



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA
EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA



CARRERA INGENIERÍA EN ALIMENTOS

TEMA: Concentración de cafeína a partir de té negro, hoja de guayusa y café con ganoderma, durante la fermentación del Hongo Kombucha (*Medusomyces Gisevi*).

Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

AUTORA: Eleana Estefanía Moya Patiño

TUTOR: Ing. Luis Javier Tapia Vasco. Mg.

AMBATO – ECUADOR

Agosto - 2020


APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing. Luis Javier Tapia Vasco. Mg.

CERTIFICO:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación, Modalidad: Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad.

Ambato, 22 de junio del 2020

**LUIS JAVIER
TAPIA VASCO**  Firmado digitalmente por
LUIS JAVIER TAPIA VASCO
Fecha: 2020.09.14 17:57:59
-05'00'

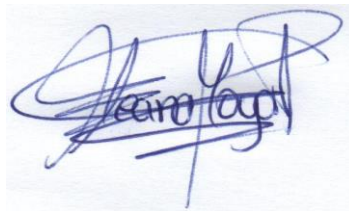
Ing. Luis Javier Tapia Vasco. Mg.

C.I. 0502870116.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Eleana Estefanía Moya Patiño, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos son absolutamente originales, auténticos y personales, a excepción de las citas bibliográficas.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Eleana Moya', with a horizontal line drawn through the middle of the signature.

Eleana Estefanía Moya Patiño

C.I. 180527624-1

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores calificadores aprueban el presente trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia, firman:



Firmado electrónicamente por:
**JOSE HOMERO
VARGAS LOPEZ**

Vargas López José Homero

C.I: 180178048



Firmado electrónicamente por:
**DAVID ANDRES
TERAN MERA**

David Andrés Terán Mera, PhD.

C.I: 1716569726



Firmado electrónicamente por:
**MARIO DANIEL
GARCIA SOLIS**

Ing. Mario Daniel García Solís, PhD.

C.I: 1103605471

Ambato, 03 agosto del 2020

DEDICATORIA

Para mi madre Ana María Patiño quien fue mi soporte y mi pilar durante toda mi vida estudiantil y universitaria para no decaer, para mi padre Lenin Xavier Moya Mora que con sus consejos ha formado una persona de carácter fuerte y decidida como lo soy ahora, para mis hermanas Tatiana Moya y Ericka Moya quienes han sido mi segundo soporte para surgir y aprender más de la vida, para mis abuelitos Julio Moya y Magdalena Mora quienes han sabido llenarme de consejos sabios y alentarme siempre al éxito, para mi tía Tania Alexandra Moya quien ha sido como mi segunda madre siempre apoyándome y alentándome en todas mis inquietudes.

“Todo esto por ustedes Familia”

AGRADECIMIENTOS

Agradezco....

Primero a mi Dios por darme la vida y las fuerzas para culminar un ciclo más de mi vida que es la Universidad, a mi madre Ana María Patiño de todo corazón pues sin el apoyo de ella no hubiera podido llegar a cumplir mi meta, a mi padre Lenin Moya que con sus consejos me ha convertido en persona recta y fuerte, a mis hermanas Tatiana Moya y Ericka Moya quienes con su apoyo he podido llegar al final de mi carrera, a mi abuelito Julio Moya a quien ya no podré verlo y decirle que he llegado a la meta le agradezco por todos sus consejos sabios que me daba desde niña, a mi tía Tania Moya que ha sido mi segunda madre te agradezco por todo el apoyo incondicional que me has dado para seguir adelante y no estancarme, a mis amigos de la carrera de Electrónica Jaque, Flaca, Ariel y Paquete(Erick) por crear una amistad duradera y quitar ese mito que dicen que en la universidad no hay amigos verdaderos, a mis amigos de Alimentos Fabry, Lucho, Pablito, Oso, Mayuli con quienes hemos compartido muchos momentos gratos durante la vida universitaria.

