



# **UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS**

**FACULTAD DE POSGRADOS**

**MAESTRÍA EN DESARROLLO E INNOVACIÓN DE ALIMENTOS**

## **EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE UNA BEBIDA DE KOMBUCHA CON ADICIÓN DE MARACUYÁ**

**Profesor:**

PhD. Héctor Abel Palacios Cabrera

**Autores:**

Ing. Juan Carlos Fernández Ormaza

Lic. Luis Andrés Muñoz Jiménez

**2022**

## Resumen

El té de Kombucha es una bebida refrescante, obtenida por fermentación de té negro azucarado con un consorcio de levaduras y predominantemente bacterias del ácido acético llamado SCOBY. El objetivo de este experimento fue evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida de Kombucha y maracuyá. Para llevar a cabo el objetivo se realizaron 6 muestras con concentraciones diferentes de azúcar y té, con un diseño factorial obtenido es  $2 \times 3 \times 3$ . El análisis fisicoquímico se realizó durante el tiempo de fermentación (16 días), donde se tomaron medidas de pH, °Brix y °Alcohólico en los días 0, 4, 10 y 16; y por último un análisis con la adición del 25% de maracuyá donde se reportaron valores de pH, °Brix, °Alcohólico y Fenoles totales. El análisis sensorial tuvo lugar mediante un test hedónico de 7 ítems con 5 opciones de respuesta, aplicado a 30 personas. Como resultado se evidenció que los valores de pH a los que se encontraron las muestras estuvieron dentro del rango de 2,5 y 4,2 establecido por la Normativa N°41 brasileña. Los °Brix de las formulaciones F3 y F6 se encuentran fuera de los valores permitidos por la NTE INEN 2340. El contenido alcohólico de todas las formulaciones previo a la adición de maracuyá se encuentra fuera de los rangos permitidos (2 – 5,2°), sin embargo, en lo posterior al disminuir este aspecto serían aceptables. La formulación con mayor aceptación fue la F1 con 100% agua; 0,5% té negro; 10% azúcar; 3% SCOBY y 10% de iniciador.

## **Abstract**

Kombucha tea is a refreshing drink, obtained by fermenting sweetened black tea with a consortium of yeasts and predominantly acetic acid bacteria called SCOBY. The objective of this experiment was to evaluate the physicochemical and sensory characteristics of a Kombucha and passion fruit drink. To carry out the objective, six samples made with different concentrations of sugar and tea, with a factorial design obtained is 2x3x3. The physicochemical analysis was carried out during the fermentation time (16 days), where pH, °Brix and °Alcoholic measurements were taken on days 0, 4, 10 and 16; and finally, an analysis with the addition of 25% of passion fruit where values of pH, °Brix, °Alcoholic and total Phenols were reported. The sensory analysis took place through a 7-item hedonic test with five response options that applied to 30 people. As a result, it evidenced that the pH values at which the samples found were within the range of 2.5 and 4.2 established by Brazilian Regulation No. 41. The °Brix of the F3 and F6 formulations are outside the values allowed by NTE INEN 2340. The alcoholic content of all the formulations prior to the addition of passion fruit is outside the permitted range (2 - 5,2°), however, after the decrease this aspect would be acceptable. The most accepted formulation was F1 with 100% water; 0.5% black tea; 10% sugar; 3% SCOBY and 10% starter.

# Contenido

Resumen

Abstract

Contenido

1. Introducción .....	1
2. Revisión de la literatura .....	4
3. Planteamiento del problema .....	5
4. Identificación del objeto de estudio .....	6
5. Preguntas de investigación .....	6
6. Objetivos.....	6
6.1. General: .....	6
6.2. Específicos:.....	6
7. Justificación .....	7
8. Metodología .....	8
8.1. Preparación de la muestra .....	8
8.2. Análisis fisicoquímico .....	10
8.3. Análisis sensorial .....	10
8.4. Metodología Estadística .....	11
9. Resultados y discusión .....	12
9.1. Análisis Fisicoquímico .....	12

9.2. Análisis Sensorial.....	17
10. Conclusiones.....	20
11. Referencias .....	22
12. Anexos .....	26

## 1. Introducción

La importancia de las bebidas en nuestra sociedad es tan grande que no se puede imaginar una reunión sin la presencia de al menos una opción para beber. El té de Kombucha es una bebida refrescante, obtenida por fermentación de té negro azucarado, elaborado a partir de hojas de *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, con un consorcio de levaduras y predominantemente bacterias del ácido acético. En los últimos tiempos, el té de Kombucha ha visto un aumento considerable en el interés en todo el mundo y se puede decir fácilmente que es una bebida popular emergente (Chakravorty et al., 2019).

Aunque los alimentos fermentados han sido un elemento básico de las culturas a nivel internacional durante miles de años, la Kombucha se ha hecho popular recientemente en los Estados Unidos, pese a que sus orígenes se remontan al noreste de China alrededor del 220 a. C., también se difundió a Japón en el 414 d. C. como medicamento y se extendió a través de las rutas comerciales a Rusia y Europa del este (Kapp & Sumner, 2019).

Hoy en día, la Kombucha es el producto de más rápido crecimiento en el mercado de bebidas funcionales y una de las bebidas fermentadas de bajo contenido alcohólico más populares del mundo, esto debido a sus supuestos beneficios para la salud, que incluyen múltiples propiedades funcionales como el potencial antiinflamatorio, la actividad antioxidante, la reducción de los niveles de colesterol, la presión arterial, la reducción de la propagación del cáncer, la mejora del hígado, el sistema inmunológico y las funciones gastrointestinales (Kapp & Sumner, 2019).

Aunque originalmente esta bebida se ha preparado a base de té negro y otros como el té verde y el oolong, también conocido como té azul, es posible encontrar variaciones elaboradas con infusiones como la menta, la melisa o el jazmín (Martínez Leal et al., 2018). El té es la segunda bebida más consumida en el mundo detrás del agua y se cultiva actualmente en aproximadamente treinta y cinco países de todo el mundo. Los cinco principales países que producen y exportan té son China, India, Sri Lanka, Kenia e Indonesia, que

producen un total combinado de 5 millones de toneladas métricas de los 6,15 millones de toneladas métricas producidos en todo el mundo (Bishop et al., 2022a).

Una de las características principales de la Kombucha es su contenido microbiano el cual se conoce como SCOBY o Cultivo Simbiótico de Bacterias y Levaduras, este es un biofilm obtenido de la asociación simbiótica entre levaduras y bacterias acéticas que también se llama "té de hongos", ya que parece una alfombra fúngica cuando se cultiva en condiciones estáticas. Esta biopelícula crece en té endulzado y enfriado para formar una película celulósica (Dantas Coelho et al., 2020).

El SCOBY es la base de los procesos metabólicos que crea el producto terminado. Durante el proceso de fermentación, el SCOBY adquiere una forma similar a la parte superior de un hongo. La textura es densa y gelatinosa, además produce un olor que se puede comparar con el del vinagre. Este olor característico es un indicador de que el SCOBY está saludable, mientras que cualquier olor desagradable nos indica que el SCOBY está entrando en un proceso de descomposición (Laavanya et al., 2021).

Las bacterias del ácido acético y láctico (*Acetobacter aceti*, *Acetobacter pasteurianus*, *Gluconobacter oxydans*) y diferentes cepas de levaduras (*Saccharomyces sp.*, *Zygosaccharomyces kombuchaensis*, *Torulopsis sp.*, *Pichia sp.*, *Brettanomyces sp.*) se utilizan para el proceso de fermentación creando una relación simbiótica capaz de inhibir el desarrollo de microorganismos patógenos (Bishop et al., 2022b).

En condiciones aeróbicas, el consorcio simbiótico de Kombucha es capaz de convertir el azúcar y el té en un período de 7 a 10 días en una bebida ligeramente carbonatada, ligeramente agria y refrescante, que se compone de varios ácidos, 14 aminoácidos, vitaminas y algunas enzimas hidrolíticas. En sí su composición química está conformada por ácidos grasos como ácido acético, glucónico, glucorónico y láctico; vitaminas como B1, B2, B6, B12 y vitamina C; minerales entre los cuales se encuentran cobre, hierro, magnesio, níquel y zinc; aniones

como fluoruros, bromuros, cloruros, yoduros, sulfatos y otros compuestos como etanol, proteínas y polifenoles (Villarreal-Soto et al., 2018).

Para su elaboración se pueden utilizar 5 g de hojas de té por litro de agua, luego se le agrega azúcar, que servirá de sustrato para las bacterias y levaduras fermentadoras del té. Aproximadamente 50 g de azúcar por litro de agua es suficiente antes de añadir el SCOBY o un poco de Kombucha preparada, la bebida debe estar a una temperatura cercana a los 20°C y los niveles de pH deben alcanzar un máximo de pH 4.2, ya que la sobreproducción de ácido acético puede ser contraproducente. Como forma de conservación se considera la adición de 0,1% de benzoato de sodio y 0,1% de sorbato de potasio y, finalmente, mantenerlo refrigerado (Martínez Leal et al., 2018).

En este proceso no se debe olvidar lo importante que es el agua ya que puede afectar el sabor de la kombucha y la salud general de los microorganismos empleados para la fermentación. Una característica fundamental del agua usada para elaborar el producto es que esté libre de contaminantes que puedan tener un impacto negativo en la salud general del cultivo simbiótico de bacterias y levaduras, al potabilizar el agua logramos tener un medio ideal para la producción de esta bebida (Gomes Soares et al., 2021).

De forma específica la fermentación de la Kombucha ocurre a temperatura ambiente (18–30 °C) durante 7 a 10 días, lo que da lugar a una nueva capa de SCOBY en la parte superior del cultivo que crece a partir de nuevas capas que se acumulan unas sobre otras; este paso es relevante ya que dicho proceso puede mejorar la calidad sensorial y la carbonatación. En producción artesanal, se añaden a la kombucha compuestos aromatizados, como frutas, hierbas y aceites esenciales, cuyos sabores tardan entre 2 y 5 días en incorporarse totalmente a la preparación; mientras que, en los procesos industriales, algunos pasos adicionales ayudan a mantener su calidad física, química, nutricional y microbiológica (Laavanya et al., 2021).

Se han realizado diferentes pruebas sensoriales para la bebida de Kombucha utilizando diferentes tipos de té e incluso se han modificado las fuentes



edulcorantes de la bebida por lo que en esta ocasión se ha optado por añadir maracuyá a la misma con el fin de potencializar su sabor. El maracuyá o futa de la pasión pertenece a la familia de las pasifloráceas, las cuales están constituidas por alrededor de 530 especies entre tropicales y subtropicales. Se considera un alimento funcional natural debido al contenido de compuestos bioactivos como la vitamina C, compuestos fenólicos, flavonoides, lo que confiere un carácter antioxidante a este alimento. Entre los principales flavonoides se encuentran la quercetina, kaempferol, isohamnetina, milicetina y rutina, por lo que se ha pensado sería un excelente aporte a esta bebida en tendencia (Santos et al., 2021).

## 2. Revisión de la literatura

La bebida de Kombucha ha sido estudiada con enfoque en su composición microbiana por sus beneficios para la salud digestiva, así como también por la composición fisicoquímica y las ventajas de la misma sobre la salud en general debido al contenido de antioxidantes. Por ejemplo, Al-Mohammadi et al.(2021), en su estudio demostraron la actividad antimicrobiana de cuatro tipos de preparaciones de kombucha (fermentadas, neutralizadas, tratadas térmicamente y sin fermentar) contra algunas cepas bacterianas y fúngicas patógenas utilizando el ensayo de difusión de pozos de agar. *Staphylococcus aureus* ATCC6538 (*S. aureus*) y *Escherichia coli* ATCC11229 (*E. coli*) fueron los organismos más susceptibles a la actividad antimicrobiana de las preparaciones de bebidas de kombucha.

Además, al ser una bebida que se ha abierto paso en el mercado se han estudiado diferentes materias primas y aditivos para su elaboración, como es el caso del estudio realizado por Shahbazi et al. (2018), donde pusieron a prueba la adición de tres plantas medicinales, que fueron: canela, cardamomo y tomillo Shirazi. Como resultado de esta adición la concentración de todos los ácidos orgánicos aumentó significativamente ( $p < 0.05$ ) durante el proceso de fermentación tanto de la kombucha saborizada como del control. La kombucha con sabor a canela tenía el mayor contenido de ácido acético, ácido D-

glucurónico, ácido láctico y ácido cítrico, mientras que la kombucha con sabor a tomillo Shirazi tenía el mayor contenido de ácido oxálico (24.8 mg / L) y ácido málico (312 mg / L), al final del proceso de fermentación.

