuvo constituida por 14.600 kg de pitahaya amarilla (*H. megalanthus*), de las plantaciones, del caserío de Tomaque Alto distrito San Ignacio provincia San Ignacio departamento Cajamarca.

3.2.3. Muestreo

Se verificó el índice de madurez mediante inspección visual del color de la cáscara; además se contrastó que la pulpa se encuentre libre de magulladuras o picaduras. Así mismo, la especie fue identificada y corroborada por el Biólogo Alexander Huamán Mera, C.B.P. 9030.



3.3. Aceptabilidad del producto

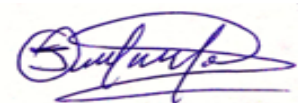
La aceptabilidad de la bebida alcohólica se trabajó con 32 panelistas semi - entrenados y capacitados (no certificados), los cuales fueron estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén, los cuales se encargaron de determinar la aceptación de las 13 unidades experimentales de la bebida alcohólica mediante el instrumento de recolección de datos.

3.3.1. Criterios de selección de los panelistas

- Estudiantes de IX y X ciclo de la carrera de Ingeniería de Industrias Alimentarias Universidad Nacional de Jaén.
- Buen estado de salud

3.3.2. Criterio de exclusión de los panelistas

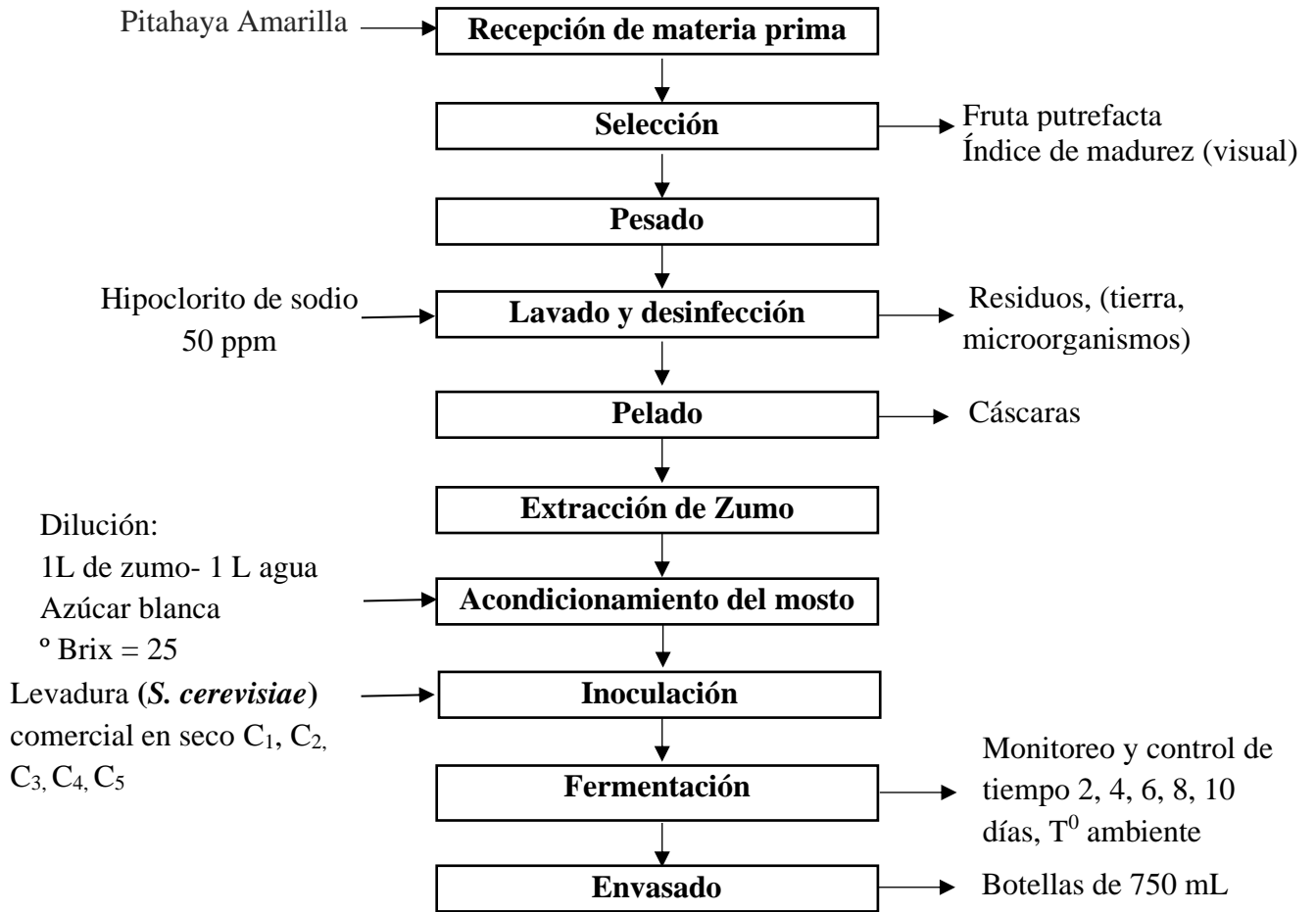
- No ser estudiantes del IX y X ciclo de Industrias Alimentarias Universidad Nacional de Jaén.
- No estén en buen estado de salud.
- Intolerancia al alcohol.



3.3.3. Flujograma de la elaboración de la bebida alcohólica

Figura 1

Elaboración de bebida alcohólica de pitahaya amarilla.



Fuente: Winchonlong (2018) con algunas modificaciones.

a. Recepción de la materia prima

Para la elaboración de la bebida alcohólica se procedió a recepcionar la pitahaya amarilla (*H. megalanthus*), pasando por una inspección visual donde se determinó si presentaban características aceptables para su consumo. Posteriormente se procedió a desinfectar con alcohol de 70° el área de trabajo (mesa de acero inoxidable), los investigadores utilizaron la indumentaria adecuada para realizar el procedimiento.

Figura 2

Recepción de la materia prima pitahaya amarilla.



b. Selección

La selección de la pitahaya amarilla (*H. megalanthus*), se procedió a verificar que la fruta esté madura, no presente magulladuras ni estado de putrefacción, seleccionando por su buen estado para posteriormente sean colocados en tinas de acero inoxidable.



Figura 3

Selección de la pitahaya amarilla.



c. Pesado

En una balanza electrónica se pesó 14.600 kg de materia prima, obteniendo un rendimiento de 10.053 kg de pulpa de pitahaya amarilla (*H. megalanthus*), esto nos permitirá estandarizar estos valores para formular el procedimiento.

Figura 4

Pesado de la pitahaya amarilla.



d. Lavado y desinfección

Una vez seleccionada la materia prima se procedió a lavar con agua para eliminar los residuos tierra y otros, luego se desinfectó la pitahaya con hipoclorito de sodio al 5% en disolución a 50 ppm en 4 L de agua para eliminar los microorganismos que se encuentran adheridas en la corteza, posteriormente se enjuaga con abundante agua.

Figura 5

Lavado y desinfección de la pitahaya amarilla.



e. Pelado

Con la ayuda de cuchillos, se empezó a retirar la corteza de la fruta, para ser picada en trozos pequeños y facilitar el licuado.

Figura 6

Pelado de la pitahaya amarilla.



f. Extracción del zumo

Para obtener el zumo se cortó la pulpa en recuadros pequeños con ayuda de cuchillos, para posteriormente ser triturada empleando una licuadora industrial por un tiempo de 30 segundos, se extrajo el zumo de la pitahaya agregando agua hervida y usando un colador de acero inoxidable de doble malla de 0.063 mm de orificio.

Figura 7

Extracción del zumo de la pitahaya amarilla.



g. Acondicionamiento del mosto

Para esta etapa se utilizó 1L de zumo de pitahaya amarilla y 1 L de agua hervida, posteriormente se le agregó azúcar blanca hasta completar los sólidos solubles a 25 °Brix.

L. Barzán B.

[Signature]

[Signature]

Figura 8

Acondicionamiento del mosto de la bebida alcohólica de la pitahaya amarilla.



h. Inoculación

Se optó por colocar la muestra de 250 ml en frascos de 750 ml, enumeradas del 1 al 13, dentro de ellas están los 4 puntos factoriales, 4 puntos axiales, 5 puntos centrales, de triple repetición obteniendo un total de 39 unidades experimentales. Luego se procedió a pesar las cantidades de levadura (*S. cerevisiae*) comercial en seco según la tabla 1, en una balanza analítica para posteriormente ser adicionadas a cada una de las unidades experimentales según corresponda.

Figura 9

Codificación de las unidades experimentales a fermentar.



L. Barzán B.

D. Barzán B.

D. Barzán B.

Tabla 1

Cantidades de la levadura (S. cerevisiae) comercial en seco por unidad experimental a fermentar.

Tratamientos	Levadura (g)
1	0.20
2	0.10
3	0.20
4	0.10
5	0.15
6	0.15
7	0.25
8	0.05
9	0.15
10	0.15
11	0.15
12	0.15
13	0.05

i. Fermentación

Para esta etapa se utilizó 3 baldes pequeños de 3 litros, agregando en cada uno 2.5 litros de agua hervida tibia y metabisulfito de sodio en una relación de 100 ppm (0.01g/L), para posteriormente introducir las mangueras asépticas del balde a los frascos de vidrio de las 13 unidades experimentales con sus respectivas repeticiones, de esta manera poder realizar la captación de las levaduras liberadas en la fermentación. Se realizó un buen sellado de los frascos y se colocó una manguera aséptica para tener un mejor proceso de fermentación. Esto se realizó para los parámetros (concentración de levadura y tiempo de

fermentación), de las 13 unidades experimentales con sus respectivas repeticiones sumando un total de 39.

Figura 10

Fermentación del mosto de pitahaya amarilla.



Tratamiento: Se procedió a enumerar los frascos de las 13 unidades experimentales con diferentes concentraciones de levadura en diferentes días de Fermentación.

L. Barzán B.

[Signature]

[Signature]

Tabla 2

Cantidad de levadura (S. cerevisiae) comercial en seco y días de Fermentación por unidad experimental.

Tratamiento a fermentar	Levadura (S. cerevisiae) (g)	Tiempo de fermentación (Días)
A1	0.20	8
A2	0.10	8
A3	0.20	4
A4	0.10	4
A5	0.15	10
A6	0.15	2
A7	0.25	6
A8	0.05	6
A9	0.15	6
A10	0.15	6
A11	0.15	6
A12	0.15	6
A13	0.05	6

j. Envasado

Para el envasado previamente se esterilizaron botellas de vidrio de 750 ml y la tapa rosca de metal, esterilizada a una Temperatura de 100 °C por un tiempo de 30 minutos luego se procedió a un envasado de manera manual, en frio y temperatura ambiente, posteriormente se sellaron herméticamente con tapa roscas de metal para evitar la contaminación con el aire.



3.4. Determinación de la formulación de la bebida alcohólica

Para el desarrollo de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla (*H. megalanthus*), se procedió a sacar 13 unidades experimentales donde cada una de ellas contó con diferentes cantidades de levadura y diferentes días de fermentación y fue de triple repetición para mayor seguridad de datos.