Eleana Moya.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

TEMA:	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvii
RESUMEN	xx
ABSTRACT.....	xxi
CAPÍTULO 1	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes Investigativos	1
1.1.1 Hongo Kombucha (<i>Medusomyces Gisevi</i>).....	2
1.1.2 Clasificación Taxonómica.....	2
1.1.3 Cultivo del hongo Kombucha.	2

1.1.4 Nutrientes necesarios para el crecimiento del hongo Kombucha	3
1.1.5 Proceso de extracción del hongo Kombucha y el té fermentado.	3
1.1.6 Té de Kombucha	4
1.1.7 Variedades de té de Kombucha.....	5
1.1.8 Composición bioquímica del té de Kombucha.	5
1.1.9 Usos del té de Kombucha.....	7
1.1.10 Investigaciones sobre el Té de Kombucha.....	7
1.2 Justificación.....	8
1.3 Objetivos	10
1.3.1 Objetivo General	10
1.3.2 Objetivos específicos	10
1.4 Hipótesis.....	10
1.4.1 Señalamiento de variables.....	11
CAPÍTULO 2	12
METODOLOGÍA	12
2.1 Materiales.....	12
2.1.1 Material Vegetal.....	12
2.1.2 Material de Laboratorio.....	12
2.1.3 Reactivos	12
2.1.4 Equipos.....	13

2.2 Métodos.....	13
2.2.1 Método de extracción de la muestra.....	13
2.2.2 Análisis mediante Cromatografía de Capa Fina de Alta Resolución (HPTLC).	14
2.2.3 Aplicación de la muestra en la placa de capa fina	14
2.2.4 Visualización de los niveles de concentración de la cafeína.....	14
2.2.5 Parámetros técnicos para la recuperación del té Kombucha.....	14
2.2.6 Estandarización de los °brix entre miel y azúcar.	15
2.2.7 Procedimiento de la elaboración del té de Kombucha.....	15
2.3 Caracterización.....	16
2.3.1 Caracterización del hongo Kombucha.	16
2.3.1.1 Peso del hongo Kombucha.....	16
2.3.3 Madurez del hongo Kombucha	16
2.3.4 Mantenimiento del cultivo Kombucha.....	16
2.3.5 Análisis sensorial	17
2.4 Diseño experimental.....	17
2.5 Análisis fisicoquímicos del Té de Kombucha.....	18
2.5.1 Determinación de pH.	18
2.5.2 Determinación de la acidez	18
2.5.3 Determinación de °brix	18
CAPÍTULO 3	19

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
3.1 Principales Resultados	19
3.1.1 Análisis fisicoquímicos de la infusión utilizando miel como edulcorante.	19
3.1.2 Análisis fisicoquímicos de la infusión utilizando azúcar como edulcorante	33
3.2. Análisis estadístico.....	49
3.2.1. ANOVA para los datos de pH.....	49
3.2.2. ANOVA para los datos de acidez	51
3.2.3. ANOVA para los datos de °brix	55
3.3. Análisis sensorial	59
3.3.1. Análisis sensorial a1b1 té negro con azúcar	60
3.3.2. Sensorial a1b2 té negro con miel	64
3.3.3. Sensorial a2b1 guayusa con azúcar.....	68
3.3.4. Sensorial a2b2 guayusa con miel	73
3.3.5. Sensorial a3b1 café con ganoderma y azúcar	77
3.3.6. Sensorial a3b2 café con ganoderma y miel.....	82
3.3.7. Análisis comparativo de los grupos	86
3.4. ANOVA para el análisis sensorial	89
3.4.1. ANOVA para los datos del análisis sensorial del olor.....	89
3.4.2. ANOVA para los datos del análisis sensorial del sabor.....	92