Así también se encuentra otro ejemplo en el que se agrega el jugo de una fruta a la preparación de Kombucha, esta fruta fue Salak o también conocida como la fruta serpiente, en el estudio realizado por Zubaidah et al. (2018), donde la fermentación mejoró la actividad antioxidante de la fruta en la Kombucha, según lo evaluado por la actividad de eliminación de radicales 2,2-difenil-1-picrilhidracil (DPPH), y consistente con aumentos en fenólicos, taninos y flavonoides. El ácido acético fue el principal ácido orgánico del producto fermentado que mostró una mayor actividad antibacteriana al inhibir las bacterias Gram-positivas (*Staphylococcus aureus*) y Gram-negativas (*Escherichia coli*).

### **3. Planteamiento del problema**

Dentro de las normativas vigentes para bebidas en Ecuador, en la que se colocaría esta bebida es en la NTE INEN 1101, Norma Técnica Ecuatoriana para bebidas gaseosas o carbonatadas. Requisitos. Sin embargo, en otros países como en Brasil, por ejemplo, se establece una normativa que proviene del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento en el que se abarca como primer artículo el establecer una norma de identidad y calidad de la Kombucha en todo el país. Estas normativas son esenciales en cada país, en este caso en Ecuador es necesario se realice una normativa para esta bebida de modo que tenga mayor acogida y se la comercialice en mayor escala dentro del país bajo ciertos parámetros reglamentarios más apegados a la realidad del país que pese a que el documento es de Brasil, un país cercano, es necesario poseer las características específicas para este territorio en particular.

Al no poseer una documentación del mismo modo que en Brasil no existen parámetros determinantes para esta bebida y se tendrían que aplicar los de la NTE INEN 1101, no obstante, esta bebida es muy diferente a una gaseosa o bebidas similares en cuanto a características fisicoquímicas que serían de gran importancia estandarizar del mismo modo que suceden en otros países.

## 4. Identificación del objeto de estudio

Gracias al conocimiento sobre los beneficios nutricionales de la bebida de Kombucha por los diferentes estudios que se han realizado de la misma, es posible generar variantes adicionando ingredientes que no alteren sus funciones y mejoren varios aspectos de su presentación. Entre los aspectos que se pueden mejorar de esta bebida pueden ser sus características, microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales. En este caso se pretende mejorar las características sensoriales de la misma, por medio de la incorporación de una fruta a la bebida, el maracuyá, en conjunto con sus propiedades puede aportar incluso más características nutricionales, sin embargo, su adición se enfoca en la mejora de la experiencia sensorial de la bebida la cual es evaluada para poder evidenciar que este aporte potencia la Kombucha de forma sensorial.

## 5. Preguntas de investigación

- ¿Cómo afecta la variación de concentraciones de sustratos (té negro y azúcar) en la aceptación de las características sensoriales de una de una bebida de Kombucha con adición de maracuyá?

## 6. Objetivos

### 6.1. General:

Evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida de Kombucha con adición maracuyá.

### 6.2. Específicos:

- Elaborar una bebida de carácter funcional a base de Kombucha y maracuyá a través del método experimental utilizando el bioproceso de fermentación.
- Determinar las características fisicoquímicas de una bebida de Kombucha.

- Evaluar la aceptación en consumidores de la bebida de Kombucha con maracuyá desarrollada en el laboratorio.

## 7. Justificación

En la actualidad se hace más evidente la creciente preocupación que existe entre las personas con relación a su alimentación. Aspectos como el aporte nutricional y los efectos del alimento sobre la salud se vuelven más relevantes dando lugar a un incremento en la demanda de alimentos y bebidas más saludables y funcionales. El mercado mundial de fermentados alcanzó un valor de 1.130 millones de USD en 2018 y se proyecta que alcance los 1.700 millones para 2023, con un crecimiento promedio (CAGR) del 8,4% durante este período (The Fermentation Association, 2022).

La Kombucha es una bebida de té fermentado y azúcar, elaborada a través de un cultivo simbiótico de bacterias y levaduras, que adquiere una carbonatación natural, donde el aporte de probióticos que contiene, la convierten en una de las bebidas funcionales preferidas por los consumidores que están enfocados hacia la salud y el bienestar. Además, el consumo de otros componentes presentes en la Kombucha, como flavonoides, catequinas, taninos y aceites esenciales, son bastante beneficiosos, ya que conducen a una reducción en el desarrollo de enfermedades (Kapp & Sumner, 2019). Se han realizado varios estudios de investigación para determinar estos posibles beneficios de entre los que podemos resaltar sus características: antimicrobianas, antioxidantes, antidiabéticas, anticancerígenas y reguladoras del sistema digestivo. Sin embargo, no existe suficiente evidencia científica al respecto, lo que resalta la oportunidad de investigar su composición y modificar las posibles cualidades de esta bebida para determinar su carácter “funcional”.

Aunque su elaboración requiere de pocos ingredientes que son de fácil acceso y su producción mayoritariamente se concentra en el sector artesanal, inclusive algunos consumidores prefieren prepararla en casa; ha existido un notable crecimiento en productos envasados y de marca lo que abre una inmensa oportunidad a la producción a escala industrial. Se espera dicho crecimiento en

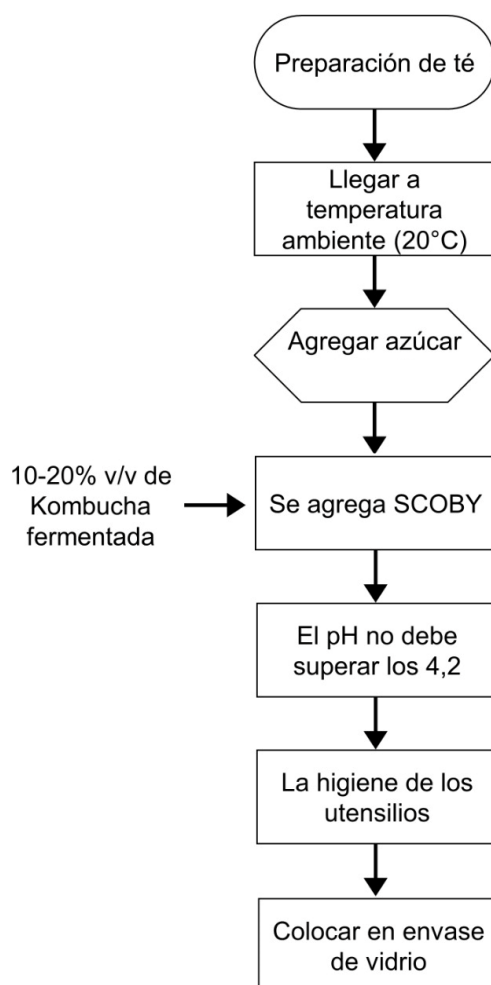
los próximos años debido a una mayor conciencia mundial sobre los beneficios de su consumo que conducen a mejoras en el estilo de vida y la salud (Jayabalan & Waisundara, 2019).

Sin embargo, la producción de Kombucha podría no estar bien estandarizada lo que ocasionaría que existan variaciones considerables entre los distintos productores, incluso en diferentes lotes del mismo productor lo que abre la posibilidad de desarrollar un proceso óptimo de producción controlando los factores fisicoquímicos y materias primas que intervienen en este proceso.

## **8. Metodología**

### **8.1. Preparación de la muestra**

La muestra se obtuvo utilizando té negro endulzado con sacarosa disuelto en agua destilada y añadiendo una proporción de cultivo SCOBY, según el método estándar que se describe a continuación en la Figura 1.

**Figura 1** Proceso estándar para la elaboración de la Kombucha

Fuente: Información tomada de Dantas et al. (2020).

Siguiendo el método estándar, para el experimento se modificó la concentración de algunos componentes o ingredientes para generar 6 formulaciones diferentes como se indica en la Tabla 1 a continuación:

**Tabla 1** Formulaciones de Kombucha en porcentaje

INGREDIENTE	FÓRMULA EN PORCENTAJE					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
<b>AGUA</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>TÉ NEGRO</b>	0,5%	0,5%	0,5%	0,8%	0,8%	0,8%
<b>AZUCAR</b>	10%	8%	5%	10%	8%	5%
<b>SCOBY</b>	3%	3%	3%	3%	3%	3%
<b>INICIADOR</b>	10%	10%	10%	10%	10%	10%

*Nota:* Los ingredientes que se modificaron fueron Té Negro y Azúcar, el resto son constantes. Se denominan F1, F2, F3, F4, F5 y F6 a las diferentes formulaciones realizadas.

Estas 6 formulaciones de Kombucha fueron fermentadas durante 16 días, para poder agregar la pulpa de maracuyá (25%) y dejar en fermentación dos días más para culminar con el proceso. Una vez obtenidas las muestras se realizaron los análisis fisicoquímicos y sensoriales correspondientes.

## **8.2. Análisis fisicoquímico**

El análisis fisicoquímico se llevó a cabo durante los primeros 16 días de fermentación de la bebida de Kombucha en los días 0, 4, 10 y 16, en los cuales se tomaron mediciones de pH, utilizando un potenciómetro digital de alta precisión (0,05) marca VIVOSUN. También se midieron los grados Brix y grado alcohólico, para lo cual se utilizó un refractómetro ATC Alcohol 0-25% / Brix 0-40%.

Además, se realizó la medición de pH, °Brix, °Alcohólico y fenoles totales de las muestras de Kombucha posterior a la adición y fermentación con maracuyá, siguiendo la metodología de la normativa AOAC 918.12 para medición de pH; la normativa AOAC 932.14 y 990.36 B para grados Brix, la normativa técnica ecuatoriana INEN 340 para grado alcohólico y los fenoles totales de acuerdo al procedimiento que se establece en el libro *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* de Rice et al. (2017).

## **8.3. Análisis sensorial**

Para el análisis sensorial de la Kombucha se utilizó un test hedónico que fue aplicado a 30 personas elegidas mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, en el que se evaluó color, aroma, sabor, acidez, gasificación, dulzor y la impresión general del producto mediante una escala de calificación de cinco opciones que fueron: “me disgusta mucho”, “me disgusta moderadamente”, “ni me gusta ni me disgusta”, “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”.

Con los datos del test se pretende contestar las siguientes hipótesis:

H<sub>0</sub>: No existe una diferencia estadísticamente significativa entre el/la (color, aroma, sabor, acidez, gasificación, dulzor, impresión general) de las 6 formulas evaluadas en el análisis sensorial.

H<sub>a</sub>: Si existe una diferencia estadísticamente significativa entre el/la (color, aroma, sabor, acidez, gasificación, dulzor, impresión general) de las 6 formulas evaluadas en el análisis sensorial.

#### **8.4. Metodología Estadística**

El estudio fue realizado con base en un experimento con diseño factorial completo, donde el factor A = Té negro tiene dos niveles (5 y 8 gramos) y el factor B = Azúcar cuenta con tres niveles (100, 80 y 50 gramos). Entonces como se tiene  $k=2$  factores, el primero con 2 niveles y el segundo con tres niveles, y además se tienen tres réplicas, con lo cual el diseño factorial obtenido es  $2 \times 3 \times 3$ .

Este diseño factorial pretende comprobar las hipótesis que se muestran a continuación.

Para la concentración de Té negro:

H<sub>0</sub>: El té negro no influye en su (pH, °Brix, °Alcohólico) durante los primeros 16 días de fermentación.

H<sub>1</sub>: El té negro si influye en su (pH, °Brix, °Alcohólico) durante los primeros 16 días de fermentación.

Para la concentración de Azúcar:

H<sub>0</sub>: El azúcar no influye en su (pH, °Brix, °Alcohólico) durante los primeros 16 días de fermentación.

H<sub>1</sub>: El azúcar si influye en su (pH, °Brix, °Alcohólico y en PPM) durante los primeros 16 días de fermentación.



Interacción té negro – azúcar:

H<sub>0</sub>: La interacción té negro y azúcar no influye en su (pH, °Brix, °Alcohólico) durante los primeros 16 días de fermentación.

H<sub>1</sub>: La interacción té negro y azúcar si influye en su (pH, °Brix, °Alcohólico) durante los primeros 16 días de fermentación.

Los resultados del análisis fisicoquímico fueron representados mediante líneas de tendencia en Excel; en el caso del análisis sensorial, los datos del test aplicado se trabajaron en el programa SPSS versión 25 para Windows.

## **9. Resultados y discusión**

### **9.1. Análisis Fisicoquímico**

El análisis fisicoquímico de la kombucha previo a la adición de maracuyá consistió en conocer el progreso del pH, °Brix y °Alcohólico, los cuales se describen a continuación.