3.5. Diseño experimental

Se investigó el efecto de los parámetros de fermentación (tiempo y concentración del inóculo) sobre las características fisicoquímicos y sensoriales de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla. El estudio se desarrolló utilizando un diseño compuesto ortogonal central de dos niveles con dos variables para determinar el efecto de los parámetros de fermentación, como T - fermentación (días) y concentración del inóculo (g/1000 ml). El diseño consta de 4 puntos factoriales, 4 puntos axiales y 5 puntos centrales (Figura 11), para un total de 13 experimentos con tres repeticiones, haciendo un total de 39 unidades experimentales (Costas et al, 2019).

De la misma manera se determinaron los análisis fisicoquímicos a las 39 unidades experimentales, evaluándose el pH, °Brix, densidad y grado alcohólico. La medición del pH se llevó a cabo utilizando un pH metro digital- 913 Metrohm, con ayuda de una pipeta se extrajo 10 ml de muestra a un vaso de precipitación de 50 ml de cada tratamiento a evaluar ese día a una temperatura de 25°C.



Figura 11

Diseño experimental del proceso fermentativo.

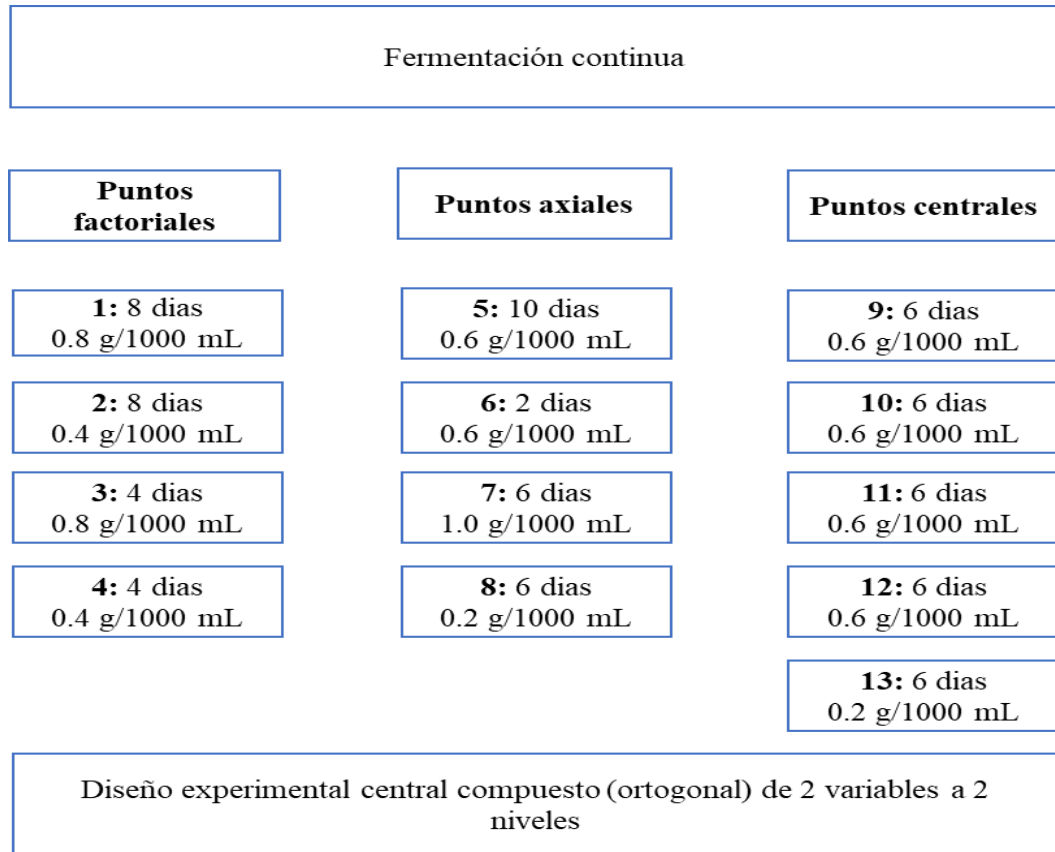


Figura 12

Determinación del pH de la bebida alcohólica de pitahaya amarilla.



Así mismo, la medición de los °Brix se realizó con un Brixometro BOECO Germany de 90° °Brix, el cual consistió en añadir 2 gotas en el lente ocular para determinar el grado °Brix de cada muestra a ser evaluada, previo a esto se realizó la limpieza y el lavado del equipo para hacer la lectura de la siguiente muestra, estos procedimientos se realizaron en el laboratorio de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

Figura 13

Determinación de °Brix de la bebida alcohólica de pitahaya amarilla.



La densidad y el grado alcohólico se midió con un densímetro, se procedió a sacar 100 ml de muestra de cada unidad experimental y se colocó en una probeta 100 ml a una temperatura de 15 °C.

Figura 14

Determinación del grado alcohólico y la densidad de la bebida alcohólica de pitahaya amarilla.



Por otro lado, la aceptabilidad de la bebida alcohólica se trabajó con 32 panelistas los cuales fueron estudiantes del IX y X ciclo de la carrera de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén, por su conocimiento se les ha considerado como panelistas semi-entrenados capacitados y sin certificación, dichos panelistas se encargaron de realizar la catación y la aceptación de las 13 unidades experimentales de la bebida alcohólica mediante el instrumento de recolección de datos.

Se evaluó el color, olor, sabor y apariencia de la bebida alcohólica de pitahaya amarilla, teniendo en cuenta la escala hedónica de 9 puntos. La muestra se colocó en vasos de plásticos descartables transparentes y pequeños. Cada panelista degustó las muestras según la ficha de evaluación en escala hedónica (Anexo 3).

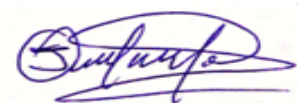
Para dichas evaluaciones se tomaron todas las medidas de bioseguridad con la finalidad de evitar la propagación de la COVID -19, realizándose en un tiempo de 1 día teniendo en cuenta el uso de mascarilla, toma de temperatura y desinfección con alcohol de 70⁰.

3.6. Análisis fisicoquímico

a. Determinación de pH

Método: Potenciométrico (AOAC) 968.10

En esta etapa se verificó si la bebida alcohólica se encuentra en un medio ácido, neutro o alcalino, de acuerdo a la (figura 11) del diseño experimental se extrajo las unidades experimentales de bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla para que posteriormente sea llevado a un pH metro calibrado, donde se realizó el procedimiento adecuado para las muestras sacadas de triple repetición.



Procedimiento

Se sustrajo 10 ml de cada unidad experimental de la bebida alcohólica de pitahaya con el propósito de ser evaluado en el potenciómetro que se llevó a cabo de manera triplicada.

b. Determinación de °Brix

Método: Refractómetro AOAC (2007) 968.10

Se basa en el porcentaje de sólidos totales que tiene la bebida alcohólica a base de pitahaya, obteniendo una muestra y llevándose a medir en el refractómetro.

Procedimiento:

Se extrajo en la pipeta 5 ml de bebida alcohólica a base de pitahaya y se colocó 2 gotas en el lente ocular del Brixometro de (0 - 90 °Brix) y se procedió a observar el valor de los sólidos totales que contiene la bebida.

c. Determinación de densidad

Método: Densímetro

Se determinó la densidad específica extrayendo 100 ml de bebida alcohólica en una probeta para obtener la cantidad de masa por unidad de volumen.

d. Determinación de grado alcohólico

Método: Alcoholímetro

El grado alcohólico se determinó usando un alcoholímetro BOECO a 15°C, extrayendo 100 ml de bebida alcohólica en una probeta.



3.7. Evaluación de la aceptabilidad de la bebida alcohólica

Se realizó mediante el instrumento de recolección de datos escala hedónica facial anónima con 32 panelistas, semi-entrenados no certificados estudiantes del IX y X ciclo de la carrera de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén, los cuales fueron capacitados y se encargaron de evaluar de forma personal la bebida alcohólica de pitahaya amarilla. Para dicha evaluación se les explico mediante capacitación a los panelistas el mecanismo de trabajo, entregándoles las formulaciones y el formato de evaluación (ANEXO 3) adaptado de, (Castañeda, 2013). La evaluación se basó en la escala hedónica, 1 - Me disgusta extremadamente, 2 - Me disgusta mucho, 3 - Me disgusta moderadamente, 4 - Me disgusta levemente, 5 - No me gusta ni me disgusta, 6 - Me gusta levemente, 7 - Me gusta moderadamente, 8 - Me gusta mucho, 9 - Me gusta extremadamente; valorando las características sensoriales de olor, color, sabor y apariencia. Una vez finalizada la encuesta se procedió a cuantificar en una data Excel los datos para determinar las diferencias significativas entre las formulaciones.



RESULTADOS

4.1. Análisis fisicoquímico

4.1.1. Análisis fisicoquímico de una bebida alcohólica

A partir de las muestras realizadas de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla, con diferentes días de fermentación y concentraciones de levadura, se realizó el análisis de varianza a los resultados fisicoquímicos obtenidos en cada unidad experimental, para determinar el efecto de las variables, como se describen en los siguientes datos que se muestran en las tablas posteriormente.

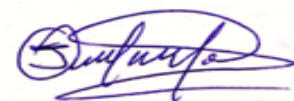
Análisis de la concentración de °Brix en la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Tabla 3

Análisis de varianza para la concentración de grados Brix de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Repeticiones	0.0033	2	0.0017	0.0167	0.9839
A: Levadura	0.0016	1	0.0016	0.0158	0.8999
B: T- fermentación	12.603	1	12.603	124.17	0.0000
AA	0.0154	1	0.0154	0.1517	0.6997
BB	4.8473	1	4.8473	47.758	0.0000
AB	0.0075	1	0.0075	0.0739	0.7876
Error total	3.1465	31	0.1015		
Total	21.671	38			

$$R^2 = 85.48\%$$

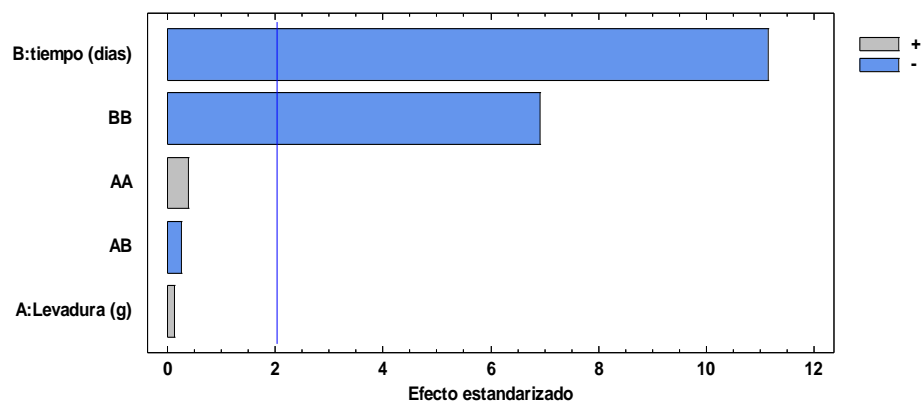


En la Tabla 3, se observa los resultados del análisis de varianza para la concentración de grados Brix de una bebida alcohólica elaborada a base de pitahaya amarilla, los cuales indican que el tiempo de fermentación y su efecto cuadrático influyen significativamente en la concentración de los °Brix, dado que el valor de significación para estos es menor al 0.05%. Así mismo, se observa que la interacción de los factores (AB) no es significativa, dado que el valor de significación (Valor de $p = 0.7876$) es mayor al 5%, esto indica que, la asociación del inóculo de levadura con el tiempo de fermentación no genera cambios significativos en la concentración de los °Brix de la bebida.