3.4.3. ANOVA para los datos del análisis sensorial del dulzor	95
3.4.4. ANOVA para los datos del análisis sensorial de la acidez	98
3.5. Análisis mediante Cromatografía de Capa Fina de Alta Resolución (HPTLC).	101
3.5.1. Cromatografía de Capa Fina	102
3.5.2. Cálculo para obtener la cantidad de cafeína en las muestras.	102
3.6 Discusión.....	121
CAPÍTULO 4	124
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	124
4.1. Conclusiones	124
4.2. Recomendaciones.....	125
BIBLIOGRAFÍA.....	126
ANEXOS.....	132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variedades del té de Kombucha.....	5
Tabla 2. Variedades del té de Kombucha.....	6
Tabla 3. Diseño experimental: Factorial AxB.....	17
Tabla 4. Registro de pH en la mezcla de café con ganoderma-miel.....	19
Tabla 5. Registro de acidez en la mezcla de café con ganoderma-miel.....	20
Tabla 6. Registro de °brix en la mezcla de café con ganoderma -miel.....	22
Tabla 7. Registro de pH en la mezcla de guayusa -miel.....	23
Tabla 8. Registro de Acidez en la mezcla de guayusa -miel.....	25
Tabla 9. Registro de °brix en la mezcla de guayusa -miel.....	26
Tabla 10. Registro de pH en la mezcla de té negro -miel.....	27
Tabla 11. Registro de Acidez en la mezcla de té negro -miel.....	28
Tabla 12. Registro de °Brix en la mezcla de té negro -miel.....	30
Tabla 13. Tendencia del pH en los tres procesos.....	31
Tabla 14. Tendencia del porcentaje de acidez en los tres procesos.....	32
Tabla 15. Tendencia de los °Brix en los tres procesos.....	32
Tabla 16. Registro de pH en la mezcla de café con ganoderma-azúcar.....	34
Tabla 17. Registro de acidez en la mezcla de café con ganoderma-azúcar.....	35
Tabla 18. Registro de °brix en la mezcla de café con ganoderma-azúcar.....	36
Tabla 19. Registro de pH en la mezcla de guayusa -azúcar.....	38

Tabla 20. Registro de acidez en la mezcla de guayusa -azúcar	39
Tabla 21. Registro de °Brix en la mezcla de guayusa -azúcar	41
Tabla 22. Registro de pH en la mezcla de té negro -azúcar	42
Tabla 23. Registro de acidez en la mezcla de té negro -azúcar.....	43
Tabla 24. Registro de °Brix en la mezcla de té negro -azúcar	45
Tabla 25. Tendencia del pH en los tres procesos	46
Tabla 26. Tendencia del porcentaje de acidez en los tres procesos	47
Tabla 27. Tendencia de los °Brix en los tres procesos.....	47
Tabla 28. Resultados al décimo quinto día de fermentación	48
Tabla 29. ANOVA de los valores de pH.....	50
Tabla 30. LSD de los valores de pH	51
Tabla 31. ANOVA de los valores de acidez	53
Tabla 32. Tukey de los valores de acidez	55
Tabla 33. ANOVA de los valores de °brix	57
Tabla 34. Tukey de los valores de °brix.....	59
Tabla 35. Correlación de variables (resultados del análisis sensorial).....	63
Tabla 36. Correlación de variables (resultados del análisis sensorial).....	67
Tabla 37. Correlación de variables (resultados del análisis sensorial).....	72
Tabla 38. Correlación de variables (resultados del análisis sensorial).....	76
Tabla 39. Correlación de variables (resultados del análisis sensorial).....	81