En la Figura 2 (Anexo1) se muestra la tendencia del pH durante 16 días de fermentación, evidenciando que el mismo decae a medida que pasa el tiempo fluctuando entre un pH inicial de 4,19 y un pH final de 3,19. Este valor de pH se encuentra dentro del rango permitido de la normativa brasileña N°41, la cual indica que el pH debe estar entre 4,2 y 2,5 (Instrucción Normativa N° 41, 2019).

En la Figura 8 (Anexo3) se evidencia que tanto para 5g de té negro como para 8 g de té negro con las interacciones de 50, 80 y 100 los valores de pH se mantienen dentro del rango establecido por Normativa N°41 brasileña. Se debe considerar que para las mezclas té negro 5 g y azúcar 50 g, así como para té negro 8 g y azúcar 80 g existe una gran variación en el pH de la bebida, siendo el valor más estable de pH para las combinaciones de 5g de té negro con 100 g de azúcar. En la Figura 9 (Anexo3) se observa que el pH aumenta cuando aumentan los g de té negro mientras que el pH disminuye a medida que aumentan los g de azúcar. De igual forma en la Figura 10 (Anexo 3) se observa

que cuando se trabaja la mezcla con 8 g de té negro y a medida que los g de azúcar van aumentando el pH va disminuyendo pasa lo mismo cuando se trabaja con 5 g de té negro.

De acuerdo con los valores de pH que se han encontrado en las muestras analizadas se pueden comparar los valores y su tendencia con el trabajo de Al-Mohammadi et al. (2021), donde el pH iniciador fue 5 y el pH final llegó a 3, en este caso, los valores se asemejan levemente con ese resultado expuesto iniciando en un pH aproximado de 4 y terminando aproximadamente 3. Sin embargo, estos resultados se tornan altos tomando de referencia el estudio de Yang et al. (2022), donde el pH de sus muestras oscila entre 3 y 3,2; valores que se encuentran por debajo de este experimento. Por otro lado, Andreson et al. (2022), evaluaron el pH de Kombuchas comerciales y preparadas, con resultados de un pH final de 3,7 para Kombucha comercial y de 2,8 para la kombucha elaborada en su estudio. Tanto los experimentos realizados por otros autores como el presente trabajo muestran valores de pH dentro del rango establecido por la norma brasileña.

En la Figura 3 (Anexo 1) se observa la trayectoria de los °Brix a medida que avanza el tiempo de fermentación, la tendencia que se puede visualizar en su mayoría descendente, esto porque la adición de azúcar puede aumentar el contenido total de sólidos solubles donde los azúcares simples como los monosacáridos y disacáridos se disuelven, pero con una fermentación prolongada, los microbios remodelarán el azúcar como un proceso metabólico. El azúcar se convierte en glucosa, que es un nutriente para la fermentación de microbios (*Acetobacter xylinum*, *Saccharomyces cerevisiae*) para poder crecer y desarrollarse por dentro para que el contenido total de sólidos solubles disminuya (Sinamo et al., 2022).

La normativa NTE INEN2 304 de 2017 establece que para bebidas no carbonatadas para Sólidos solubles a 20°C en °Brix el mínimo aceptable es de 5 de igual forma no establece un máximo, además, esto respetando el método de ensayo ISO 2173. Entonces en la Figura 11 (Anexo 3) se evidencia que las mezclas té negro 5 g con azúcar 50 g y té negro 8 g con azúcar 50 g no se

aceptan para el consumo humano, mientras que las demás interacciones si están dentro de la normativa. En la Figura 12 (Anexo 3) se observa que a mayor cantidad de g de té negro los °Brix disminuyen, mientras que a mayor g de azúcar se tienen mayor °Brix. En cuanto a la Figura 13 (Anexo 3) de interacciones se observa que cuando se tiene 8 y 5 g de té negro aumentan los °Brix mientras se vaya aumentando los g de azúcar en la bebida.

La disminución de °Brix como indicativo de que las sacarosa o azúcar fue mermando a medida que pasó el tiempo de fermentación concuerda con varios estudios, entre ellos los desarrollados por Gaggia et al. (2018); Andreson et al. (2022) y Sinamo et al. (2022).

Según los parámetros analíticos de la Kombucha establecidos por la Normativa brasileña N°41, los niveles mínimos no se evidencian y los máximos permitidos en la bebida son de 0,5 sin establecer un mínimo. Ahora en la Figura 14 (Anexo 3) se observa que los niveles de alcohol son elevados para todas las combinaciones por lo que la bebida estaría fuera de la regulación en cuanto al °Alcohol. En la Figura 15 (Anexo 3) se observa que a mayor g de té negro se tiene menor °Alcohol y a su vez a mayor g de azúcar tenemos mayor concentración de alcohol. Esto se evidencia de igual manera en la Figura 16 (Anexo 3).

De acuerdo con el diseño factorial los resultados para este estudio se manejan dentro de un nivel de confianza del 95% del análisis realizado en ANOVA y se muestra que para el té negro el P-Valor 0,551 es mayor que 0,05 (Figura 4, Anexo 2) por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, esto quiere decir, que el té negro no influye en las variaciones de PH de la bebida durante los 16 días de fermentación. Para el azúcar el P-Valor 0,043 es menor que 0,05 (Figura 4), por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, es decir, el azúcar si influye en las variaciones de PH. La interacción té negro-azúcar tiene un P-Valor de 0,309 que es mayor que 0,05 (Figura 4) por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, entonces, la interacción té negro-azúcar no influye en las variaciones de PH de la bebida.

Para el té negro se observa que el P-Valor 0,015 es menor que 0,05 (Figura 5) por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, el té negro si influye en las variaciones de °Brix de la bebida durante los 16 días de fermentación de la Kombucha. El P-Valor del azúcar es 0,000 es menor que 0,05 (Figura 5), entonces se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, el azúcar si influye en las variaciones de °Brix de la bebida durante los primeros 16 días. La interacción té negro-azúcar se observa que el P-Valor 0,031 es menor que 0,05 (Figura 5) por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, lo que quiere decir que la interacción té negro-azúcar si influye en las variaciones de °Brix de la bebida durante los 16 días fermentación.

El P-Valor para el té negro es 0,076, mayor que 0,05 (Figura 6) por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, el té negro no influye en las variaciones de °Alcohol de la bebida durante los primeros 16 días. El P-Valor para el azúcar es 0,000, menor que 0,05 (Figura 6) por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, el azúcar si influye en las variaciones de °Alcohol de la bebida durante los primeros 16 días. La interacción té negro-azúcar tiene un P-Valor de 0,326 mayor que 0,05 (Figura 6) por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, por entonces, la interacción té negro-azúcar no influye en las variaciones de °Alcohol de la bebida durante los 16 días de fermentación.

Para el té negro se observa que el P-Valor 0,255 es mayor que 0,05 (Figura 7) por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, es decir, el té negro no influye en las variaciones de PPM de la bebida durante los 16 días de fermentación. El azúcar muestra un P-Valor 0,758 mayor que 0,05 (Figura 7) por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, el azúcar no influye en las variaciones de PPM de la bebida durante los primeros 16 días. La interacción té negro-azúcar tiene un P-Valor de 0,386 mayor que 0,05 (Figura 7) por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa, la interacción té negro-azúcar no influye en las variaciones de PPM de la bebida durante los primeros 16 días.

Una vez que se llegó al día 16 de fermentación se agregó el maracuyá a la bebida y se dejó en fermentación por dos días más, lo que generó los siguientes resultados fisicoquímicos que se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2** *Análisis fisicoquímico de Kombucha con Maracuyá.*

MUESTRA	PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS			
	pH	°Brix	°Alcohólico	Fenoles totales (mg/L)
<b>F1R3</b>	2,98	9,25	ND	0,85
<b>F2R3</b>	2,91	7,37	ND	0,90
<b>F3R3</b>	2,99	5,18	ND	0,80
<b>F4R3</b>	2,97	8,68	ND	0,75
<b>F5R3</b>	3,01	7,56	ND	0,70
<b>F6R3</b>	3,04	4,93	ND	0,60

*Nota:* Los parámetros pH, sólidos solubles (Brix), grado alcohólico y fenoles totales fue realizado en el Laboratorio Matriz Quito de CHAVEZSOLUTIONS. ND=No detectado

Los valores de pH que se muestran en la Tabla 2 se mantienen dentro del rango establecido para pH en el documento brasileño, pese a haber bajado su valor en referencia al día 16 previo a la incorporación de maracuyá. Los grados Brix oscilan entre 4,93 y 9,25, en sí estos valores incrementaron alrededor de 0,25 grados, lo cual tiene sentido al haber incorporado la pulpa de maracuyá que también posee varios azúcares que por ende altera la última medición previo a ser añadida.

El grado alcohólico que se midió en base a la normativa técnica ecuatoriana INEN 340, no fue detectado; esto posiblemente sea consecuencia de la evaporación de este al momento de la toma de datos o debido a que fue necesario más tiempo de fermentación posterior a la adición de maracuyá. El contenido de fenoles totales varía entre 0,6 y 0,9 mg/L, valores que resultan bajos en comparación con los resultados de Zhou et al. (2022), quienes compararon los fenoles totales entre té negro y verde, siendo el té negro el de menor contenido de los mismos con valores de aproximadamente 1,5 mg/L, mientras que con té verde el contenido fenólico puede alcanzar 2,98 mg/L.

El contenido fenólico varía entre los diferentes estudios que se observan como el de Yang et al. (2022), donde el valor en porcentaje rodea el 1,30% de contenido fenólico, así también Kluz et al. (2022), expone que su estudio el contenido fenólico fue menos al 5%, con un promedio de 4,5%. Por otro lado, Zhou et al. (2022), presentó resultados de contenido alcohólico en relación al té q se usó para la elaboración de la bebida, donde muestra que el contenido fenólico es menor cuando se ha utilizado té negro generando valores de aproximadamente 1,5 mg/L, mientras que con té verde el contenido fenólico puede alcanzar 2,98 mg/L.

## 9.2. Análisis Sensorial

Los resultados descriptivos para las diferentes formulaciones de Kombucha en base al test hedónico se muestran en las Figura 17, Figura 18, Figura 19, Figura 20, Figura 21, Figura 22 y Figura 23 (Anexo 4). Estos resultados muestran en porcentajes la percepción de los participantes ante las formulaciones de Kombucha con maracuyá en cuanto a color, aroma, sabor, acidez, gasificación, dulzor e impresión general.

Entonces una vez que se ha identificado los resultados descriptivos de la investigación, se procedió a evaluar si las diferencias en el análisis sensorial son significativas para cada uno de los parámetros evaluados por los panelistas que formaron parte del análisis sensorial, para lo cual se procede a aplicar la prueba de normalidad que se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3** Pruebas de normalidad.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
<b>Fórmula</b>	0,143	180	0,000
<b>COLOR</b>	0,227	180	0,000
<b>AROMA</b>	0,194	180	0,000
<b>SABOR</b>	0,184	180	0,000
<b>ACIDEZ</b>	0,180	180	0,000
<b>GASIFICACIÓN</b>	0,159	180	0,000
<b>DULZOR</b>	0,229	180	0,000
<b>IMPRESIÓN GENERAL</b>	0,219	180	0,000

Se procedió a aplicar la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov que se aplica para muestras mayores que 50, esto considerando que para cada uno de los parámetros del análisis sensorial se tiene 180 mediciones que se distribuyen en 30 para cada una de las 6 fórmulas. Entonces para los 7 parámetros se observa que el nivel de significancia es menor que el estadístico de prueba ( $\text{Sig} < 0,05$ ), con lo cual se observa que los datos no cumplen con el supuesto de normalidad por lo tanto se debe proceder con estadística no paramétrica, además se conoce que los valores de una fórmula no revelan información sobre los valores de la otra fórmula, entonces las muestras son independientes, de igual manera se trabaja con 6 grupos por lo cual se procede a aplicar la prueba no paramétrica H Kruskal Wallis.

**Tabla 4** Prueba H de Kruskal-Wallis

	Estadísticos de prueba						Impresión general
	Color	Aroma	Sabor	Acidez	Gasificación	Dulzor	
<b>H-KW</b>	5,235	3,259	21,14	15,24	11,078	13,48	22,218
<b>gl</b>	5	5	5	5	5	5	5
<b>Sig. asintótica</b>	,388	,660	,001**	,009**	,050	,019*	,000**

*Nota:* \* Para un nivel de confianza del 95%. \*\*Para un nivel de confianza del 99%.