El R^2 calculado es de 85.48%, e indica que el modelo explica en un 85.48 % la variabilidad de la concentración de los grados Brix en la bebida alcohólica de pitahaya amarilla, producto del inóculo de levadura y el tiempo de fermentación.

Figura 15

Diagrama de Pareto estandarizado para la concentración de grados °Brix de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.



La figura 15, representa los efectos estandarizados a un nivel del 5%, en cual se observa que el tiempo de fermentación y su efecto cuadrático sobrepasan la línea azul, esto indica que estos son estadísticamente significativos, lo que señala que influyen en la concentración de los grados Brix, pero se puede apreciar que el factor tiempo de fermentación ejerce un efecto mucho más

L. Bazán B.

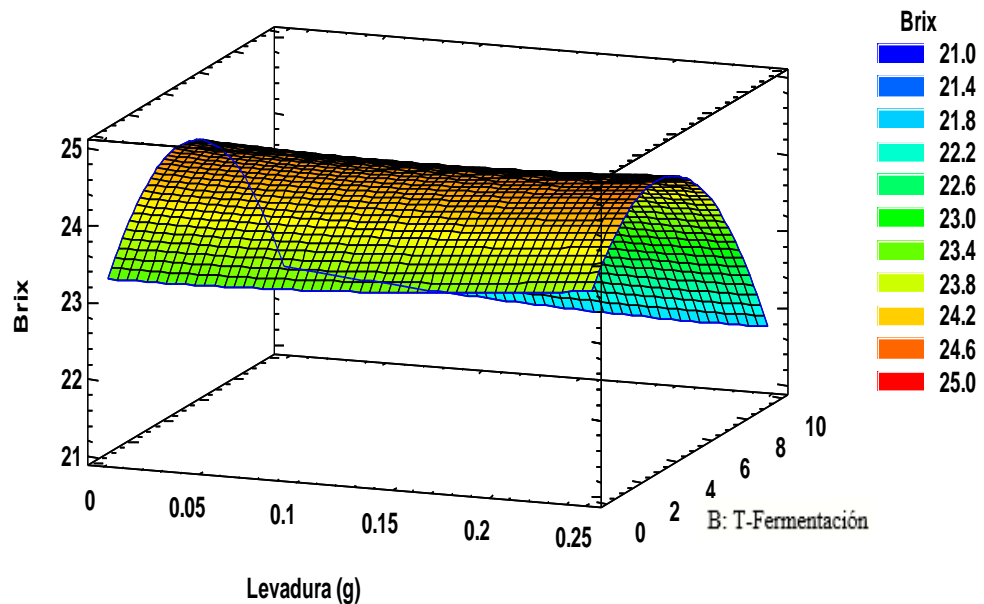
[Firma]

[Firma]

significativo que el efecto cuadrático. Así mismo, el efecto es negativo, es decir que, a mayor tiempo de fermentación, se obtiene menos concentración de grados Brix en la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Figura 16

Superficie de respuesta para la concentración de grados Brix de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.



En la figura 16, muestra la superficie de respuesta para la concentración de los grados Brix de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla, el cual oscilan entre 21 y 25 °Brix, y se obtienen gracias al efecto del factor significativo. Teniendo en cuenta cada factor, los grados Brix obtenidos en la bebida con una concentración inicial de levadura de 0.05 g, es superior a los 23, y con una concentración de levadura de 0.25 g se obtiene ligeramente un aumento que no sobrepasa los 24. Con respecto al segundo factor, se obtienen concentraciones cercano a los 24 °Brix cuando el tiempo de fermentación es menor a los 2 días, y cuando el tiempo de fermentación es superior a los 8 días, la concentración de °Brix es menor a los 22 (21.8 °Brix).

Además, en la Figura se puede observar la región óptima de color azul, en la que se puede apreciar la menor concentración de °Brix, debido que en los

procesos fermentativos es importante la disminución de los grados Brix para la producción de etanol. Esta concentración (menor °Brix = 21.8) se alcanzaría cuando la concentración del inóculo de levadura es de 0.25 g en un tiempo de fermentación de 10 días, indicando mayor actividad de la población de levaduras.

Tabla 4

Optimización de la concentración de grados *Brix* de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Levadura (g)	0.05	0.25	0.25
T-Fermentación (Días)	2	10	10

$$^{\circ}\text{Brix} = 23.2851 - 0.0570 * (\text{Levadura}) + 0.5672 * (\text{T - fermentación}) - 0.0688 * (\text{tiempo - fermentación})^2.$$

Análisis del pH en la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Tabla 5

Análisis de varianza para el pH de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón -F	Valor-P
Repeticiones	0.0017	2	0.0009	0.2002	0.8110
A: Levadura	0.0045	1	0.0045	1.1250	0.2950
B: T-Fermentación	0.6275	1	0.6275	156.88	0.0000
AA	0.0032	1	0.0032	0.8000	0.3780
BB	0.2587	1	0.2587	64.675	0.0000
AB	0.0004	1	0.0004	0.1000	0.7470
Error total	0.1225	31	0.0040		
Total	1.0420	38			

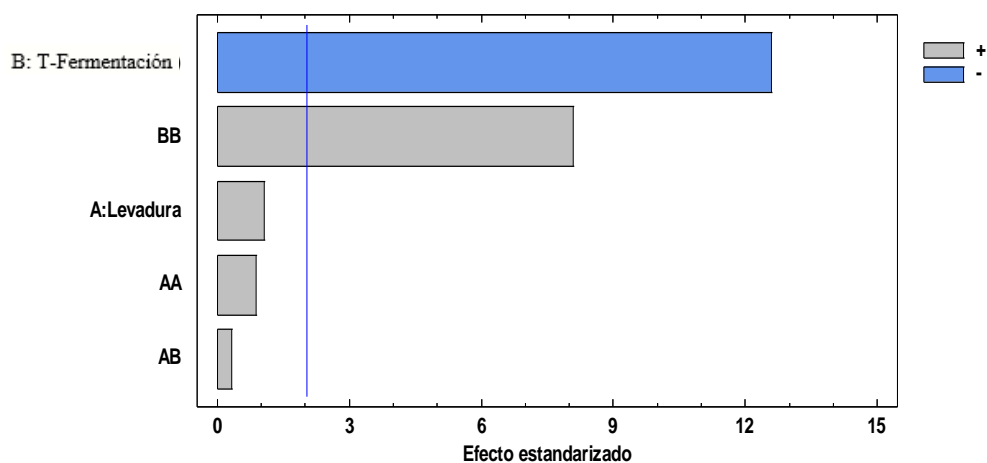
$$R^2 = 88.24\%$$

En la tabla 5, se observa los resultados del análisis de varianza para el pH de una bebida alcohólica elaborada a base de pitahaya amarilla, los cuales indican que los tiempos de fermentación influyen significativamente y de manera independiente en pH, dado que el valor de significación (valor de $p = 0.000$) es menor al 0.05%. Así mismo, se observa que el factor inóculo de levadura y la interacción de ambos factores (AB) no es significativa, dado que el valor de significación para cada caso es mayor al 5%, esto indica, que la asociación del inóculo de levadura con el tiempo de fermentación, no generan un cambio significativo en el pH de la bebida alcohólica.

El R^2 calculado indica que, el modelo explica en un 88.24% la variabilidad del pH en la bebida alcohólica de pitahaya amarilla, producto del tiempo de fermentación.

Figura 17

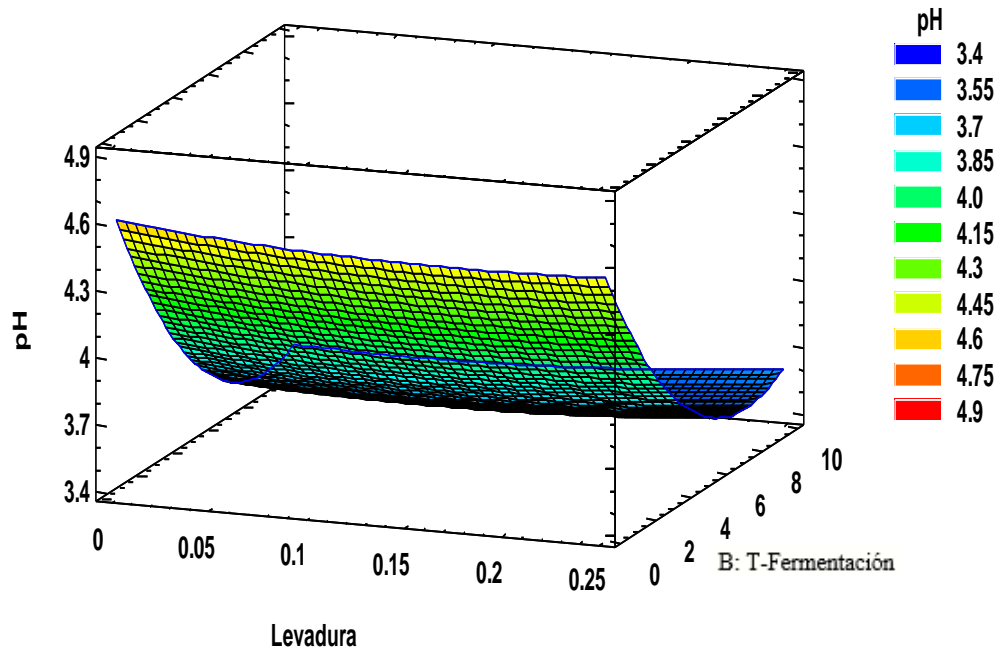
Diagrama de Pareto estandarizado para el pH de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.



La figura 17, representa los efectos estandarizados a un nivel del 5%, en cual se observa que el tiempo de fermentación sobrepasan la línea azul, esto indica que este factor es estadísticamente significativo, es decir que influyen de manera negativa en el pH, es decir que, a mayor tiempo de fermentación, el pH se vuelve más ácido en la bebida alcohólica de pitahaya amarilla.

Figura 18

Superficie de respuesta para el pH de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.



La figura 18, muestra la superficie de respuesta para el pH de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla, en la que se aprecia que esta variable oscila entre 3.4 y 4.9, y se obtienen gracias al tiempo de fermentación. El pH ligeramente ácido se da cuando el tiempo de fermentación es menor a los 2 días, y cuando el tiempo de fermentación es superior a los 8 días, el pH de la bebida es más ácido cercano a los 3.7. Frente a las distintas concentraciones del inóculo de levadura, se observa que el comportamiento del pH es casi lineal, es decir, no aumenta ni disminuye.

Además, se puede apreciar la región óptima de color rojo, en la que el pH es ligeramente ácido de bebida alcohólica de pitahaya amarilla, la cual está cercano a los 3.54. Según la optimización del diseño, esta concentración se alcanza cuando la concentración del inóculo de levadura es cercana a 0.25 g en un tiempo de fermentación de 10 días como se aprecia en la tabla 6.