Tabla 40. Correlación de variables (resultados del análisis sensorial).....	85
Tabla 41. ANOVA de análisis sensorial del olor.....	90
Tabla 42. Tukey para los datos del análisis sensorial del olor.....	92
Tabla 43. ANOVA de los datos del análisis sensorial del sabor.....	93
Tabla 44. Tukey para los datos del análisis sensorial del sabor.....	95
Tabla 45. ANOVA de los datos del análisis sensorial del dulzor.....	96
Tabla 46. Tukey de los datos del análisis sensorial del dulzor.....	98
Tabla 47. ANOVA de los datos del análisis sensorial de la acidez.....	99
Tabla 48. Tukey para los datos del análisis sensorial de la acidez.....	101
Tabla 49. Ecuación del área.....	102
Tabla 50. Contenido de cafeína en las muestras estándar.....	103
Tabla 51. Contenido de cafeína en las muestras de café con ganoderma y azúcar.....	103
Tabla 52. Contenido de cafeína en las muestras de café con ganoderma y miel	104
Tabla 53. Contenido de cafeína en las muestras de guayusa con azúcar.....	104
Tabla 54. Contenido de cafeína en las muestras de guayusa con miel.....	104
Tabla 55. Contenido de cafeína en las muestras de té negro con azúcar.....	104
Tabla 56. Contenido de cafeína en las muestras de té negro con miel.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Scoby y Té de Kombucha.....	4
Figura 2. Té negro de kombucha.....	6
Figura 3. Nivel de pH en la mezcla de café con ganoderma-miel	20
Figura 4. Nivel de Acidez en la mezcla de café con ganoderma -miel.....	21
Figura 5. Nivel de °Brix en la mezcla de café con ganoderma -miel.....	22
Figura 6. Nivel de pH en la mezcla de guayusa -miel	24
Figura 7. Nivel de Acidez en la mezcla de guayusa -miel.....	25
Figura 8. Nivel de °Brix en la mezcla de Guayusa -Miel	26
Figura 9. Nivel de pH en la mezcla de té negro -miel.....	28
Figura 10. Nivel de Acidez en la mezcla de té negro -miel	29
Figura 11. Nivel de °Brix en la mezcla de té negro -miel.....	30
Figura 12. Nivel de pH en la mezcla de café con ganoderma-azúcar	34
Figura 13. Nivel de Acidez en la mezcla de café con ganoderma-azúcar.....	35
Figura 14. Nivel de °brix en la mezcla de café con ganoderma-azúcar.....	37
Figura 15. Nivel de pH en la mezcla de guayusa -azúcar	38
Figura 16. Nivel de acidez en la mezcla de guayusa -azúcar.....	40
Figura 17. Nivel de °brix en la mezcla de guayusa -azúcar	41
Figura 18. Nivel de pH en la mezcla de té negro -azúcar	43
Figura 19. Nivel de acidez en la mezcla de té negro -azúcar	44

Figura 20. Nivel de °Brix en la mezcla de té negro -azúcar	45
Figura 21. Ecuación para cálculo de la cantidad de cafeína	103

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Tendencia del pH en los tres procesos.....	31
Gráfico 2. Tendencia de acidez en los tres procesos.....	32
Gráfico 3 Tendencia de °brix en los tres procesos.....	33
Gráfico 4. Tendencia de los valores de pH en los tres procesos.....	46
Gráfico 5. Tendencia de acidez en los tres procesos.....	47
Gráfico 6. Tendencia de °Brix en los tres procesos.....	48
Gráfico 7. Resultados de análisis sensorial de olor T1 (a1b1).....	60
Gráfico 8. Resultados de análisis sensorial Sabor T1.....	60
Gráfico 9. Resultados del análisis sensorial Dulzor T1.....	61
Gráfico 10. Resultados del análisis Sensorial Acidez T1.....	61
Gráfico 11. Resultados del análisis sensorial del olor a1b2.....	64
Gráfico 12. Resultados del análisis sensorial del sabor, a1b2.....	65
Gráfico 13. Resultados del análisis sensorial dulzor, a1b2.....	65
Gráfico 14. Resultados del análisis sensorial de la acidez, a1b2.....	66
Gráfico 15. Resultados del análisis sensorial del olor, a2b1.....	69
Gráfico 16. Resultados del análisis sensorial del sabor, a2b1.....	69
Gráfico 17. Resultados del análisis sensorial del dulzor, a2b1.....	70
Gráfico 18. Resultados del análisis sensorial acidez, a2b1.....	70
Gráfico 19. Resultados del análisis sensorial del olor, a2b2.....	73

Gráfico 20. Resultados del análisis sensorial del sabor, a2b2.....	74
Gráfico 21. Resultados del análisis Sensorial del dulzor, a2b2	74
Gráfico 22. Resultados del análisis sensorial de la acidez, a2b2	75
Gráfico 23. Resultados del análisis sensorial del olor, a3b1	78
Gráfico 24. Resultados del análisis sensorial del sabor, a3b1.....	78
Gráfico 25. Resultados del análisis sensorial del dulzor, a3b1	79
Gráfico 26. Resultados del análisis sensorial de la acidez, a3b1	79
Gráfico 27. Resultados del análisis sensorial del olor, a3b2.....	82
Gráfico 28. Resultados de análisis sensorial del sabor, a3b2.....	83
Gráfico 29. Resultados del análisis sensorial del dulzor, a3b2	83
Gráfico 30. Resultados del análisis sensorial de la acidez, a3b2	84
Gráfico 31. Comparación de los olores en los 6 grupos	87
Gráfico 32. Comparación de sabor en los 6 grupos	87
Gráfico 33. Comparación de dulzor en los 6 grupos.....	88
Gráfico 34. Comparación de acidez en los 6 grupos.....	89
Gráfico 35. Cromatogramas de las muestras estándar del contenido de cafeína	106
Gráfico 36. Cromatogramas de las muestras a3b1 del contenido de cafeína.....	108
Gráfico 37. Cromatogramas de las muestras a3b2 del contenido de cafeína.....	110
Gráfico 38. Cromatogramas de las muestras a3b2 del contenido de cafeína.....	111
Gráfico 39. Cromatogramas de las muestras a2b1 del contenido de cafeína.....	113