Para el parámetro sensorial Color se observa que el nivel de significancia es mayor que el estadístico ( $\text{Sig. } 0,388 > 0,05$ ) entonces la hipótesis nula es verdadera por lo tanto no existe una diferencia estadísticamente significativa entre el color de las 6 formulas evaluadas en el análisis sensorial.

Para el parámetro sensorial Aroma se observa que el nivel de significancia es mayor que el estadístico ( $\text{Sig. } 0,660 > 0,05$ ) entonces la hipótesis nula es verdadera por lo tanto no existe una diferencia estadísticamente significativa entre el aroma de las 6 formulas evaluadas en el análisis sensorial.

En cuanto al Sabor se evidencia que el nivel de significancia es menor que el estadístico ( $\text{Sig. } 0,001 < 0,01$ ) entonces con un nivel de confianza del 99% se afirma que la hipótesis nula es falsa por lo tanto si existe una diferencia estadísticamente significativa entre el sabor de las 6 fórmulas evaluadas en el

análisis sensorial, de tal forma que por lo menos una de las seis fórmulas tiene un mejor sabor que las otras. En la Figura 19 se evidencia que el sabor de la fórmula 1 tiene un 30% de calificación en “me gusta mucho” siendo la más aceptada.

De igual manera se puede observar que para la Acidez el nivel de significancia es menor que el estadístico (Sig. 0,009 < 0,01) entonces con un nivel de confianza del 99% se afirma que la hipótesis nula es falsa por lo tanto si existe una diferencia estadísticamente significativa entre la acidez de las 6 fórmulas evaluadas en el análisis sensorial, de tal forma que por lo menos una de las seis fórmulas tiene un mejor gusto por la acidez que las otras. Además, en la Figura 20 se observa que la fórmula 1 es la que tiene una mayor calificación para la acidez con un “me gusta mucho” del 36,7%.

En la Tabla 4, se evidencia que para el parámetro sensorial Gasificación el nivel de significancia es igual que el estadístico (Sig. 0,05 = 0,05) entonces la hipótesis nula es verdadera por lo tanto no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la gasificación de las 6 fórmulas evaluadas en el análisis sensorial. Sin embargo, en el estudio sensorial realizado por Andreson et al., mencionan que la pérdida de carbonatación influye en los resultados sensoriales en el aspecto de textura.

Para el parámetro sensorial Dulzor se observa que el nivel de significancia es menor que el estadístico (Sig. 0,019 < 0,05) entonces con un nivel de confianza del 95% se afirma que la hipótesis nula es falsa por lo tanto si existe una diferencia estadísticamente significativa entre el dulzor de las 6 fórmulas evaluadas en el análisis sensorial, de tal forma que por lo menos una de las seis fórmulas tiene un mejor dulzor que las otras. En la Figura 22 se pone en evidencia que la mejor fórmula considerando el parámetro dulzor es la primera con un 43,3% para la opción “me gusta mucho”.

En cuanto a la Impresión General de las fórmulas se evidencia que el nivel de significancia es menor que el estadístico (Sig. 0,000 < 0,01) entonces con un nivel de confianza del 99% se afirma que la hipótesis nula es falsa por lo tanto si



existe una diferencia estadísticamente significativa entre la impresión general de las 6 fórmulas evaluadas en el análisis sensorial, de tal forma que por lo menos una de las seis fórmulas tiene una mejor aceptación por los panelistas que participaron en el análisis sensorial que las otras 5 fórmulas. Además, en la Figura 23 se observa que la fórmula 1 es la que tiene mayor aceptación con una calificación de 33,3% para “me gusta mucho”.

El perfil sensorial se relaciona con el contenido fisicoquímico de la bebida por lo que de acuerdo con los resultados se concuerda con Sinamo et al. (2022), quienes muestran que el efecto de la concentración de azúcar y el tiempo de fermentación de la bebida de kombucha a base de secang tuvo un efecto muy significativo ( $P < 0,01$ ) sobre el índice de acidez total, el sólido soluble total ( $^{\circ}$ Brix), el pH, la viscosidad y el color.

Potenciar el sabor con aditivos es lo que se realiza en su mayoría como innovación de bebidas de Kombucha, en el trabajo de Shahbazi et al. (2018), se muestra cómo la adición de diferentes ingredientes a las bebidas de Kombucha genera aceptación por el público en ciertos casos. La bebida con sabor a canela en este caso predominó sobre los otros componentes como cardamomo y tomillo. En este caso las variantes en sí fueron las concentraciones de los ingredientes y el endulzante fue lo que motivó al público de acuerdo a los resultados ya que la formulación de mayor acogida fue la F1, con menor contenido de té negro y mayor concentración de azúcar.

## 10. Conclusiones

El análisis fisicoquímico de la bebida de Kombucha con maracuyá demostró que la bebida se encuentra dentro del rango permitido de pH ( 3,2 – 4,23), así como los su valor de grados Brix es similar a los diferentes estudios que se han realizado de esta bebida ( 4,4 – 10  $^{\circ}$  Brix), al igual que el contenido fenólico que se ha reportado por diferentes autores, considerando que se ha añadido una fruta el contenido en químico en general no ha sido alterado de manera brusca y se puede mantener bajo los niveles nutricionales en los que se encuentra esta bebida (0.60 – 0,90 mg/L).

En relación con el efecto del pH, el pH disminuye a medida que aumentan los g de azúcar y disminuye la concentración de té negro. De acuerdo con los °Brix, estos disminuyen a mayor cantidad de g de té negro; mientras que a mayor concentración de azúcar se tiene un mayor nivel de °Brix. Los grados alcohólicos, por su parte disminuyen a mayor concentración de té negro e incrementan a mayor contenido de azúcar.

De acuerdo con el análisis sensorial, se concluyó que la formulación más aceptada fue aquella con la proporción de azúcar más alta, es decir, 10% azúcar y 0,5% de té negro, lo que indica que el público prefiere bebidas con alto grado de dulzor en un 43,3% según este estudio.

## 11. Referencias

- Al-Mohammadi, A. R., Ismaiel, A. A., Ibrahim, R. A., Moustafa, A. H., Zeid, A. A., & Enan, G. (2021). Chemical Constitution and Antimicrobial Activity of Kombucha Fermented Beverage. *Molecules*, 26(16), 5026. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES26165026>
- Amarasinghe, H., Weerakkody, N. S., & Waisundara, V. Y. (2018). Evaluation of physicochemical properties and antioxidant activities of kombucha “Tea Fungus” during extended periods of fermentation. *Food Science & Nutrition*, 6(3), 659–665. <https://doi.org/10.1002/fsn3.605>
- Andreson, M., Kazantseva, J., Kuldj arv, R., Malv, E., Vaikma, H., Kaleda, A., K utt, M. L., & Vilu, R. (2022). Characterisation of chemical, microbial and sensory profiles of commercial kombuchas. *International Journal of Food Microbiology*, 373, 109715. <https://doi.org/10.1016/J.IJFOODMICRO.2022.109715>
- Bishop, P., Pitts, E. R., Budner, D., & Thompson-Witrick, K. A. (2022a). Chemical Composition of Kombucha. *Beverages*, 8(3), 45. <https://doi.org/10.3390/beverages8030045>
- Bishop, P., Pitts, E. R., Budner, D., & Thompson-Witrick, K. A. (2022b). Kombucha: Biochemical and microbiological impacts on the chemical and flavor profile. *Food Chemistry Advances*, 1, 100025. <https://doi.org/10.1016/J.FOCHA.2022.100025>
- Chakravorty, S., Bhattacharya, S., Bhattacharya, D., Sarkar, S., & Gachhui, R. (2019). Kombucha: A Promising Functional Beverage Prepared From Tea. In *Non-alcoholic Beverages: Volume 6. The Science of Beverages* (Vol. 6). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815270-6.00010-4>
- Dantas Coelho, R. M., Leite de Almeida, A., Gurgel do Amaral, R. Q., Nascimento da Mota, R., & M. de Sousa, P. H. (2020). Kombucha: Review. *International*

*Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 100272.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100272>

Gaggia, F., Baffoni, L., Galiano, M., Nielsen, D. S., Jakobsen, R. R., Castro-Mejía, J. L., Bosi, S., Truzzi, F., Musumeci, F., Dinelli, G., & di Gioia, D. (2018). Kombucha Beverage from Green, Black and Rooibos Teas: A Comparative Study Looking at Microbiology, Chemistry and Antioxidant Activity. *Nutrients*, 11(1), 1. <https://doi.org/10.3390/NU11010001>

Gomes Soares, M., de Lima, M., & Reolon Schmidt, V. C. (2021). Technological aspects of kombucha, its applications and the symbiotic culture (SCOBY), and extraction of compounds of interest: A literature review. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 539–550. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2021.02.017>

Jayabalan, R., & Waisundara, V. Y. (2019). Kombucha as a Functional Beverage. *Functional and Medicinal Beverages*, 11, 413–446. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816397-9.00012-1>

Kapp, J. M., & Sumner, W. (2019). Kombucha: a systematic review of the empirical evidence of human health benefit. *Annals of Epidemiology*, 30, 66–70. <https://doi.org/10.1016/J.ANNEPIDEM.2018.11.001>

Kluz, M. I., Pietrzyk, K., Pastuszczak, M., Kacaniova, M., Kita, A., Kapusta, I., Zagula, G., Zagrobela, E., Strus, K., Marciniak-Lukasiak, K., Stanek-Tarkowska, J., Timar, A. V., & Puchalski, C. (2022). Microbiological and Physicochemical Composition of Various Types of Homemade Kombucha Beverages Using Alternative Kinds of Sugars. *Foods*, 11(10), 1523. <https://doi.org/10.3390/FOODS11101523>

Laavanya, D., Shirkole, S., & Balasubramanian, P. (2021). Current challenges, applications and future perspectives of SCOBY cellulose of Kombucha fermentation. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126454. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.126454>

- Martínez Leal, J., Valenzuela Suárez, L., Jayabalan, R., Huerta Oros, J., & Escalante-Aburto, A. (2018). A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. *CyTA - Journal of Food*, 16(1), 390–399. <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1410499>
- Instrucción Normativa N° 41, (2019).
- Rice, E., Baird, R., & Eaton, A. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23rd ed.). American Public Health Association.
- Santos, R. T. S., Biasoto, A. C. T., Rybka, A. C. P., Castro, C. D. P. C., Aidar, S. T., Borges, G. S. C., & Silva, F. L. H. (2021). Physicochemical characterization, bioactive compounds, in vitro antioxidant activity, sensory profile and consumer acceptability of fermented alcoholic beverage obtained from Caatinga passion fruit (*Passiflora cincinnata* Mast.). *LWT*, 148, 111714. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.111714>
- Shahbazi, H., Hashemi Gahruie, H., Golmakani, M.-T., Eskandari, M. H., & Movahedi, M. (2018). Effect of medicinal plant type and concentration on physicochemical, antioxidant, antimicrobial, and sensorial properties of kombucha. *Food Science & Nutrition*, 6(8), 2568–2577. <https://doi.org/10.1002/fsn3.873>
- Sinamo, K. N., Ginting, S., & Pratama, S. (2022). Effect of sugar concentration and fermentation time on secang kombucha drink. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 977(1), 012080. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/977/1/012080>
- The Fermentation Association. (2022). *Global Fermented Food & Ingredients Market, Analysis and Forecast (2017-2023) – The Fermentation Association*. <https://fermentationassociation.org/global-fermented-food-ingredients-market-analysis-and-forecast-2017-2023/>

- Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J. P., & Taillandier, P. (2018). Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review. *Journal of Food Science*, 83(3), 580–588. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068>
- Yang, J., Lagishetty, V., Kurnia, P., Henning, S. M., Ahdoot, A. I., & Jacobs, J. P. (2022). Microbial and Chemical Profiles of Commercial Kombucha Products. *Nutrients*, 14(3), 670. <https://doi.org/10.3390/NU14030670/S1>
- Zhou, D.-D. ;, Saimaiti, A. ;, Luo, M. ;, Huang, S.-Y. ;, Xiong, R.-G. ;, Shang, A. ;, Gan, R.-Y. ;, Li, H.-B., Zhou, D.-D., Saimaiti, A., Luo, M., Huang, S.-Y., Xiong, R.-G., Shang, A., Gan, R.-Y., & Li, H.-B. (2022). Fermentation with Tea Residues Enhances Antioxidant Activities and Polyphenol Contents in Kombucha Beverages. *Antioxidants*, 11(1), 155. <https://doi.org/10.3390/ANTIOX11010155>
- Zubaidah, E., Dewantari, F. J., Novitasari, F. R., Srianta, I., & Blanc, P. J. (2018). Potential of snake fruit (*Salacca zalacca* (Gaerth.) Voss) for the development of a beverage through fermentation with the Kombucha consortium. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 13, 198–203. <https://doi.org/10.1016/J.BCAB.2017.12.012>