Tabla 6*Optimización del pH de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.*

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Levadura (g)	0.05	0.25	0.25
T-Fermentación (Días)	2	10	10

$$pH = 4.6048 - 0.2656*(T-Fermentación) + 0.0159*(T-Fermentación)^2.$$

Análisis de densidad de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.**Tabla 7***Análisis de varianza para la densidad de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.*

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Repeticiones	0.00005	2	0.00003	0.10714	0.9137
A: Levadura	0.00042	1	0.00042	1.50000	0.2297
B: T- fermentación	0.00937	1	0.00937	33.4643	0.0000
AA	0.00008	1	0.00008	0.28571	0.5893
BB	0.00000	1	0.00000	0.00000	0.9740
AB	0.00004	1	0.00004	0.14286	0.7167
Error total	0.00866	31	0.00028		
Total	0.01877	38			

$$R^2 = 57.27\%$$

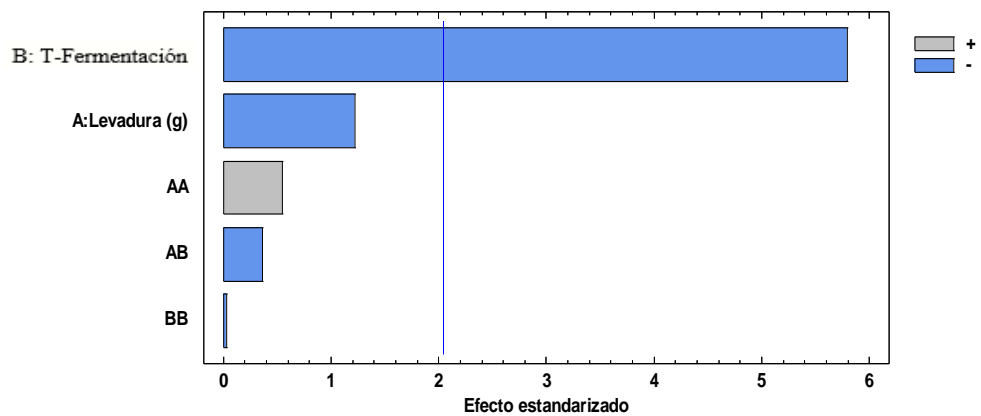
En la tabla 7, se observa los resultados del análisis de varianza para la densidad de una bebida alcohólica elaborada a base de pitahaya amarilla, los cuales indican que el tiempo de fermentación influyen significativamente y de manera independiente en la densidad de la bebida, dado que el valor de

significación para este factor (Valor de $p = 0.0000$) es menor al 0.05%. Así mismo, se observa que la interacción de los factores (AB) no es significativa, dado que el valor de significación (Valor de $p = 0.7167$) es mayor al 5%, esto indica que, la asociación del inóculo de levadura con el tiempo de fermentación no genera un cambio significativo en la densidad de la bebida.

El R^2 calculado es de 53.90%, e indica que, el modelo explica en un 53.90% la variabilidad de la densidad de la bebida alcohólica de pitahaya amarilla, producto del inóculo de levadura y el tiempo de fermentación.

Figura 19

Diagrama de Pareto estandarizado para densidad de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.



La figura 19, representa los efectos estandarizados a un nivel del 5%, en cual se observa que el tiempo de fermentación sobrepasa la línea azul, esto indica que este factor es estadísticamente significativo e influye en la densidad de manera negativa, es decir que, a mayor tiempo de fermentación, la densidad de la bebida alcohólica es menor.

Figura 20

Superficie de la respuesta para la densidad de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

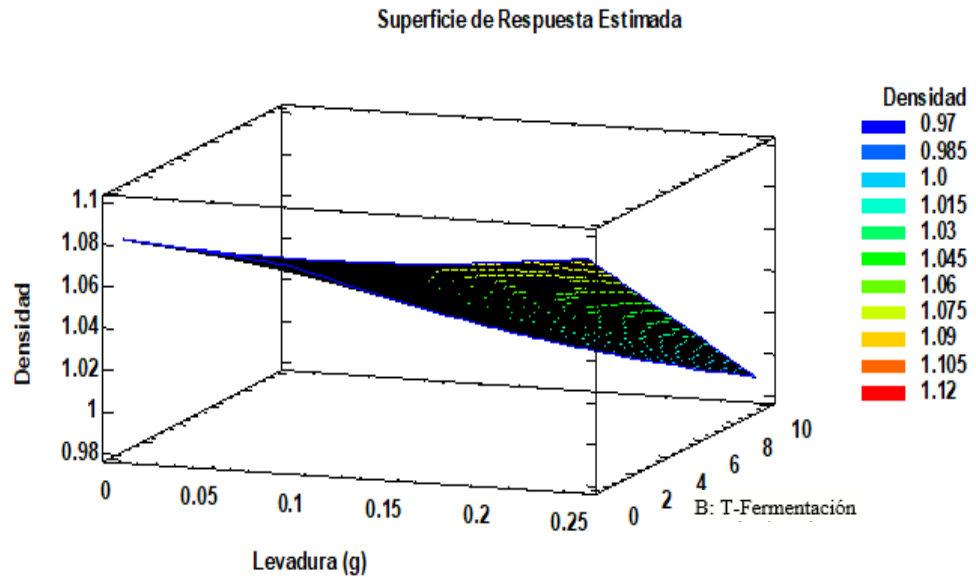


Figura 20, muestra la superficie de respuesta para la densidad de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla, en la que se aprecia que la densidad oscila entre 0.97 y 1.12, y se obtienen gracias al efecto del factor significativo. Teniendo en cuenta los dos factores, la densidad obtenida con una concentración de levadura menor de 0.05 g es superior a 1.08, y con una concentración de levadura de 0.25 g se obtiene un ligero aumento a 1.1. Con respecto al tiempo, se obtienen una densidad cercana a 1.08 cuando el tiempo de fermentación es menor a los 2 días, y cuando el tiempo de fermentación es 10 días, la densidad es cercano a 0.98 g/ml.

Además, en la Figura se puede observar la región óptima de color rojo, en la que se puede apreciar la mayor densidad próximo a 1.12 en la bebida alcohólica de pitahaya amarilla. Según la optimización del diseño, esta densidad se alcanzaría cuando la concentración del inóculo de levadura es de 0.25 g en un tiempo de fermentación de 2 días, ver tabla 8.

Tabla 8

Optimización de la densidad de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Levadura (g)	0.05	0.25	0.25
T-Fermentación (Días)	2	10	10

$$\text{Densidad} = 1.0818 - 0.0789*(\text{Levadura}) - 0.0052*(\text{T- fermentación}).$$

Análisis del grado alcohólico de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Tabla 9

Análisis de varianza para el grado alcohólico de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Repeticiones	0.00080	2	0.00040	0.00009	0.99990
A: Levadura	12.6862	1	12.6862	2.77421	0.10590
B: T- fermentación	159.770	1	159.770	34.9385	0.00000
AA	4.09226	1	4.09226	0.89489	0.35150
BB	0.02200	1	0.02200	0.00481	0.94510
AB	0.63480	1	0.63480	0.13882	0.71200
Error total	141.760	31	4.57291		
Total	325.182	38			

$$R^2 = 56.41\%$$

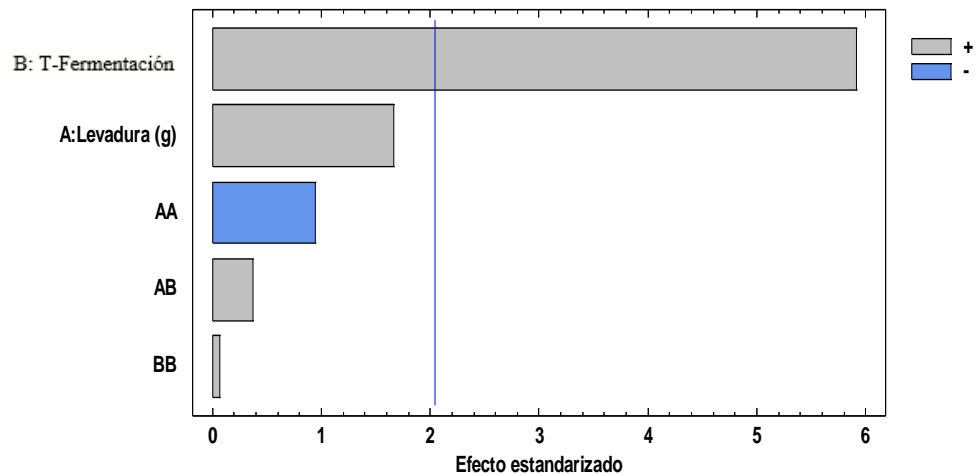
En la Tabla 9, se observa los resultados del análisis de varianza para el grado alcohólico de una bebida alcohólica elaborada a base de pitahaya amarilla, los cuales indican que el tiempo de fermentación influyen significativamente y de manera independiente en el grado alcohólico, dado que el valor de

significación (valor de $p = 0.00000$) es menor al 0.05%. Así mismo, se observa que el factor inóculo de levadura y la interacción de ambos factores (AB) no es significativa, dado que el valor de significación (Valor de $p = 0.71200$) para cada caso es mayor al 0.05, esto indica, que la asociación del inóculo de levadura con el tiempo de fermentación, no generan un cambio significativo en el grado alcohólico de la bebida.

El R^2 calculado es de 56.41%, e indica que, el modelo explica en un 56.41% la variabilidad del grado alcohólico en la bebida de pitahaya amarilla, producto del tiempo de fermentación.

Figura 21

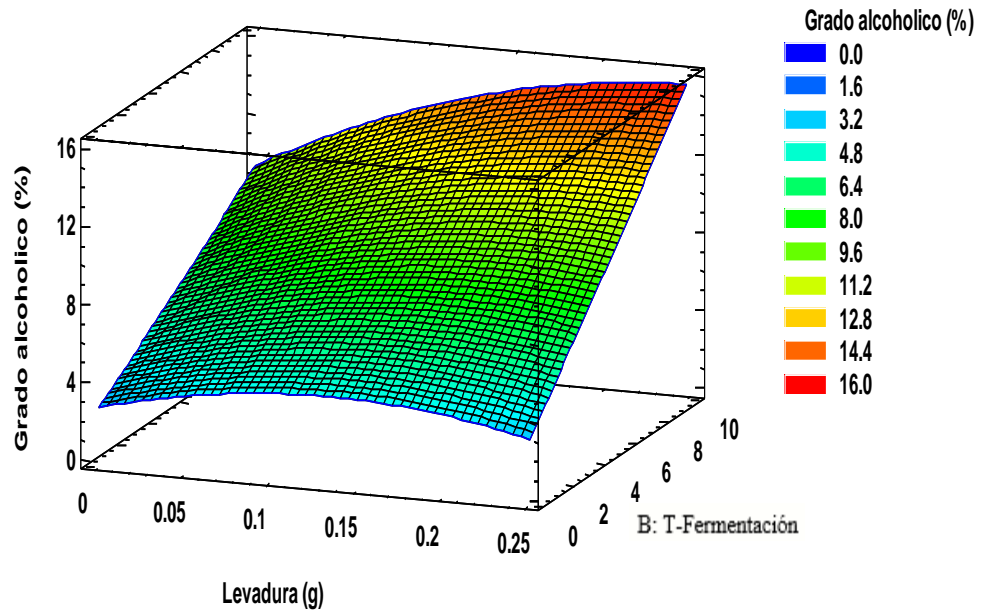
Diagrama de Pareto estandarizado para el grado alcohólico de una bebida a base de pitahaya amarilla.