Gráfico 40. Cromatogramas de las muestras a2b2 del contenido de cafeína.....	115
Gráfico 41. Cromatogramas de las muestras a2b2 del contenido de cafeína.....	116
Gráfico 42. Cromatogramas de las muestras a1b1 del contenido de cafeína.....	118
Gráfico 43. Cromatogramas de las muestras a1b2 del contenido de cafeína.....	120

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la concentración de cafeína a partir de té negro, hoja de guayusa y café con ganoderma, durante la fermentación del Hongo Kombucha (*Medusomyces Gisevi*), considerando las propiedades benéficas para la salud por contener antioxidantes, *flavanoles*, *flavonoides*, *catequinos* y *polifenoles*. Se expusieron y desplegaron seis bebidas fermentadas con el hongo Kombucha, utilizando como materia prima café con ganoderma, guayusa y té negro con dos edulcorantes (azúcar y miel). Para establecer la metodología se empleó un análisis mediante HPTLC, además se evaluó la concentración de propiedades fisicoquímicas según la NTE INEN 2395:2011, se utilizó un diseño experimental para obtener la relación de los tratamientos, se aplicó una correlación de variables para verificar el análisis de las propiedades fisicoquímicas en las diferentes mezclas y se realizó un análisis sensorial con una población de 18 catadores semientrenados del noveno semestre de la carrera de Ciencia e Ingeniería en Alimentos utilizando una ficha de catación donde se describieron las características sensoriales de la bebida como: el sabor, olor, acidez y dulzor.

En los resultados se consideró los periodos de fermentación más cortos para cumplir con la normativa. El análisis sensorial demostró que la infusión fermentada aceptada por los panelistas fue la mezcla de guayusa con azúcar; por otro lado, los valores de concentración de la cafeína en la infusión de guayusa con azúcar son de 0.172 miligramos por gramo en comparación al valor estándar que es 16.64 miligramos por gramo, el valor presentado es mucho menor.

Palabras clave sugeridas: Cafeína, Kombucha, Bebidas fermentadas, Ganoderma.

ABSTRACT

The research work aimed to determine the concentration of caffeine from black tea, guayusa leaf and coffee with ganoderma, during the fermentation of the Kombucha Mushroom (*Medusomyces Gisevi*), considering the beneficial properties for health by containing antioxidants, flavanols, flavonoids, catechins and polyphenols. Six fermented beverages with the Kombucha mushroom were displayed and displayed, using coffee with ganoderma, guayusa and black tea with two sweeteners (sugar and honey) as raw material. To establish the methodology, an analysis by HPTLC was used, the concentration of physicochemical properties was also evaluated according to the NTE INEN 2395: 2011, an experimental design was used to obtain the relationship of the treatments, a correlation of variables was applied to verify the analysis of the physicochemical properties in the different mixtures and a sensory analysis was carried out with a population of 18 semi-trained tasters from the ninth semester of the Food Science and Engineering degree, using a cupping card where the sensory characteristics of the drink were described, such as: taste, smell, acidity and sweetness.

In the results, the shortest fermentation periods are considered to comply with the regulations. The sensory analysis showed that the fermented infusion accepted by the panelists was the mixture of guayusa with sugar; on the other hand, the caffeine concentration values in the guayusa infusion with sugar are 0.172 milligrams per gram compared to the standard value that is 16.64 milligrams per gram, the value presented is much lower.