# Anexos

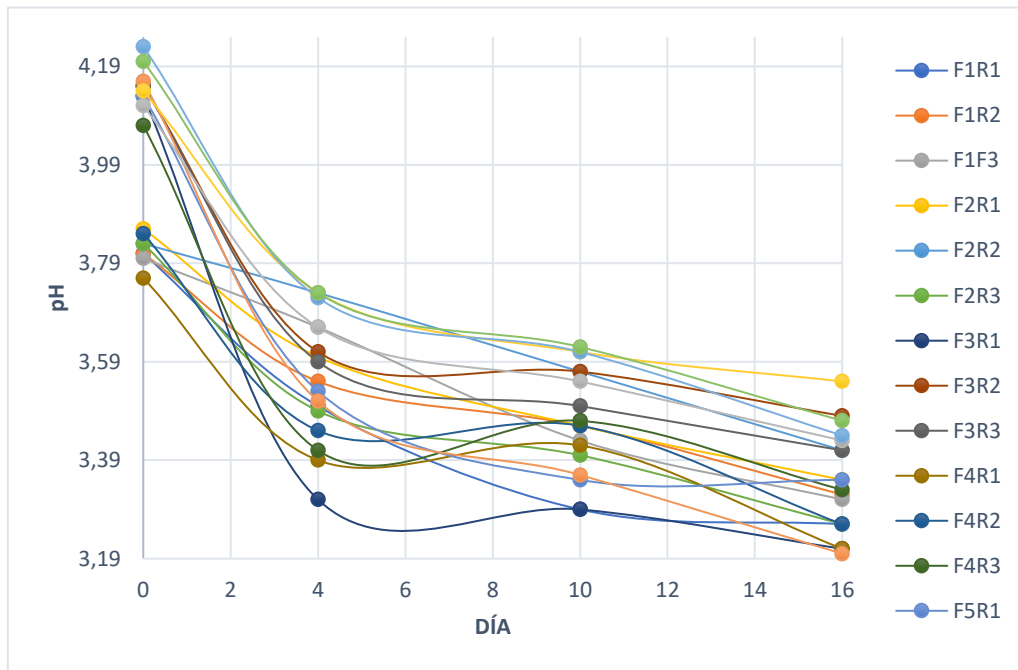
## Anexo 1 Análisis Fisicoquímico

Tabla 5 Perfil fisicoquímico de la kombucha durante el proceso de fermentación

MUESTRA	DÍA 0			DÍA 4			DÍA 10			DÍA 16		
	pH	°Brix	°Alcohólico	pH	°Brix	°Alcohólico	pH	°Brix	°Alcohólico	pH	°Brix	°Alcohólico
F1R1	3,81	10	4,6	3,5	10	4,6	3,29	9,4	4,4	3,26	8,8	4
F1R2	3,81	10	4,6	3,55	10	4,6	3,46	9,4	4,4	3,32	9	4,2
F1R3	3,80	10	4,6	3,66	10	4,6	3,43	9,6	4,6	3,31	9	4,2
F2R1	3,86	7	3,6	3,6	8	3,6	3,46	7,8	3,6	3,35	7,2	3,2
F2R2	3,83	7	3,6	3,73	8	3,6	3,57	8	3,6	3,41	7,2	3,2
F2R3	3,83	7	3,6	3,49	7,8	3,4	3,4	7,6	3,4	3,26	7	3
F3R1	4,13	5	2,2	3,31	5,4	2,2	3,29	5	2,2	3,21	4,4	1,8
F3R2	4,15	5	2,2	3,61	5,4	2,4	3,57	5,2	2,2	3,48	5	2,2
F3R3	4,15	5,2	2,4	3,59	5,4	2,4	3,5	5	5,2	3,41	4,8	2
F4R1	3,76	9,4	4,4	3,39	9,8	4,6	3,42	9	4,2	3,21	8,2	3,8
F4R2	3,85	10	4,6	3,45	9,8	4,6	3,46	8,8	4,2	3,26	8	3,8
F4R3	4,07	9,4	4,4	3,41	9	4,2	3,47	8,6	4	3,33	8	3,8
F5R1	4,13	8	3,6	3,53	8	3,6	3,35	7	3,2	3,35	6,4	2,8
F5R2	4,16	8,2	3,6	3,51	8	3,6	3,36	7,2	3,2	3,2	6,8	3
F5R3	4,11	7,2	3,8	3,66	8,2	3,8	3,55	8	3,6	3,43	7,4	3,4
F6R1	4,14	5,2	2,4	3,73	5,2	2,4	3,61	5	2,2	3,55	4,6	1,8
F6R2	4,23	5,6	2,4	3,72	5,6	2,4	3,61	5	2,2	3,44	5	2
F6R3	4,20	5,2	2,4	3,73	5,2	2,4	3,62	5	2,2	3,47	4,8	2

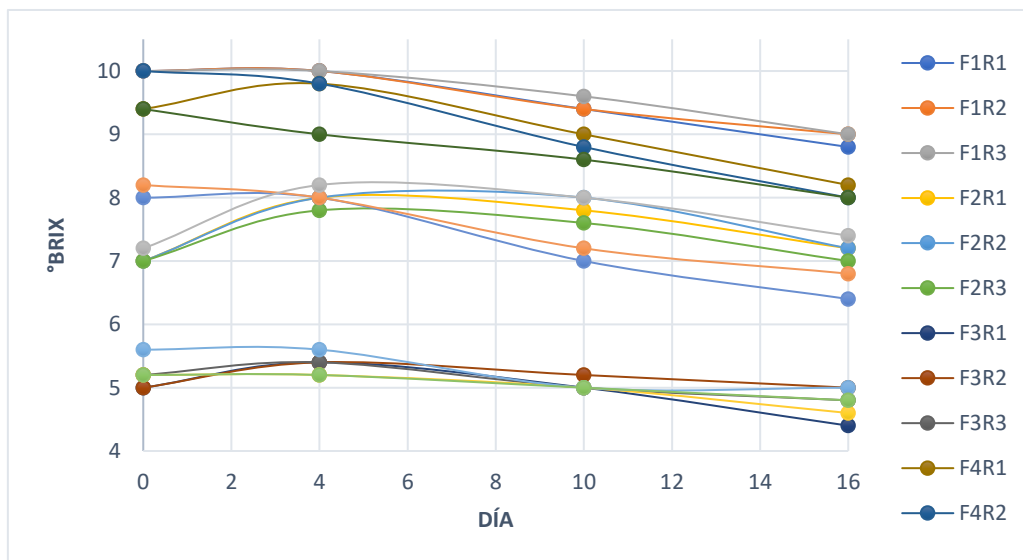


**Figura 2** Tendencia de pH en relación al tiempo de fermentación.



*Nota:* La tendencia del pH en relación a los días de fermentación es descendente de acuerdo con los resultados de las mediciones tomadas en el día 0, 4, 10 y 16.

**Figura 3** Tendencia de °Brix en relación al tiempo de fermentación.



*Nota:* La tendencia de los °Brix es descendente en la mayoría de casos, exceptuando algunos que incrementan aproximadamente 1 °Brix o menos, sin embargo, al final terminan en un valor menor a la inicial.

## Anexo 2 Resultados del ANOVA

Figura 4 Resultados del ANOVA para el PH

### General Factorial Regression: pH versus Té negro; Azúcar

#### Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	5	0,088028	0,017606	2,25	0,116
Linear	3	0,067750	0,022583	2,89	0,079
Té negro	1	0,002939	0,002939	0,38	0,551
Azúcar	2	0,064811	0,032406	4,15	0,043
2-Way Interactions	2	0,020278	0,010139	1,30	0,309
Té negro*Azúcar	2	0,020278	0,010139	1,30	0,309
Error	12	0,093733	0,007811		
Total	17	0,181761			

Figura 5 Resultados del ANOVA para el °Brix

### General Factorial Regression: °Brix versus Té negro; Azúcar

#### Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	5	43,5911	8,7182	122,60	0,000
Linear	3	42,9200	14,3067	201,19	0,000
Té negro	1	0,5689	0,5689	8,00	0,015
Azúcar	2	42,3511	21,1756	297,78	0,000
2-Way Interactions	2	0,6711	0,3356	4,72	0,031
Té negro*Azúcar	2	0,6711	0,3356	4,72	0,031
Error	12	0,8533	0,0711		
Total	17	44,4444			

Figura 6 Resultados del ANOVA para el °Alcohol

### General Factorial Regression: °Alcohólico versus Té negro; Azúcar

#### Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	5	12,2511	2,45022	84,82	0,000
Linear	3	12,1800	4,06000	140,54	0,000
Té negro	1	0,1089	0,10889	3,77	0,076
Azúcar	2	12,0711	6,03556	208,92	0,000
2-Way Interactions	2	0,0711	0,03556	1,23	0,326
Té negro*Azúcar	2	0,0711	0,03556	1,23	0,326
Error	12	0,3467	0,02889		
Total	17	12,5978			

**Figura 7** Resultados del ANOVA para los PPM

**General Factorial Regression: PPM versus Té negro; Azúcar**

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	5	16773	3355	0,81	0,563
Linear	3	8252	2751	0,67	0,589
Té negro	1	5904	5904	1,43	0,255
Azúcar	2	2347	1174	0,28	0,758
2-Way Interactions	2	8521	4261	1,03	0,386
Té negro*Azúcar	2	8521	4261	1,03	0,386
Error	12	49553	4129		
Total	17	66326			

### Anexo 3 Resultados de la regresión factorial

Figura 8 Gráfica de intervalos de pH.