La Figura 21, representa los efectos estandarizados a un nivel del 5%, en cual se observa que el tiempo de fermentación sobrepasan la línea azul, esto indica que este factor es estadísticamente significativo e influyen de manera positiva en el grado alcohólico, es decir que, a mayor tiempo de fermentación, el grado alcohólico en la bebida de pitahaya amarilla aumenta.

Figura 22

Superficie de respuesta para el grado alcohólico de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.



La figura 22, muestra la superficie de respuesta para el grado alcohólico de una bebida a base de pitahaya amarilla, en la que se aprecia que esta variable oscila entre 0.0 y 16%, y se obtienen gracias al tiempo de fermentación. Se obtienen un valor del grado alcohólico menor al 4% cuando el tiempo de fermentación es menor a los 2 días, y cuando el tiempo de fermentación es superior a los 8 días, el grado alcohólico de la bebida es superior al 14%. Frente a las distintas concentraciones del inóculo de levadura, se observa que el comportamiento del grado alcohólico es casi lineal, es decir, no se presenta cambios significativos en función al inóculo.

Además, se puede observar la región óptima de color rojo, en la que se puede apreciar el grado alcohólico de la bebida con un valor que supera el 14%. Según la optimización del diseño, el grado alcohólico se alcanzaría cuando la concentración del inóculo de levadura es cercana a 0.25 g en un tiempo de fermentación de 10 días, ver Tabla 10.

Tabla 10

Optimización del grado alcohólico de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Levadura (g)	0.05	0.25	0.25
Fermentación (Días)	2	10	10

Grado alcohólico (%) = 2.5974 + 24.288*(Levadura)+ 0.6527*(T - fermentación).

4.2. Aceptabilidad del producto

4.2.1. Aceptabilidad de las características organolépticas de la bebida alcohólica de pitahaya amarilla.

En la industria alimentaria la vista, olfato y gusto son elementos fundamentales para determinar características de aceptabilidad de un producto como el color, olor, sabor, apariencia.

Análisis del color

Tabla 11

Análisis de varianza (ANOVA) para el color de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Muestras	34.350	12	2.8626	33.4416	0.000
Error total	34.510	403	0.0856		
Total	68.870	415			

En la tabla del Análisis de varianza (ANOVA) para el color de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla, se observa que existe diferencias significativas entre las muestras, dado que el valor de significación (p -valor = 0.000) es menor al 0.05%, es decir, que los panelistas tuvieron mayor predilección por el color de una o más muestras de la bebida alcohólica.

Tabla 12

Prueba de Tukey para el color de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Muestras	Media	Agrupación
A10	8.50	A
A9	5.59	B
A8	5.53	B
A4	5.47	B
A5	5.16	BC
A2	5.16	BC
A13	4.44	CD
A12	4.16	CD
A7	4.16	CD
A11	4.13	CD
A1	4.00	CD
A3	3.91	CD
A6	2.84	E

Según la prueba de Tukey para el color de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla, muestra que los panelistas evaluadores tuvieron mayor preferencia por el color de la muestra A10 (0.15 levadura-6 T-fermentación), dado que alcanzó el mayor puntaje (8.500), esto indica que esta muestra es superior y se diferencia significativamente del resto de muestras. En la misma tabla se observa que la muestra A6 (0.15 levadura-2 T-fermentación) es la

que obtuvo el menor puntaje (2.844), esto indica que esta muestra tuvo la menor preferencia en comparación con el resto de las muestras.

Análisis del olor

Tabla 13

Análisis de varianza (ANOVA) para el olor de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Muestras	42.960	12	3.5799	25.4074	0.000
Error total	56.780	403	0.1409		
Total	99.740	415			

En la Tabla del Análisis de varianza (ANOVA) para el olor de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla, se observa que existe diferencias significativas entre las muestras, dado que el valor de significación (p-valor = 0.000) es menor al 0.05%, es decir, que los panelistas tuvieron mayor predilección por el olor de una o más muestras de la bebida alcohólica.

Tabla 14

Prueba de Tukey para el olor de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Muestras	Media	Agrupación
A10	8.625	A
A2	6.281	B
A5	5.063	BC
A4	4.969	C
A9	4.813	C
A12	4.688	C

A7	4.688	C
A11	4.625	CD
A8	4.438	CD
A13	4.000	CDE
A3	3.438	DEF
A1	3.156	EF
A6	2.688	F

Según la prueba de Tukey para el olor de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla, muestra que los panelistas evaluadores tuvieron mayor preferencia por el olor de las muestras A10 (0.15 levadura-6 T-fermentación) y A2 (0.10 levadura-8 T-fermentación), dado que alcanzaron los mayores puntajes (8.625 y 6.281, respectivamente), estas muestras son superiores y se diferencia significativamente del resto de muestras. En la misma tabla se observa que la muestra A6 (0.15 levadura-2 T-fermentación) es la que obtuvo el menor puntaje (2.688), esto indica que, esta muestra tuvo la menor preferencia en comparación con el resto de las muestras.

Análisis del sabor

Tabla 15

Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Muestras	44.959	12	3.7466	30.215	0.000
Error total	49.970	403	0.1240		
Total	94.929	415			

En la Tabla del Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla, se observa que existe

diferencias significativas entre las muestras, dado que el valor de significación (p -valor = 0.000) es menor al 0.05%, es decir, que los panelistas tuvieron mayor predilección por el sabor de una o más muestras de la bebida alcohólica.

Tabla 16

Prueba de Tukey para el sabor de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Muestras	Media	Agrupación
A10	8.688	A
A2	6.688	B
A8	5.406	C
A5	5.313	CD
A4	5.031	CDE
A9	4.969	CDE
A12	4.719	CDEF
A11	4.406	CDEFG
A7	4.25	DEFG
A13	3.906	EFG
A1	3.781	FGH
A3	3.438	GH
A6	2.688	H

Según la prueba de Tukey para el sabor de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla, muestra que los panelistas evaluadores tuvieron mayor preferencia por el sabor de las muestras A10 (0.15 levadura-6 T-fermentación), A2 (0.10 levadura – 8 T-Fermentación) y A8 (0.05 levadura-6 T-fermentación), dado que alcanzaron los mayores puntajes (8.688, 6.688 y 5.406, respectivamente), esto indica que, estas muestras son superiores y se diferencia significativamente del resto de muestras. En la misma tabla se observa que la muestra A6 (0.15 levadura - 2 T-fermentación) es la que

obtuvo el menor puntaje (2.688), esto indica que, esta muestra tuvo la menor preferencia en comparación con el resto de las muestras.

Análisis de la apariencia

Tabla 17

Análisis de varianza (ANOVA) para la apariencia de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Muestras	33.368	12	2.7807	20.416	0.000
Error total	54.889	403	0.1362		
Total	88.257	415			

En la tabla del Análisis de varianza (ANOVA) para la apariencia de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla, se observa que existe diferencias significativas entre las muestras, dado que el valor de significación (p -valor = 0.000) es menor al 0.05%, es decir, que los panelistas tuvieron mayor predilección por la dulzura de una o más muestras de la bebida alcohólica.

Tabla 18

Prueba de Tukey para la apariencia de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Muestras	Media	Agrupación
A10	8.656	A
A2	6.625	B
A9	5.094	C
A12	4.875	CD

A11	4.844	CD
A5	4.750	CD
A13	4.594	CD
A8	4.531	CD
A7	4.469	CDE
A4	4.469	CDE
A6	3.875	DE
A3	3.875	DE
A1	3.313	E

Según la prueba de Tukey para la dulzura de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla, muestra que los panelistas evaluadores tuvieron mayor preferencia por la apariencia de las muestras A10 (0.15 levadura - 6 T-fermentación), A2 (0.10 levadura - 8 T-fermentación) y A9 (0.15 levadura - 6 T-fermentación), dado que alcanzaron los mayores puntajes (8.656, 6.625 y 5.094, respectivamente), esto indica que, estas muestras son superiores y se diferencia significativamente del resto de muestras. En la misma tabla se observa que la muestra A1 (0.20 levadura -8 T-fermentación) es la que obtuvo el menor puntaje (3.313) con respecto la dulzura, esto indica que, esta muestra tuvo la menor preferencia en comparación con el resto de las muestras.

Análisis la aceptación general

Tabla 19

Análisis de varianza (ANOVA) para la aceptación general de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Factor	36.137	12	3.0114	51.654	0.000
Error total	23.495	403	0.0583		
Total	59.632	415			

En la Tabla del Análisis de varianza (ANOVA) para la aceptación general de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla, se observa que existe diferencias significativas entre las muestras, dado que el valor de significación (p-valor = 0.000) es menor al 0.05, es decir, que los panelistas tuvieron mayor predilección por una o más muestras de la bebida alcohólica.

Tabla 20

Prueba de Tukey para la aceptación general de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Factor	Media	Agrupación
A10	8.617	A
A2	6.625	B
A9	5.117	C
A5	5.070	C
A8	4.977	C
A13	4.723	C
A12	4.609	C
A11	4.500	C
A4	4.469	CD
A7	4.391	CDE
A3	3.664	DEF
A1	3.563	EF
A6	3.023	F

Según la prueba de Tukey para la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla, muestra que los panelistas evaluadores tuvieron mayor preferencia por la muestra A10 (0.15 levadura - 6 T-fermentación) y A2 (0.10 levadura - 8 T-fermentación), dado que alcanzaron los mayores puntajes (8.617 y 6.625, respectivamente). En la misma tabla se observa que la muestra A6 (0.15 levadura - 2 T-fermentación) es la que obtuvo el menor puntaje (3.023), esto indica que, esta muestra tuvo la menor preferencia en comparación con el resto de las muestras.

4.2.2. Aceptabilidad de la bebida alcohólica en los estudiantes de la carrera de Ingeniería de Industrias Alimentarias.

La aceptabilidad de la bebida alcohólica elaborada a base de pitahaya amarilla se evaluó considerando cuatro parámetros (olor, color, sabor y apariencia).

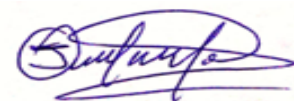


IV. DISCUSIÓN

La producción de bebidas alcohólicas ha sido una actividad ligada a la mayoría de las culturas durante milenios, en forma empírica los humanos aprendimos a encauzar las fermentaciones alcohólicas con diversos sustratos. La investigación científica y tecnológica relacionada con las bebidas alcohólicas a base de frutas, permite obtener productos con propiedades funcionales, aromas, sabores, compuestos antibacterianos y antioxidantes como resultado de la sinergia entre el sustrato (zumo de fruta) y la fermentación (Fracassetti, 2019); además de dar una nueva opción al consumidor en el campo de bebidas alcohólicas.