Suggested Keywords: Caffeine, Kombucha, Fermented Drinks, Ganoderma.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

El Ecuador es un país productor de materia prima y multidiverso, donde existen abundantes especies de flora y fauna; y gran variedad de especies no endémicas con capacidades de adaptarse a las condiciones climáticas para crecer y desarrollarse. Sobre las fuentes de cafeína producidas en el país, Pardo menciona.

Es un constituyente natural presente en más de 60 especies de plantas. Se encuentra en la dieta diaria contenida en bebidas como el café o el té, el chocolate y algunos refrescos. Se podría considerar la sustancia estimulante de mayor consumo y la más socialmente aceptada a nivel mundial (**Pardo et al, 2007, pág. 225**).

Desde tiempos inmemorables, la producción cafetera ha sido de gran importancia, pues la producción se la encuentra en casi todo el territorio nacional, abarcando 23 provincias que se benefician de su cultivo (**Santistevan et al, 2014**). Además, el producto es uno de los más valiosos en las exportaciones a nivel mundial (**Torres & Sánchez, 2015**).

Según **Radice & Vidari (2007)**, entre las plantas con niveles de concentración considerable de cafeína y que se producen en el país, se encuentran:

- ❖ El té negro con gran aceptación por sus propiedades medicinales como: ayudar a la concentración mental de la persona fortaleciendo y agilizando su aprendizaje;
- ❖ La Guayusa, una variedad de planta similar al “mate” consumida comúnmente en la amazonia por su poder antioxidante y por ser un energizante natural.
- ❖ Café con ganoderma, posee un alto contenido de cafeína y un sabor peculiar, convirtiéndose en un producto de gran aceptación por la comunidad ecuatoriana por sus beneficios para la salud como: incrementa la energía en la persona, pérdida de peso corporal, reducción del colesterol entre otras.

1.1.1 Hongo Kombucha (*Medusomyces Gisevi*).

El hongo Kombucha es un conjunto o una colonia de diferentes especies de levaduras como *Brettanomyces*, *Brettanomyces bruxellensis*, *Brettanomyces intermedius*, *Candida*, *Candida famata*, *Micoderma*, *Mycotorula*, *Pichia*, *Pichia membranaefaciens*, *Saccharomyces*, *Saccharomyces cerevisiae* subsp. *cerevisiae*, *Saccharomyces cerevisiae* subsp. *aceti*, *Schizosaccharomyces*, *Torula*, *Torulaspora delbrueckii*, *Torulopsis*, *Zygosaccharomyces*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Zygosaccharomyces rouzii* y bacterias como *Gluconobacter*, *Acetobacter xylium*, *Acetobacter pasteurianus*, *Acetobacter aceti*, (**Greenwalt, Steinkraus & Ledf, 2000**); que se encuentran sumergidas en una matriz de celulosa; la cual posee beneficios para la salud humana por la presencia de antibióticos, un claro ejemplo de ellos es el ácido úsnico que logra desactivar algunos virus causantes del cáncer y el sida.

1.1.2 Clasificación Taxonómica

El hongo Kombucha presenta la siguiente descripción taxonómica:

Familia microbiológica: *Gisevi*

Género: *Acetobacter*.

Especie: *Bacterium xylinum*.

1.1.3 Cultivo del hongo Kombucha.

Desde hace 2000 años el hongo Kombucha ha sido cultivado en condiciones controladas con una temperatura de 23°C y un tiempo de fermentación de 7 a 15 días. El hongo se desarrolla en la superficie de la infusión del té como un gel transparente de capa fina que mediante su fermentación va adoptando una estructura gomosa y muy fuerte. En el té existen varios microorganismos como bacterias y levaduras que son beneficiosas para la salud. Su reproducción es muy notable ya que la madre SCOBY (colonia simbiótica de bacterias y levaduras) se hunde hasta la mitad del recipiente y en ocasiones se hunde completamente para formar nuevas membranas de celulosa

llamados hijos en la superficie que ayudan a la fermentación de la infusión (**Vina et al, 2014**).