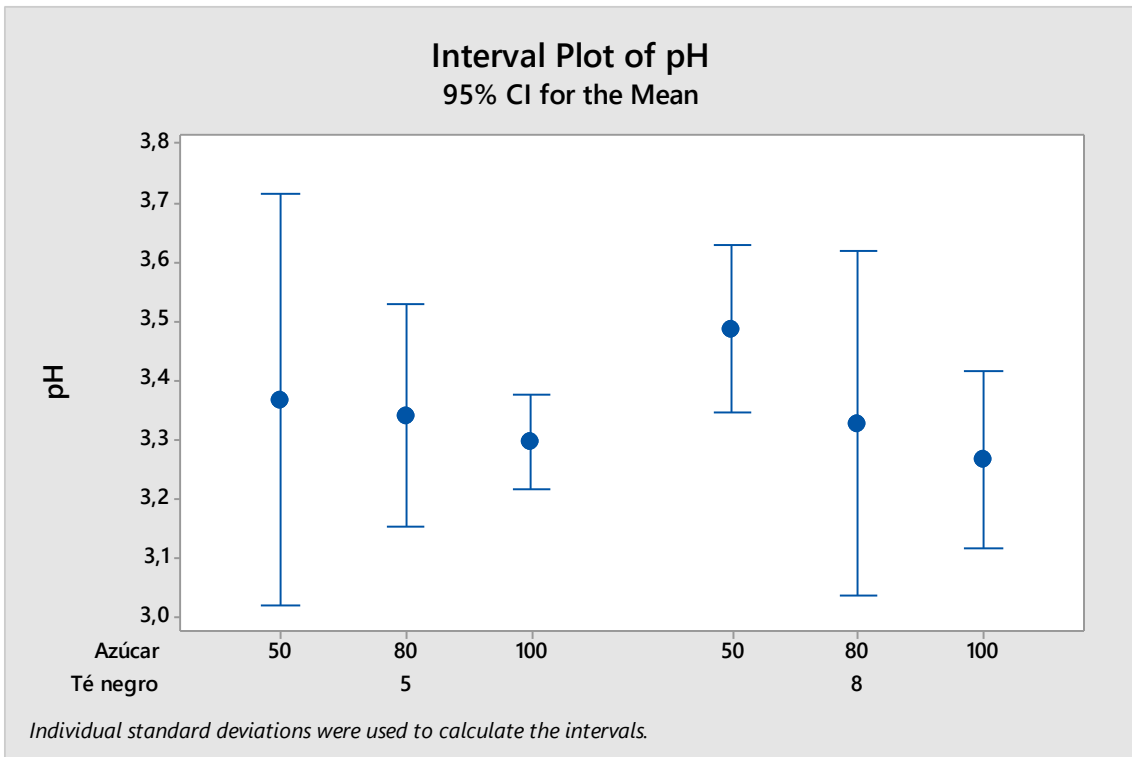


Figura 9 Gráfica de efectos principales del pH

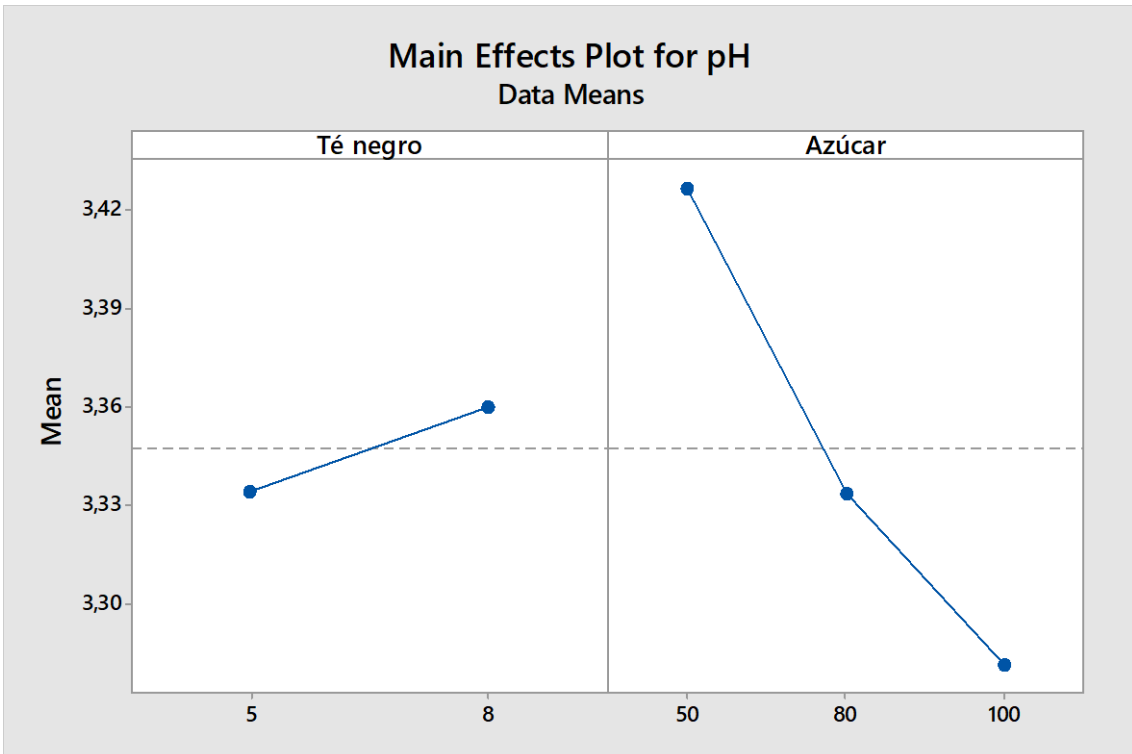


Figura 10 Gráfica de interacción del pH

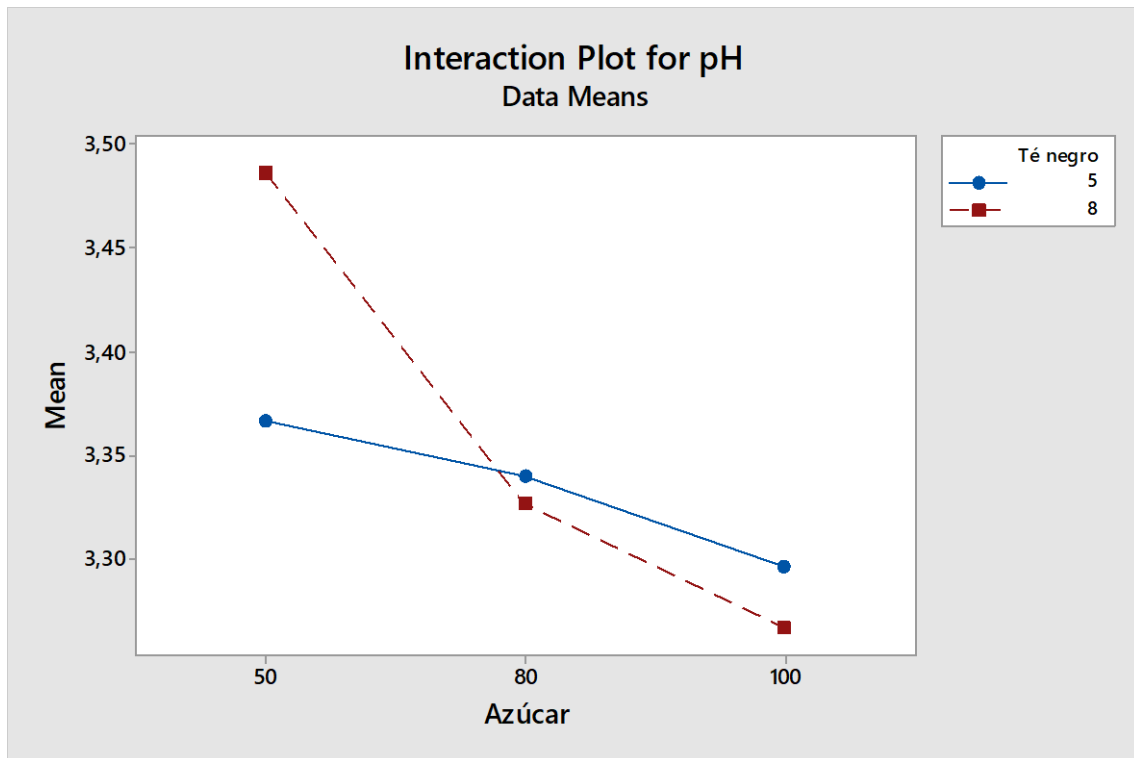


Figura 11 Gráfica de intervalos de °Brix

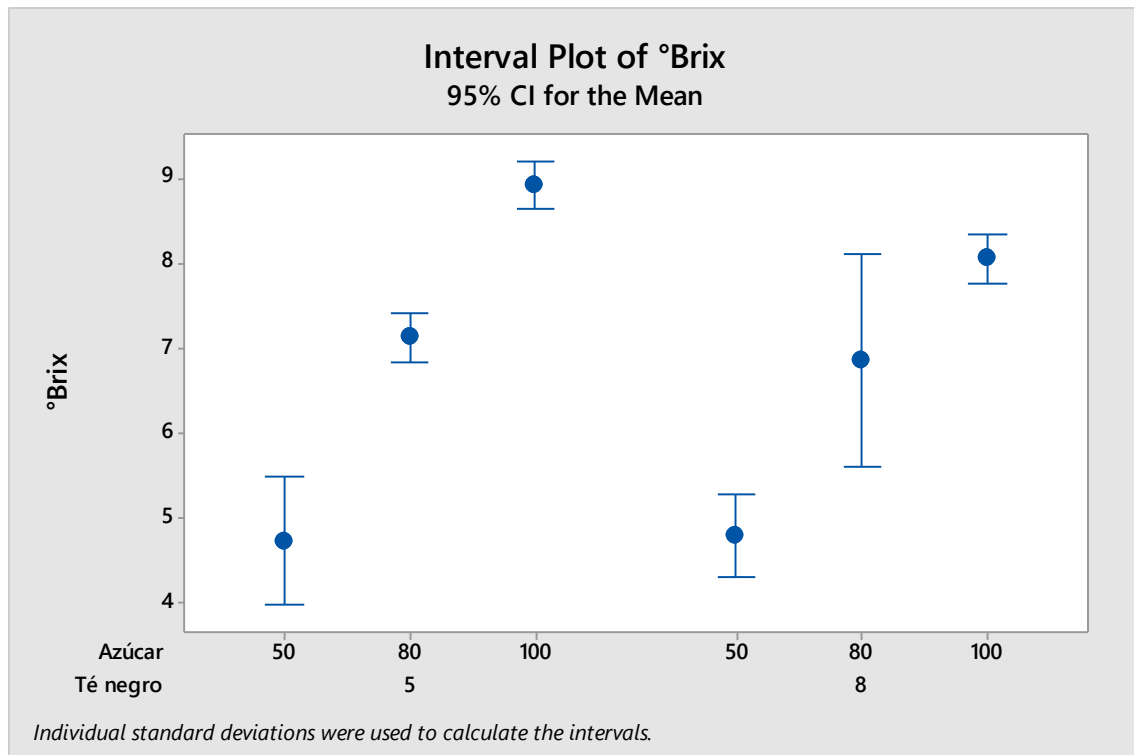


Figura 12 Gráfica de efectos principales de °Brix