En el caserío de Tomaque Alto ubicado en la provincia de San Ignacio, se recolectaron los frutos no comercializados de la pitahaya, con el fin de revalorar este fruto, dado sus propiedades nutricionales, en la obtención de una bebida alcohólica fermentada a base de pitahaya amarilla, para la determinación de los parámetros óptimos de fermentación con características fisicoquímica y evaluación sensorial aceptables. Los resultados obtenidos indican que existe un efecto significativo de los parámetros de fermentación tanto tiempo (2, 4, 6, 8, 10 días) y cantidad de inóculo (0.05, 0.10, 0.15, 0.2, 0.25 g) en la caracterización fisicoquímicos y análisis sensorial de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla (*H. megalanthus*), utilizando un diseño factorial ortogonal de segundo orden.

El grado Brix, es el contenido de sólidos totales, por que determina la cantidad final de alcohol que se habrá producido por fermentación y que, al ejercer una acción antiséptica, limitará la población de levaduras (Lucero, 2015). Los resultados obtenidos son similares a los valores reportado por Ocaña (2017) en cada uno de los tratamientos sirvieron para demostrar que existen diferencias significativas, en el Tratamiento 2 (20 % de melaza) presento el valor más alto con el 15 °Brix, mientras que el Tratamiento 5 (15 % de azúcar) fue el valor inferior con 9,5 °Brix y el tratamiento 6 (20 % de azúcar) con mayor aceptabilidad obtuvo 12,5 °Brix, después de haber transcurrido los 15 días de fermentación, como efecto del tipo de endulzantes en la elaboración del vino a partir de la pitahaya amarilla.



Los resultados obtenidos mostraron que el efecto de las variables tiempo y la concentración del inóculo sobre el grado Brix se pueden describir mediante ecuaciones empíricas de segundo orden consistentemente ajustable. Así los niveles óptimos obtenidos fueron a 10 días de fermentación y 0.25 g cantidad de inóculo.

De acuerdo a los resultados obtenidos según los análisis fisicoquímicos con el análisis de varianza ANOVA, obtuvimos un °Brix de 21.8 con la concentración del inóculo de 0.25 g en un tiempo de fermentación de 10 días; un pH ligeramente ácido, la cual está cercano a los 3.53 con concentración de inóculo cercano a 0.05 g en un tiempo de fermentación de 2 días; la densidad de 0.98 g/ml, donde la concentración de inóculo es de 0.25 g en un tiempo de fermentación de 10 días y el grado alcohólico de 14 %, con una concentración de inóculo cercano a 0.25 g en un tiempo de fermentación de 10 días, los resultados obtenidos fueron similares a los de Wincholong (2018) quien mencionó en su trabajo de investigación la dilución de pulpa agua 1:1 y 1:2, así también para dar inicio al proceso de fermentación se hizo la corrección del mosto a 25 y 30 °Brix y finalmente se cortó la fermentación a 16 y 20 °Brix, siendo el tratamiento número cuatro el de mayor aceptabilidad con 13.24 grados de alcohol, 3.50 de pH, 0.457 porcentaje de acidez y 20 °Brix.

Los resultados del análisis de varianza para el grado alcohólico de una bebida alcohólica elaborada a base de pitahaya amarilla, indican que el efecto de las variables tiempo y concentración del inóculo es significativo y de manera independiente en el grado alcohólico, dado que el valor de significación para ambas variables de la (valor de $p = 0.000$, $p=0.0002$) es menor al 0.05%. Así mismo, se observa que el factor inóculo de levadura y la interacción de ambos factores (AB) no es significativa, dado que el valor de significación para cada caso es mayor al 0.05, esto indica, que la asociación del inóculo de levadura con el tiempo de fermentación, no generan un cambio significativo en el grado alcohólico de la bebida.

Los resultados del análisis sensorial de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla según el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba TUKEY, se llevó a cabo con 32 panelistas muestran que tuvieron mayor preferencia por el color de la muestra A10 (0.15g levadura y 6 días de fermentación), dado que alcanzó el mayor puntaje (8.50); por el olor las muestras A10 (0.15 g levadura y 10 días de fermentación) con

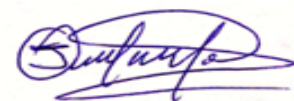
puntajes de (8.625), por el sabor las muestras A10, A2 y A8, donde se alcanzó los puntajes de (8.625, 6.281 y 5.40) finalmente por el aspecto en las muestras A10 y A2 donde se alcanzó los puntajes (8.656 y 6.625), estos resultados son reafirmados por Sánchez y Montenegro (2021) que mencionó que la elaboración de una bebida alcohólica se debe cumplir con una serie de características organolépticas: Color de acuerdo a su clasificación, aspecto limpio al momento de librarse al consumo, sabor característico de su clasificación y olor propio de su clasificación. Los resultados que obtuvieron de los análisis organolépticos de la bebida alcohólica descritos son: aspecto limpio, color semejante al jugo de la carambola, olor intenso y característico, sabor alcoholizado y característico de la fruta. Estos requisitos (aspecto, color, olor y sabor) fueron determinantes para conocer la aceptación del producto, el cual fue obtenido de los panelistas. Para la discusión del análisis de calidad sensorial realizado de la bebida alcohólica fermentada con mayor aceptación fue el T14; seguido de los tratamientos T5, T8, T11 y T15 que también obtuvieron una calificación aceptable en cuanto a sabor, lo cual significa que fue muy apetecible por el panel manteniendo también puntajes permisibles en las demás características evaluadas. Mientras que los demás tratamientos registran las calificaciones más bajas en cuanto a sabor y similar en sus demás características, no existe similitud con la información citada debido a que no obtuvimos un tratamiento que resalte en todas las características organolépticas.

Conforme a Marcelo (2020) el sabor es el atributo más apreciado en un alimento y la textura el principal factor para rechazarlo. Una de las cuestiones fundamentales para el área de alimentos es la relación entre la calidad percibida por el consumidor y la presencia de compuestos responsables por su sabor y aroma, parámetros esenciales de la calidad de alimentos.

De acuerdo a Beraún (2021) Dicha obtención de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla se trabajó bajo el siguiente procedimiento que consistió en un proceso secuencial continuo que empezó desde la recepción de la materia prima (cuantificación de la fruta), selección, pesado, lavado en una solución de hipoclorito de sodio a 80ppm, escaldado de la fruta a 85°C por 5 minutos, pelado, pulpeado, corrección del mosto (agregando azúcar, ácido cítrico, metasulfito de sodio), fermentación a temperatura ambiente por 8 días, trasiego, filtración, destilación, embotellado y almacenamiento. Las características fisicoquímicas de la pulpa de pitahaya fueron en acidez 0.15%, pH



4.75, sólidos solubles 18.5 °Brix, % de pulpa 70,5, % de cáscara 29.5 y textura 5.5 N, para la caracterización fisicoquímica del licor se trabajó con la dilución que resultó siendo la más aceptable, en acidez se obtuvo 0.939, sólidos solubles 8.3 y pH 3.449, y microbiológicamente ausente de coliformes, recuento de Mesófilos aerobios, hongos y levaduras. Así mismo el tiempo de fermentación fue de 8 días proceso en condiciones anaerobias y el grado alcohólico encontrado para las repeticiones trabajadas estuvo en un intervalo de 7.2 a 7.4. Además, para determinar el nivel de aceptabilidad del licor de pitahaya se realizó mediante un análisis sensorial con la participación de 20 panelistas que mediante una escala de 5 puntos (5 me agrada mucho; 4 me agrada moderadamente; 3 no me agrada ni me desagrada; 2 me desagrada moderadamente; 1: me desagrada mucho) determinaron que la primera dilución 1:1 (1 Lt de pulpa de pitahaya diluido en 1 Lt de agua) fue la más aceptable por presentar mayor ponderación (olor =3.75, color =3.95, sabor=4, apariencia= 3.8). los resultados obtenidos en este proyecto son similares, la secuencia de trabajo para la elaboración de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla (*H. megalanthus*): recepción de la materia prima, selección, pesado, lavado y desinfección hipoclorito de sodio a 50 ppm, pelado, extracción del zumo, acondicionamiento del zumo, inoculación, fermentación, envasado. En los análisis fisicoquímicos los resultados obtenidos en diferentes concentraciones de inóculo y tiempo de fermentación, teniendo resultado de 21.8 °Brix, pH 3.53, densidad de 0.98 g/ml y el grado de alcohol de 14% con los parámetros óptimos de 0.25 g de levadura y 10 días de fermentación, el nivel de aceptabilidad se realizó mediante el instrumento de recolección de datos escala hedónica facial anónima con 32 panelistas, semi-entrenados no certificados los encargados de evaluar de forma personal la bebida alcohólica de pitahaya amarilla. Para dicha evaluación se basó en la escala hedónica, 1 - Me disgusta extremadamente, 2 - Me disgusta mucho, 3 - Me disgusta moderadamente, 4 - Me disgusta levemente, 5 - No me gusta ni me disgusta, 6 - Me gusta levemente, 7 - Me gusta moderadamente, 8 - Me gusta mucho, 9 - Me gusta extremadamente; valorando las características sensoriales de olor, color, sabor y apariencia se determinó que la concentración de levadura (*S. cerevisiae*) comercial en seco y el tiempo de fermentación más adecuada fue 0.15 g y 6 días de fermentación según los resultados de análisis sensorial y de acuerdo al modelo matemático utilizado



V. CONCLUSIONES

- Se logró establecer una secuencia de trabajo para la elaboración de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla (*H. megalanthus*): recepción de la materia prima, selección, pesado, lavado y desinfección, pelado, extracción del zumo, acondicionamiento del zumo, inoculación, fermentación, envasado.
- Se realizó la caracterización fisicoquímica y sensorial de las 39 unidades experimentales analizadas en sus diferentes concentraciones de inóculo y tiempo de fermentación, teniendo resultado de 21.8 °Brix, pH 3.53, densidad de 0.98 g/ml y el grado de alcohol de 14% con los parámetros óptimos de 0.25 g de levadura y 10 días de fermentación. Y los resultados de color, olor, sabor y aspecto, la muestra que tuvo mayor aceptabilidad fue la A10 (0.15 g de levadura y 6 días de fermentación).
- Se determinó que la concentración de levadura (*S. cerevisiae*) comercial en seco y el tiempo de fermentación más adecuada fue 0.15 g y 6 días de fermentación según los resultados de análisis sensorial y de acuerdo al modelo matemático utilizado, para la elaboración de una bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla (*H. megalanthus*).
- Se determinó que a mayor concentración del inóculo de levadura y a mayor tiempo de fermentación, disminuye la concentración de grados Brix, pH, densidad y aumenta el grado alcohólico de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.



VI. RECOMENDACIONES

A la comunidad universitaria de la Universidad Nacional de Jaén de la facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias realizar análisis nutricionales, microbiológicos, vida útil y viabilidad económica de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla, así como análisis de componentes fenólicos y antioxidantes.

Desde el punto de vista de la calidad e inocuidad del producto, sería adecuado elaborar una norma técnica que especifique los parámetros adecuados para la elaboración de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla (*H. megalanthus*).

Dar valor agregado a la cascara y al desperdicio del licuado de la pitahaya amarilla (*H. megalanthus*). De esta manera se podrá aprovechar como un subproducto en la elaboración de esta bebida alcohólica.

En los productores de pitahaya, promover la industrialización de diferentes productos obtenidos de esta fruta, a través de capacitaciones en BPA (buenas prácticas agrícolas) y BPM (buenas prácticas de manufactura), durante el periodo de cultivo y procesamiento.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Beraún, M. (2021). *Determinacion de características fisicoquímicas y su incidencia en el grado alcoholico en la obtencion de licor de pitahaya (Hylocereus megalanthus)*. Piura. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2992/IAIA-BER-MED-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castañeda, C. (2013). *Comparacion de la escala hedonica de nueve puntos con la escala hedonica general de magnitud (gLMS) utilizada por personas de dos regiones de America Latina*. Honduras. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1832/1/AGI-2013-T009.pdf>
- De La Rosa y Reyes. (2016). *Analisis de factibilidad para la elaboracion y comercialización de mermelada hecha a base de pitahaya para la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11027/1/TESIS%20DE%20GRADO%20JEFFERSON>
- Lucero, P. D. (2015). Efecto del uso de levaduras y concentración de Brix en las características fisicoquímicas y sensoriales de vino de fresa con miel. Obtenido <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/4636>
- Marcelo, E. (2020). *“Formulacion y nivel de aceptabilidad de una bebida elaborada a partir de pitahaya (Selenicereus megalanthus).”*. Pimentel. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/6952/Marcelo%20Bancas%20E%20Igor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Medina y Mendoza. (2011). *Elaboracion de mermelada y nectar a partir de la pulpa de pitahaya y determinacion de capacidad antioxidante por el metodo DPPH (1,1 difenil-2-picril hidrazila)*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2142/1/1075.pdf>
- Ruiz et al. (3 de Agosto de 2020). pitahaya (Hylocereus spp.):cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos biocativos. *Sciencia Agropecuaria*, 15. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v11n3/2077-9917-agro-11-03-439.pdf>



- Sanchez y Montenegro. (2021). "Elaboracion de una bebida alcoholica a partir de carambola (*Averrhoa carambola L.*) suplemento con panela". Jaen. Obtenido de http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/331/1/S%c3%a1nchez_BJY_Montenegro_DMY.pdf
- Troyes y Angulo. (2019). "Elaboracion de una bebida alcoholica destilada a partir de carambola (*Averrhoa carambola L.*)". Jaen. Obtenido de http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/45/1/Angulo_IK_Troyes_ME.pdf
- Winchonlong, R. (2018). "Evaluacion de los factores relacion pulpa-agua, correccion de Brix y corte de fermentacion, para la obtencion de una bebida alcoholica fermentada organolepticamente aceptable a partir de (*Averrhoa carambola L.*) "Carambola" En Chulucanas". Informe de tesis, Universidad Catolica Sedes Sapientiae, Chulucanas. Recuperado el 21 de Abril de 2021, de <http://repositorio.ucss.edu.pe>
- Costas, N. (2019). *El efecto conjunto del gradiente de pH y la alimentación con glucosa sobre la cinética de crecimiento de Lactococcus lactis CECT 539 en cultivo de lotes alimentados con glucosa limitada.* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/334171615_The_Joint_Effect_of_pH_Gradient_and_Glucose_Feeding_on_the_Growth_Kinetics_of_Lactococcus_lactis_CECT_539_in_Glucose-Limited_Fed-Batch_Cultures



AGRADECIMIENTO

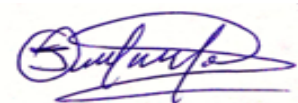
Agradecer, a Dios por fortalecernos y haber permitido culminar la presente investigación.

A la Universidad Nacional de Jaén, y todos los docentes que fueron parte de nuestra formación profesional.

De manera especial el agradecimiento a coordinación y jefe de laboratorio por brindar su tiempo y permitir ejecutar nuestro proyecto en el laboratorio de la carrera de Ingeniería de Industrias Alimentarias.

Agradecimiento grato a la asesora de tesis por brindar su tiempo, compromiso y responsabilidad con la ejecución de dicho trabajo.

Finalmente, a todas las personas que, de algún modo, nos brindaron el apoyo en este trabajo.



DEDICATORIA

Gracias mi Dios, por permitir culminar satisfactoriamente mis estudios en la Universidad Nacional de Jaén y al permitirme con éxito llegar a ser un profesional.

A todos mis familiares que estuvieron en esta lucha sobre todo mis padres, quienes me guiaron al éxito.

Jelensin Yeir Díaz Pérez

Llena de regocijo, amor y esperanza, dedico este proyecto de tesis a cada uno de mis seres queridos, especialmente a mis padres Alcides Alarcón y Consuelo Llamo; a mi esposo Jorge Pérez e hija Yanixa Jhassielly, a mis hermanas quienes siempre han creído en mí, dándome ejemplo de superación, humildad, sacrificio y apoyo incondicional, enseñándome a valorar todo lo que tengo.

A todos ellos dedico esté presente trabajo, porque han fomentado en mí el deseo de superación y el triunfo en la vida.

Yeny Roxana Alarcón Llamo



ANEXOS



Anexo 1


CERTIFICADO DE IDENTIFICACIÓN DE ESPECIE VEGETAL N° 008-2021

Jaén, 18 de setiembre de 2021

Yo, Alexander Huamán Mera, Biólogo-Botánico, identificado con DNI N° 42094361 y con Colegiatura del Colegio de Biólogos del Perú N° 9030, certifico que el espécimen presentado por los Bachilleres Jelensin Yeir Diaz Perez y Yeny Roxana Alarcón Llamo, corresponde a *Hylocereus megalanthus* (K.Schum. ex Vaupel) Ralf Bauer pertenece a la familia botánica Cactaceae, nombrado comúnmente como “Pitahaya” o “Pitaya amarilla”. El espécimen presentado para la certificación, será usado como material biológico para desarrollar el proyecto de tesis titulado: “DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA A BASE DE PITAHAYA (*Hylocereus megalanthus*)”



Se expide el presente documento para los fines que las solicitantes crean conveniente.


Alexander Huamán Mera
BIÓLOGO
C.B.P. 9030







Anexo 2

Tabla 21

⁰**Brix** recolectados durante la ejecución del proyecto de las 13 unidades experimentales de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Tratamientos	Levadura (g)	Fermentación (Días)	RI	RII	RIII
1	0.20	8 días	23.60	23.62	23.61
2	0.10	8 días	23.70	23.72	23.71
3	0.20	4 días	24.00	24.02	24.01
4	0.10	4 días	24.00	24.02	24.01
5	0.15	10 días	21.40	21.42	21.41
6	0.15	2 días	24.60	24.62	24.61
7	0.25	6 días	24.20	24.22	24.21
8	0.05	6 días	24.10	14.13	24.11
9	0.15	6 días	24.10	24.12	24.11
10	0.15	6 días	24.10	24.12	24.11
11	0.15	6 días	24.10	24.13	24.11
12	0.15	6 días	24.10	24.12	24.11
13	0.05	6 días	24.15	24.17	24.16



Tabla 22

pH recolectados durante la ejecución del proyecto de las 13 unidades experimentales de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Tratamientos	Levadura (g)	Fermentación (Días)	RI	RII	RIII
1	0.20	8 días	3.44	3.43	3.54
2	0.10	8 días	3.44	3.42	3.50
3	0.20	4 días	3.73	3.67	3.64
4	0.10	4 días	3.66	3.68	3.72
5	0.15	10 días	3.48	3.59	3.60
6	0.15	2 días	4.10	4.11	4.16
7	0.25	6 días	3.63	3.66	3.62
8	0.05	6 días	3.55	3.57	3.52
9	0.15	6 días	3.54	3.67	3.60
10	0.15	6 días	3.61	3.56	3.62
11	0.15	6 días	3.63	3.54	3.54
12	0.15	6 días	3.57	3.61	3.51
13	0.05	6 días	3.59	3.62	3.58



Tabla 23

Densidad datos recolectados durante la ejecución del proyecto de las 13 unidades experimentales de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Tratamientos	Levadura (g)	Fermentación (Días)	RI	RII	RIII
1	0.20	8 días	1.00	1.00	1.00
2	0.10	8 días	1.01	1.01	1.01
3	0.20	4 días	1.02	1.02	1.02
4	0.10	4 días	1.02	1.02	1.02
5	0.15	10 días	1.00	1.00	1.00
6	0.15	2 días	1.08	1.08	1.08
7	0.25	6 días	1.04	1.04	1.04
8	0.05	6 días	1.05	1.05	1.02
9	0.15	6 días	1.04	1.04	1.04
10	0.15	6 días	1.04	1.04	1.04
11	0.15	6 días	1.04	1.04	1.04
12	0.15	6 días	1.04	1.04	1.04
13	0.05	6 días	1.05	1.05	1.052



Tabla 24

Grado alcohólico datos recolectados durante la ejecución del proyecto de las 13 unidades experimentales de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Tratamientos	Levadura (g)	Fermentación (Días)	RI	RII	RIII
1	0.20	8 días	14.28	14.28	14.29
2	0.10	8 días	13.23	13.23	13.24
3	0.20	4 días	11.79	11.79	11.80
4	0.10	4 días	11.66	11.66	11.67
5	0.15	10 días	14.41	14.41	14.42
6	0.15	2 días	3.799	3.801	3.809
7	0.25	6 días	9.432	9.434	9.442
8	0.05	6 días	7.559	7.562	7.569
9	0.15	6 días	9.025	9.028	9.035
10	0.15	6 días	9.026	9.029	9.036
11	0.15	6 días	9.039	9.042	9.049
12	0.15	6 días	9.026	9.029	9.036
13	0.05	6 días	7.598	7.601	7.608



Tabla 25

*Datos recolectados del **color** durante la ejecución del proyecto de las 13 unidades experimentales de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.*

PANELISTAS	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
1	4	6	2	5	5	3	4	5	4	8	7	3	2
2	3	5	3	8	6	3	5	4	6	9	8	3	5
3	5	6	4	6	4	4	5	6	7	8	6	3	3
4	4	4	5	4	5	2	4	5	5	9	5	5	4
5	5	6	3	6	5	4	3	6	9	9	4	4	5
6	3	5	5	5	4	2	5	7	5	9	6	2	4
7	4	4	4	3	4	4	4	5	6	9	4	3	5
8	5	5	2	5	5	3	6	9	3	9	2	2	3
9	4	3	4	6	5	2	4	6	5	8	2	5	5
10	6	5	6	7	5	3	3	8	7	8	2	4	3
11	5	4	4	5	5	2	4	7	4	8	3	8	6
12	4	6	3	4	6	2	3	8	8	8	5	5	4
13	3	5	4	5	6	2	4	5	5	9	6	6	5
14	5	7	4	3	4	2	3	4	7	9	7	4	3
15	3	6	5	5	5	3	4	5	6	9	6	2	5
16	2	5	6	7	5	2	3	3	4	9	5	3	4
17	5	4	4	5	6	2	4	7	5	6	6	7	5
18	4	5	5	6	3	3	4	5	4	7	4	4	4
19	3	6	2	5	5	4	3	4	7	8	5	5	6
20	5	5	4	6	6	5	2	6	5	9	3	3	9
21	6	6	5	5	5	3	4	3	4	9	3	7	5
22	5	5	4	7	7	4	3	7	6	9	3	4	3
23	2	4	4	7	5	3	5	2	5	9	3	8	5
24	4	6	4	6	6	2	3	5	6	8	2	4	4
25	3	5	5	7	5	3	4	7	5	8	5	2	3
26	4	4	4	5	6	2	5	8	7	9	2	2	5
27	3	6	4	6	5	3	4	5	6	8	4	3	4
28	4	5	3	4	4	2	6	4	7	9	4	2	6
29	2	6	4	5	7	4	4	5	4	8	3	4	5
30	4	5	3	6	5	2	4	4	5	9	3	5	5
31	5	6	3	6	5	3	6	6	6	9	2	5	4
32	4	5	3	5	6	3	8	6	6	9	2	6	3