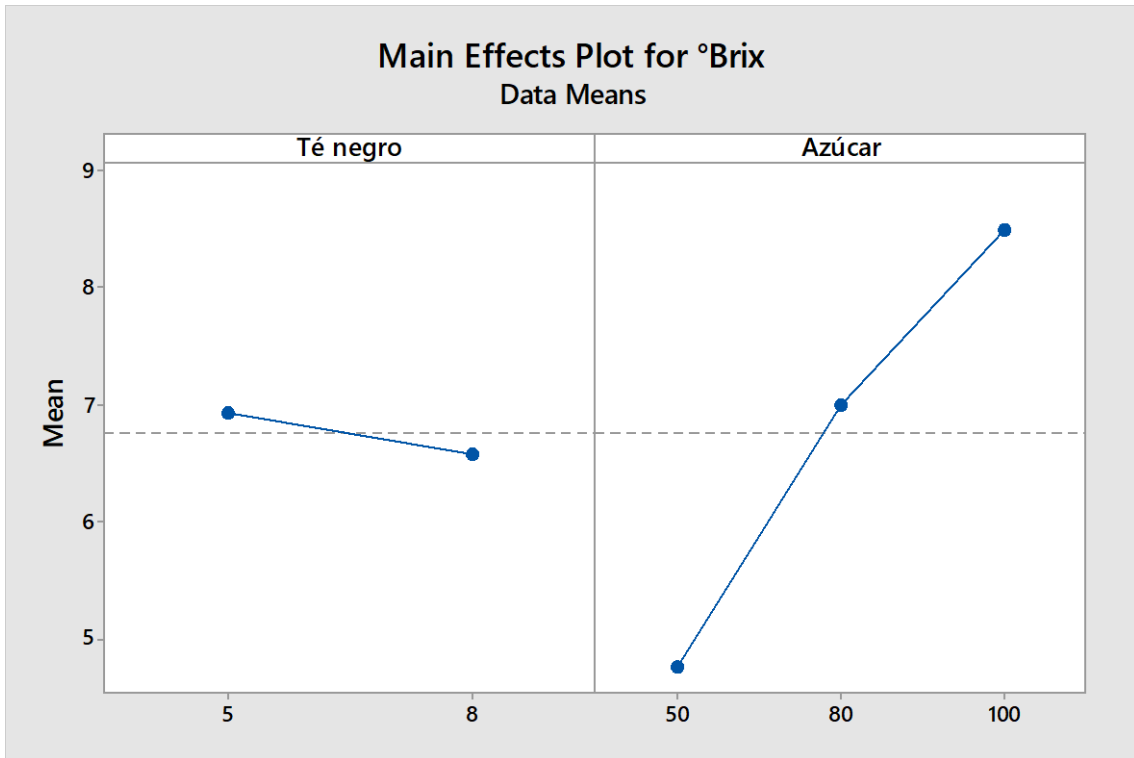


Figura 13 Gráfica de interacción de °Brix

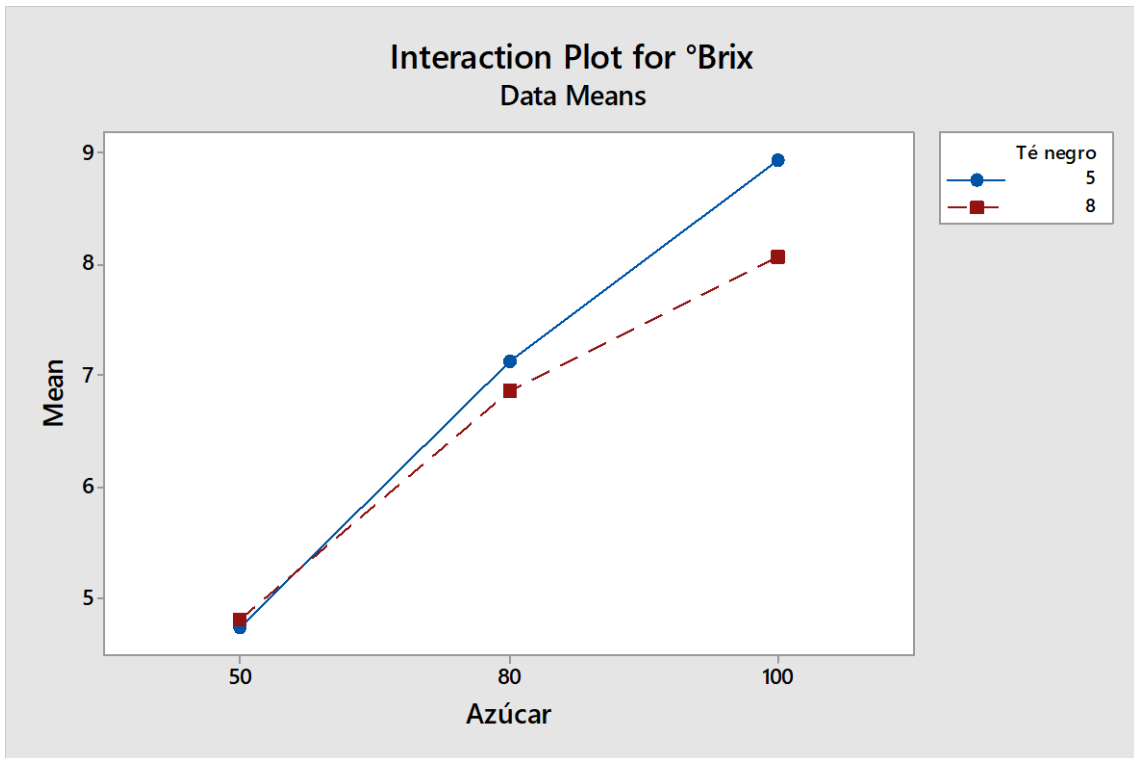


Figura 14 Gráfica de intervalos de °Alcohólico

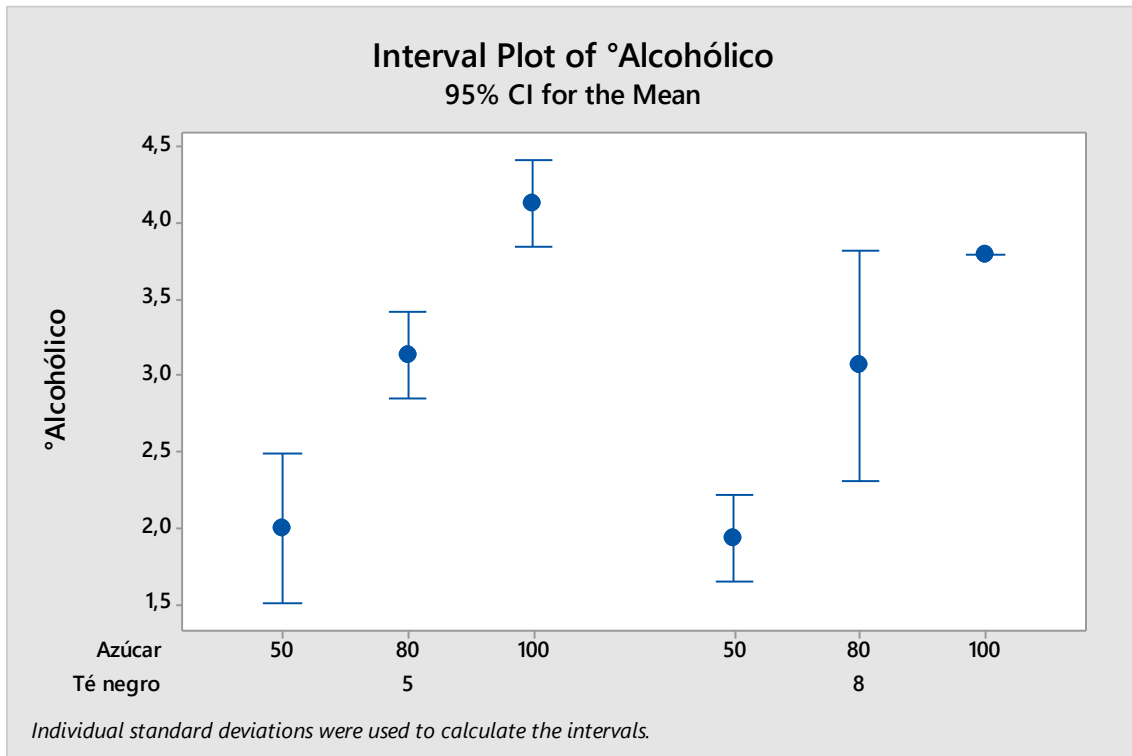


Figura 15 Gráfica de efectos principales del °Alcohólico

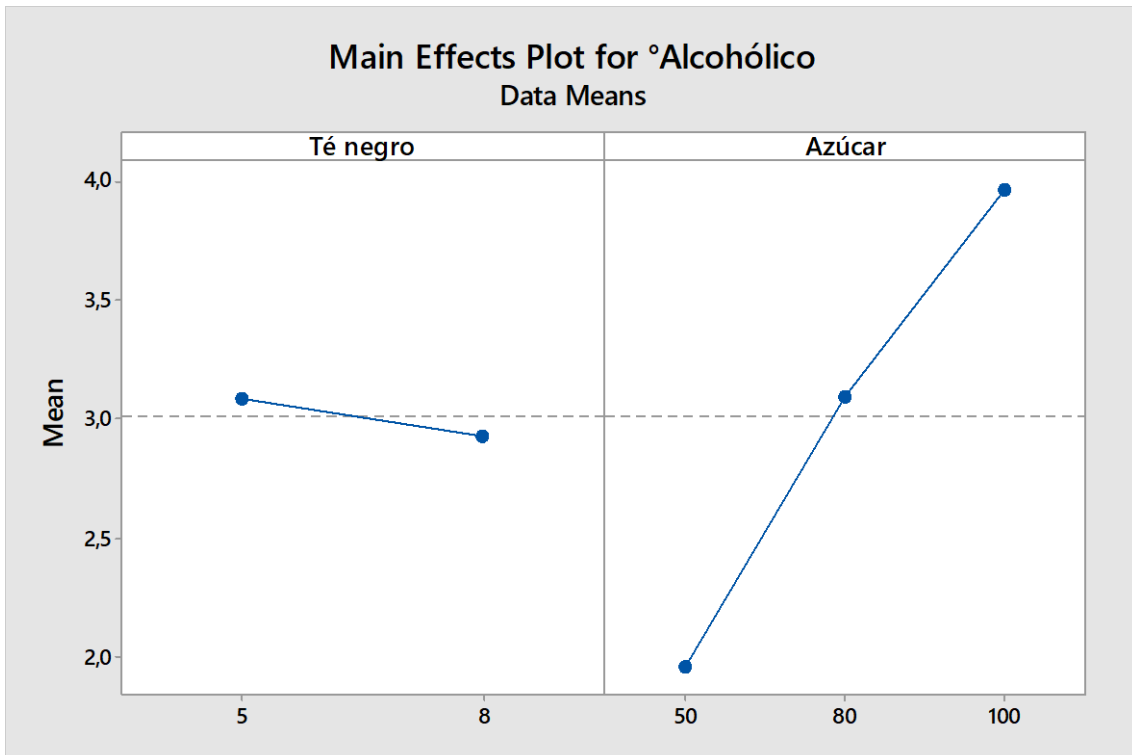
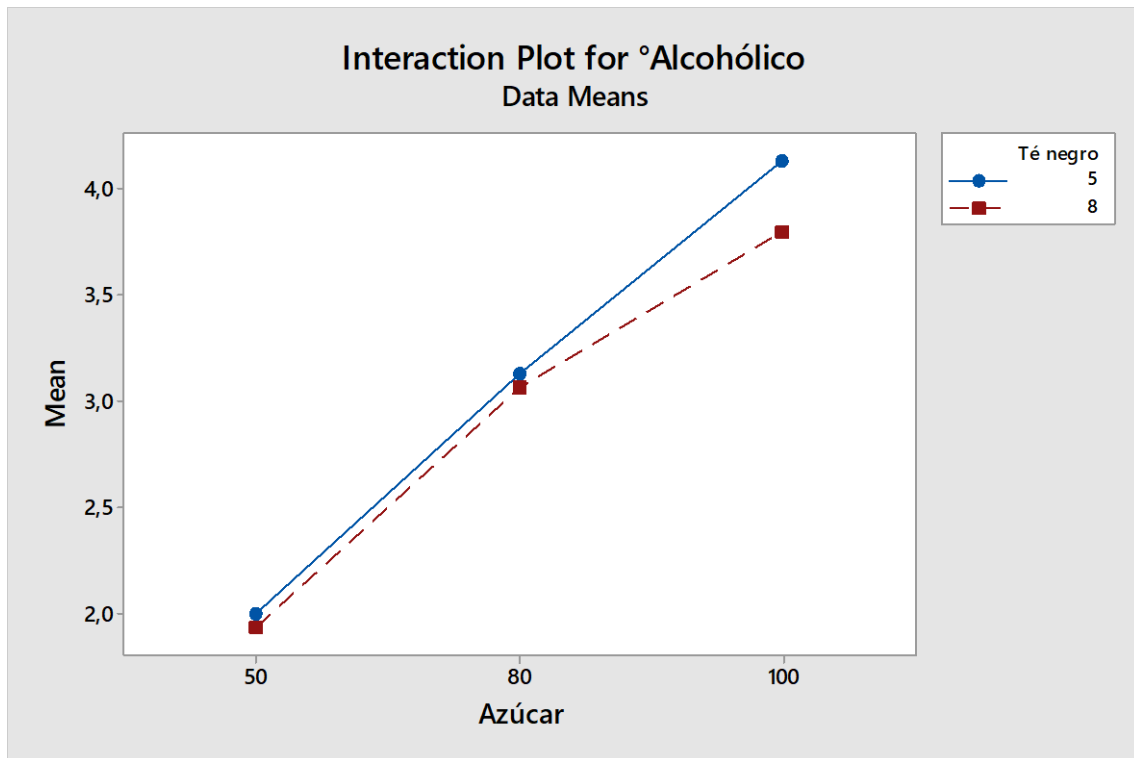