Tabla 26

Datos recolectados del **olor** durante la ejecución del proyecto de las 13 unidades experimentales de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

PANELISTAS	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
1	4	6	2	5	5	3	4	5	4	8	7	3	2
2	3	5	3	8	6	3	5	4	6	9	8	3	5
3	5	6	4	6	4	4	5	6	7	8	6	3	3
4	4	4	5	4	5	2	4	5	5	9	5	5	4
5	5	6	3	6	5	4	3	6	9	9	4	4	5
6	3	5	5	5	4	2	5	7	5	9	6	2	4
7	4	4	4	3	4	4	4	5	6	9	4	3	5
8	5	5	2	5	5	3	6	9	3	9	2	2	3
9	4	3	4	6	5	2	4	6	5	8	2	5	5
10	6	5	6	7	5	3	3	8	7	8	2	4	3
11	5	4	4	5	5	2	4	7	4	8	3	8	6
12	4	6	3	4	6	2	3	8	8	8	5	5	4
13	3	5	4	5	6	2	4	5	5	9	6	6	5
14	5	7	4	3	4	2	3	4	7	9	7	4	3
15	3	6	5	5	5	3	4	5	6	9	6	2	5
16	2	5	6	7	5	2	3	3	4	9	5	3	4
17	5	4	4	5	6	2	4	7	5	6	6	7	5
18	4	5	5	6	3	3	4	5	4	7	4	4	4
19	3	6	2	5	5	4	3	4	7	8	5	5	6
20	5	5	4	6	6	5	2	6	5	9	3	3	9
21	6	6	5	5	5	3	4	3	4	9	3	7	5
22	5	5	4	7	7	4	3	7	6	9	3	4	3
23	2	4	4	7	5	3	5	2	5	9	3	8	5
24	4	6	4	6	6	2	3	5	6	8	2	4	4
25	3	5	5	7	5	3	4	7	5	8	5	2	3
26	4	4	4	5	6	2	5	8	7	9	2	2	5
27	3	6	4	6	5	3	4	5	6	8	4	3	4
28	4	5	3	4	4	2	6	4	7	9	4	2	6
29	2	6	4	5	7	4	4	5	4	8	3	4	5
30	4	5	3	6	5	2	4	4	5	9	3	5	5
31	5	6	3	6	5	3	6	6	6	9	2	5	4
32	4	5	3	5	6	3	8	6	6	9	2	6	3

Tabla 27

Datos recolectados del sabor durante la ejecución del proyecto de las 13 unidades experimentales de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

PANELISTAS	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
1	2	7	1	4	6	2	3	7	4	8	6	5	4
2	4	8	3	6	7	3	3	5	6	9	5	6	5
3	3	7	3	5	5	2	6	7	5	9	7	3	2
4	5	9	4	3	6	2	5	4	5	9	3	4	4
5	4	5	3	5	4	3	7	7	3	9	5	2	6
6	3	7	7	4	6	3	4	6	5	9	4	5	5
7	6	6	4	6	7	4	5	4	4	9	2	4	4
8	4	8	1	5	5	4	3	7	5	9	5	6	5
9	5	6	1	5	5	4	6	5	3	8	6	5	6
10	3	4	4	5	6	4	4	8	7	8	4	7	4
11	7	7	5	5	4	2	6	3	5	8	5	4	6
12	4	6	3	6	7	2	5	5	4	8	4	6	2
13	3	9	3	3	5	2	3	3	7	9	2	5	5
14	2	7	4	5	6	2	2	6	5	9	7	3	4
15	5	6	4	6	5	3	2	4	6	9	6	5	2
16	4	8	5	6	3	2	4	7	4	9	4	3	6
17	6	5	4	4	5	2	5	5	7	6	7	6	4
18	4	7	5	6	4	3	4	8	6	9	3	4	1
19	2	6	2	5	7	4	3	3	5	8	5	5	6
20	5	7	4	6	3	5	6	7	7	9	4	6	2
21	4	8	5	7	6	3	4	5	6	9	7	4	1
22	3	5	4	4	5	1	6	6	5	9	3	3	4
23	6	7	4	3	7	1	5	5	7	9	3	6	5
24	4	6	3	6	4	1	3	7	5	9	1	3	4
25	3	6	5	5	7	3	4	5	7	8	5	5	6
26	6	6	3	5	5	2	1	1	3	9	3	4	3
27	4	7	1	6	7	3	4	6	5	9	6	6	5
28	3	6	3	6	5	2	6	8	4	9	4	2	3
29	1	8	4	5	6	4	4	7	3	9	3	8	2
30	3	7	3	7	5	3	5	4	6	9	4	4	4
31	1	5	3	4	4	4	2	6	1	9	6	7	4
32	2	8	2	3	3	1	6	2	4	9	2	5	1

Tabla 28

Datos recolectados del *Apariencia* durante la ejecución del proyecto de las 13 unidades experimentales de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

PANELISTAS	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
1	2	7	2	4	7	1	3	7	6	8	8	5	6
2	4	6	1	5	6	4	7	4	6	9	3	6	5
3	3	7	4	3	5	2	6	6	5	8	5	6	4
4	5	6	6	6	7	3	5	4	4	9	6	4	6
5	4	4	3	4	4	4	6	5	6	9	4	5	3
6	2	9	2	5	7	2	4	5	3	9	6	6	6
7	4	6	4	2	5	1	5	3	5	9	5	3	4
8	3	6	3	7	6	3	3	3	6	9	9	5	5
9	5	9	5	3	7	4	6	6	4	8	4	2	6
10	4	4	2	4	3	5	4	4	7	8	5	6	4
11	5	7	6	5	5	4	6	7	5	9	3	4	2
12	3	7	4	3	3	7	5	3	4	8	6	7	5
13	5	8	2	2	4	4	3	8	6	9	3	5	4
14	4	6	5	5	2	5	2	5	8	9	5	7	6
15	3	7	4	3	5	3	6	7	4	9	7	6	4
16	1	6	3	6	4	4	4	4	6	9	4	4	6
17	5	4	6	4	6	6	6	4	7	6	7	5	3
18	4	5	4	1	7	5	4	5	5	9	2	6	5
19	3	9	5	6	5	6	3	4	5	8	5	4	6
20	4	8	3	4	4	3	4	6	4	9	3	6	2
21	5	6	6	7	5	5	4	2	6	9	6	4	4
22	3	8	5	4	3	4	6	4	3	9	5	3	6
23	2	6	3	5	6	5	5	6	6	9	5	5	3
24	4	5	6	3	4	3	3	4	7	9	6	3	6
25	3	7	4	6	7	6	6	5	5	8	4	5	4
26	2	7	5	5	5	5	1	3	7	9	2	6	6
27	4	4	3	6	2	4	4	1	5	8	5	2	2
28	1	7	6	3	5	6	5	3	5	9	4	6	6
29	1	9	4	5	1	2	4	5	1	9	3	4	4
30	4	6	3	6	5	4	5	4	5	9	7	6	7
31	3	8	3	5	4	3	2	6	1	9	2	5	4
32	1	8	2	6	3	1	6	2	6	9	6	5	3

Anexo 3

Plantilla de evaluación de la bebida alcoholica a base de pitahaya amarilla

Prueba de satisfacción de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla

Nombre del evaluador (ra).....

Carrera profesional..... Código.....

Lugar..... fecha.....

INNSTRUCCIONES: En el orden que se solicite deguste y marque a su parecer una de las alternativas de acuerdo a la escala hedónica establecida a continuación.

PARAMETROS	ESCALA	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
COLOR	1. Me disgusta extremadamente													
	2. Me disgusta mucho													
	3. Me disgusta moderadamente													
	4. Me disgusta levemente													
	5. No me gusta ni me disgusta													
	6. Me gusta levemente													
	7. Me gusta moderadamente													
	8. Me gusta mucho													
	9. Me gusta extremadamente													
OLOR	1. Me disgusta extremadamente													
	2. Me disgusta mucho													
	3. Me disgusta moderadamente													
	4. Me disgusta levemente													
	5. No me gusta ni me disgusta													
	6. Me gusta levemente													
	7. Me gusta moderadamente													
	8. Me gusta mucho													
	9. Me gusta extremadamente													
SABOR	1. Me disgusta extremadamente													
	2. Me disgusta mucho													
	3. Me disgusta moderadamente													
	4. Me disgusta levemente													
	5. No me gusta ni me disgusta													
	6. Me gusta levemente													
	7. Me gusta moderadamente													
	8. Me gusta mucho													
	9. Me gusta extremadamente													
DULZOR	1. Me disgusta extremadamente													
	2. Me disgusta mucho													
	3. Me disgusta moderadamente													
	4. Me disgusta levemente													
	5. No me gusta ni me disgusta													
	6. Me gusta levemente													
	7. Me gusta moderadamente													
	8. Me gusta mucho													
	9. Me gusta extremadamente													

Anexo 4

Fotografías de degustación de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.

Figura 23

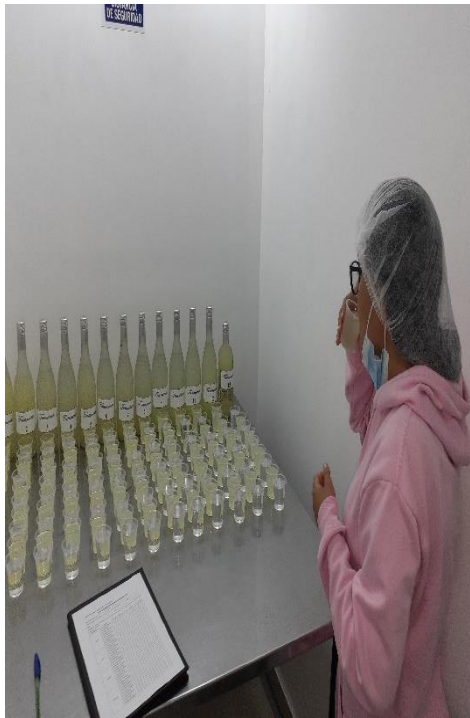
Toma de temperatura y desinfección a estudiantes que participan en la degustación de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.



Figura 24

Aceptabilidad de la bebida alcohólica a base de pitahaya amarilla.






L. Bazzán B.

D. [Signature]

[Signature]

Anexo 5

Normas Técnica Peruana que relacionada a la producción de vino.

	
PERUANA	NTP 212.014 2011
Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias-INDECOPI Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú	
 BEBIDAS ALCOHÓLICAS VITIVINÍCOLAS. Vinos. Requisitos	
ALCOHOLIC BEVERAGES. Wines. Requirements	
 2011-11-30 3ª Edición	