Figura 16 Gráfica de interacción de °Alcohólico





## Anexo 4 Análisis Sensorial

Figura 17 Análisis sensorial del color

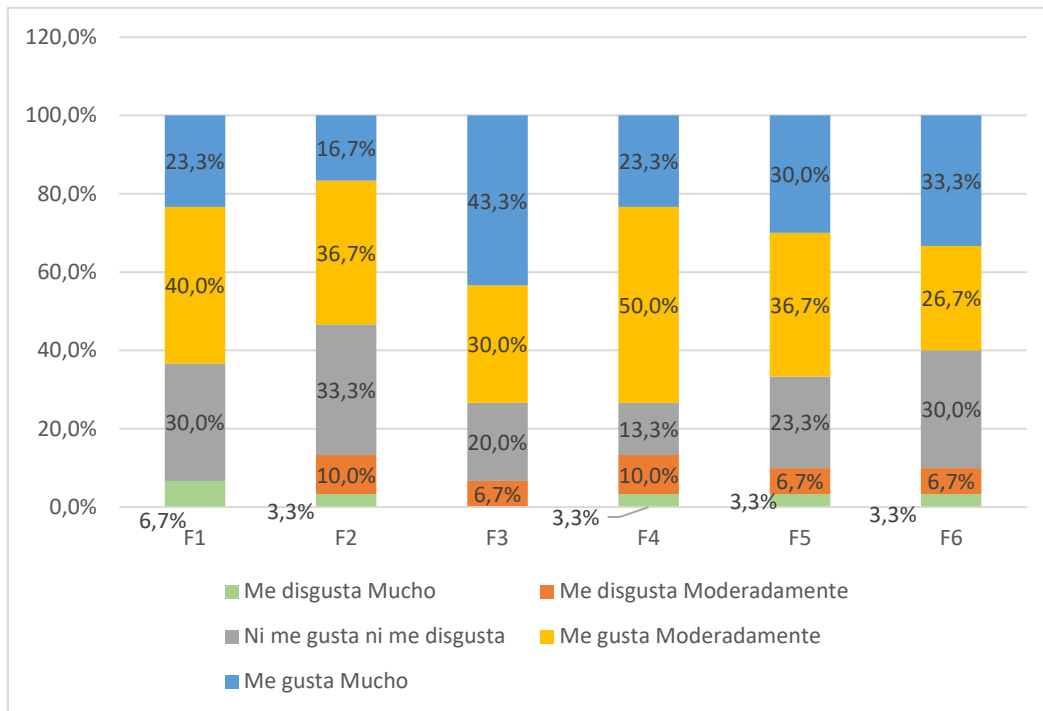
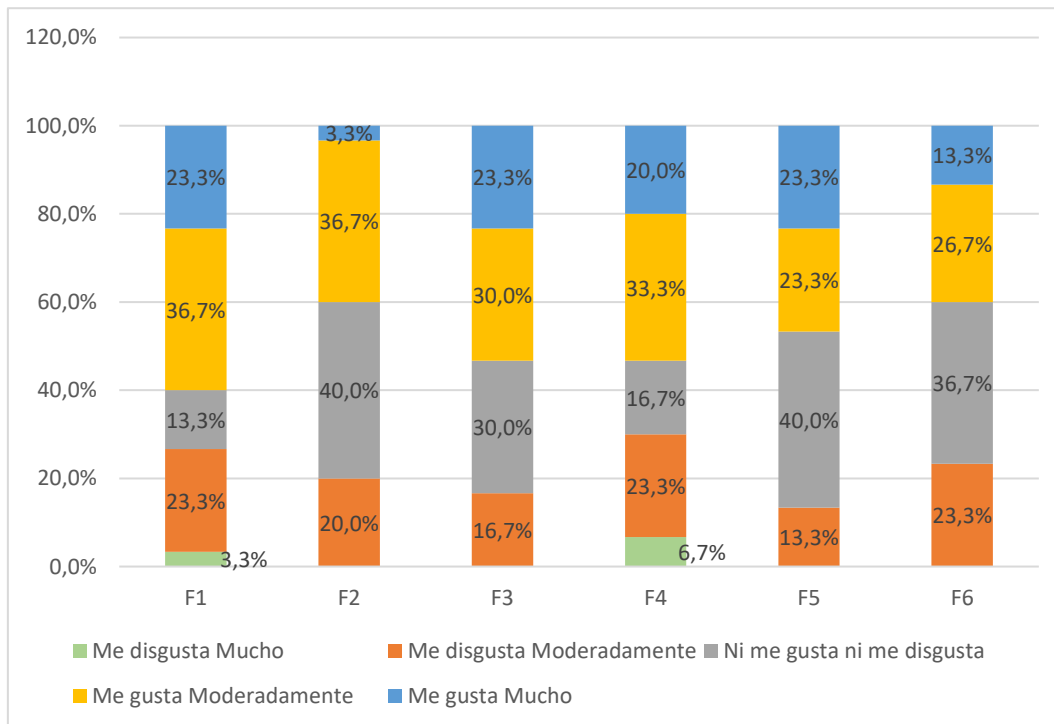
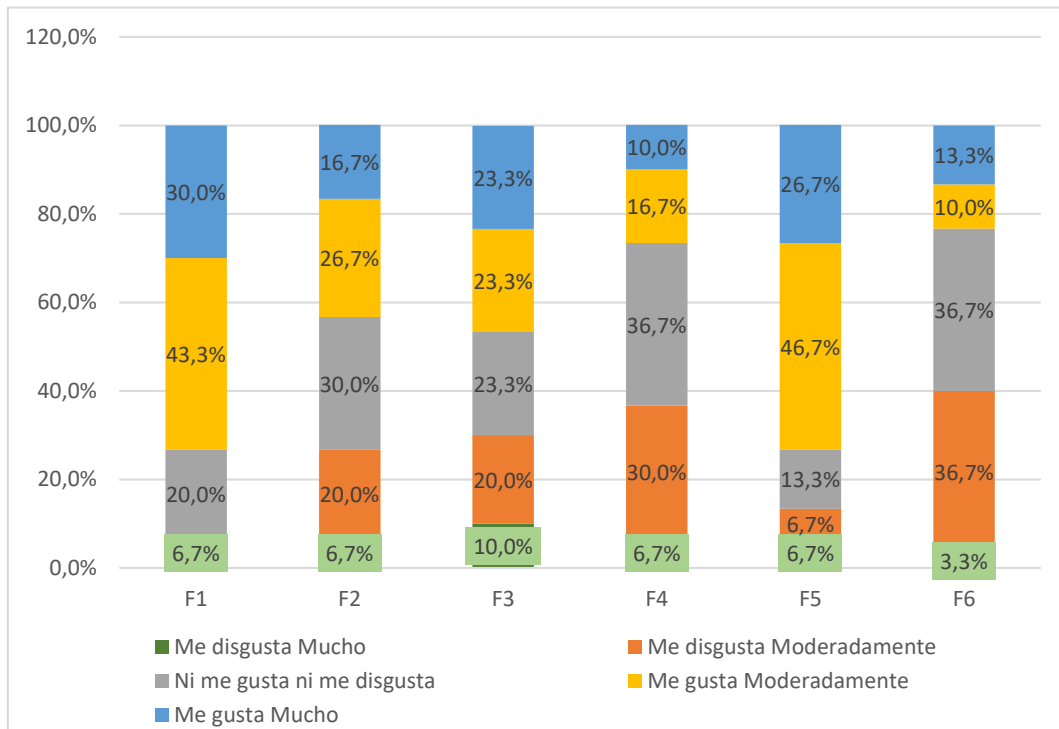


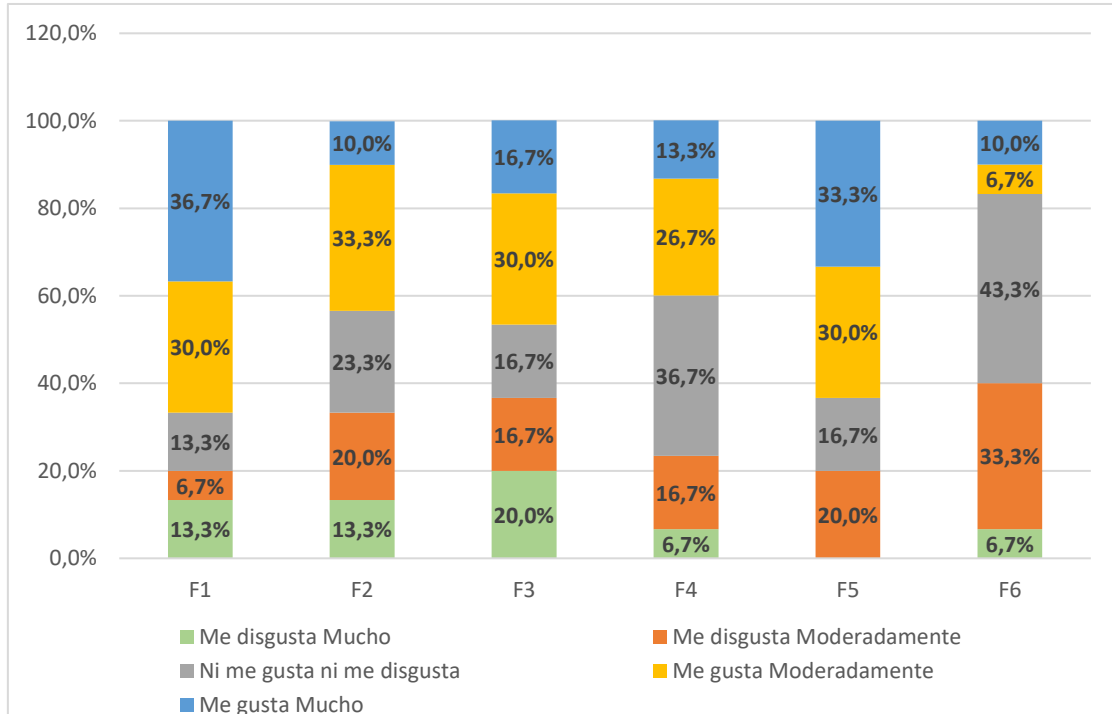
Figura 18 Análisis sensorial del aroma



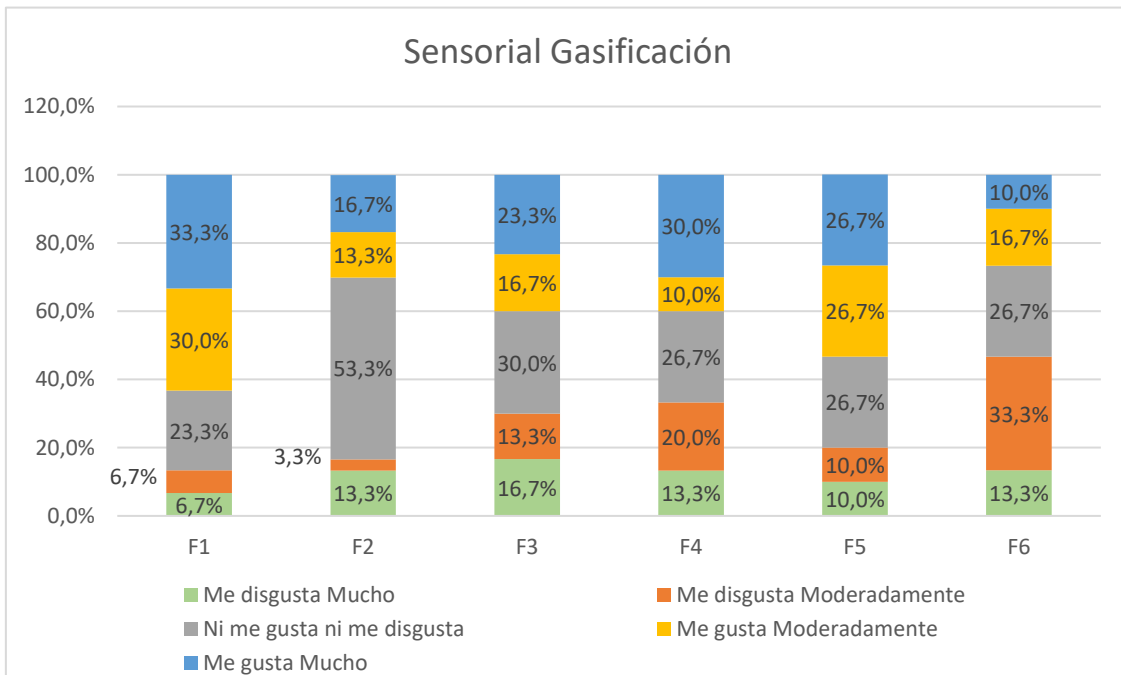
**Figura 19** Análisis sensorial del sabor



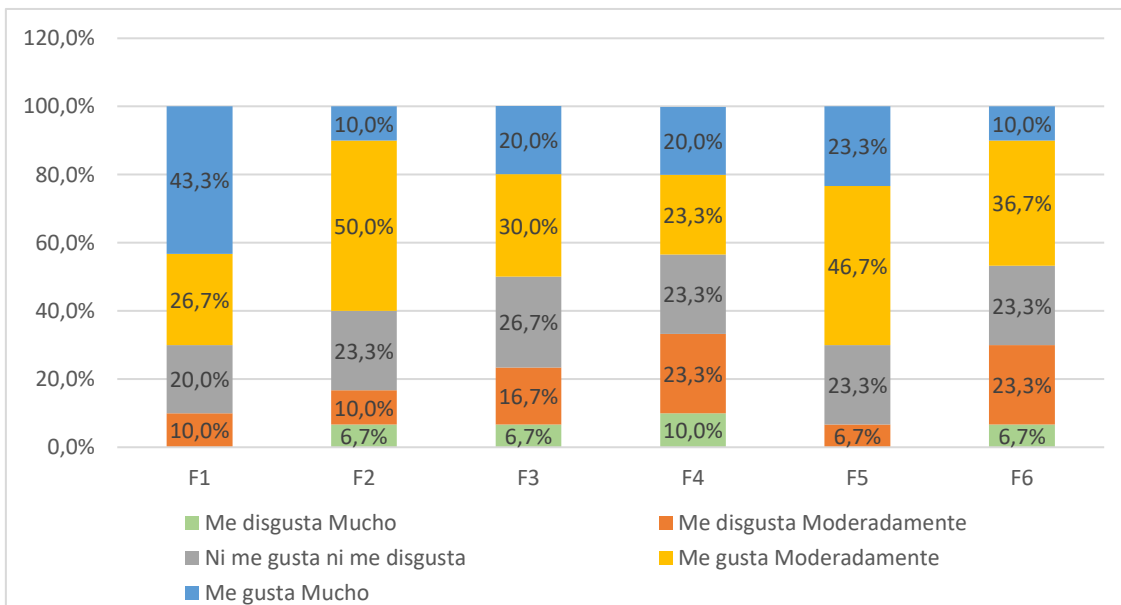
**Figura 20** Análisis sensorial de la acidez



**Figura 21** Análisis sensorial de la gasificación



**Figura 22** Análisis sensorial del dulzor



**Figura 23** Análisis sensorial de impresión general