1.1.4 Nutrientes necesarios para el crecimiento del hongo Kombucha

Según **Salamanca et al, (2014)** la miel de abeja, jarabe de arce, jarabe de maíz, panela y maltosa que ayudan al crecimiento del hongo durante el tiempo de fermentación aportando fuentes de carbono, vitaminas y minerales al cultivo.

Uno de los nutrientes para el crecimiento de la capa gelatinosa del hongo Kombucha se obtiene a partir de la oxidación provocada de la fructosa que ayuda a la fermentación del té en condiciones anaeróbicas. Por lo tanto, el nutriente básico y principal que ofrece normalizar al té de Kombucha en un corto plazo y para su proceso de fermentación es la sacarosa, siendo el alimento básico de las levaduras que permiten obtener una bebida más refinada para el consumo humano (**Battikh, Bakhroufa & Ammar, 2012**).

1.1.5 Proceso de extracción del hongo Kombucha y el té fermentado.

La extracción del hongo se lo realiza de forma aséptica que permita conservar las características bioquímicas de la infusión del té y su calidad evitando maltratar al SCOBY y la introducción de ciertas bacterias perjudiciales, una bacteria común es el moho que causa alteraciones o malestar al momento de beber la mezcla (**Jayabalana, Marim & Swaminathan, 2007**).

Asegurar un buen lavado de manos para empezar a manipular la infusión del té y al SCOBY, de la misma manera desinfectar el área donde se va a recuperar la solución, después el té será filtrado para retirar ciertas partículas y posteriormente el fermentado se almacenará en un frasco de vidrio con su respectiva tapa y en refrigeración a 4°C (**Stevens, 2000**).

1.1.6 Té de Kombucha

La Kombucha es una bebida fermentada del té con el azúcar que se produce en 30 países europeos por sus grandes beneficios para la salud (**Blanc , 1996**).

Se conoce a la Kombucha (*Medusomyces Gisevi*) como un hongo de aspecto gelatinoso por su cubierta y contenido de celulosa, sin embargo su espesor depende al tiempo de fermentación y la formación de otras capas (**Dufresne & Farnwor, 2000**). En la Figura 1, se presenta un SCOBY (colonia simbiótica de bacterias y levaduras) del hongo Kombucha.



Figura 1. Scoby y Té de Kombucha.

Elaborado: Autora **Fuente:** Lab. Canje de Deuda FCIAB

Su nombre varía respecto al país donde es producido, así: en Japón se lo denomina como Kombucha, en Rusia como Mo-Gu, Jsakvasska, en Alemania como Heldenpllz, en Francia como Kambucha, por mencionar algunos (**Czaja & Krystynowicz, 2006**).

La preparación del té de Kombucha se lo realiza de manera tradicional mediante la colocación del SCOBY en una infusión del té con azúcar a una temperatura entre 21°C -26°C (**George, Sabapathy, Ramana & Bawa , 2005**), su fermentación dura 7-15 días y como resultado se consigue hijos SCOBY que presentan un grosor de 7 a 12 mm (**El Taher, 2011**).

Según **Chun y Chen (2005)**, una de las características más destacables de este té es que se trata de un fermento bebible natural sin ninguna suplemento de aditivos químicos, su uso previene de enfermedades desde un síntoma muy pequeño como el dolor de cabeza hasta el más grave como incrementar la resistencia al cáncer. Otra característica importante de este té mencionada por **Bhattacharya, Gachhui y Sil (2011)** es la facilidad de preparación y accesibilidad de este hongo para todas las personas, a más de ser usado como bebida ancestral para longevidad y mejorar la salud del que lo consuma.

1.1.7 Variedades de té de Kombucha

Existen diversos tipos de té fermentados por el hongo Kombucha (Tabla 1).

Tabla 1. Variedades del té de Kombucha

Tipo de té	Descripción
Té negro	Kombucha de color ámbar y sabor intenso afrutado similar a la sidra.
Té verde	Kombucha de color verde más claro y sabor suave acercándose al de un vino blanco o un champagne.
Té oolong	Kombucha de color ámbar y sabor algo afrutado y ligeramente herbal.

Elaborado por: Autora

Fuente: Hoon et al., (2014)

1.1.8 Composición bioquímica del té de Kombucha.

La siguiente gráfica muestra el té de Kombucha con su SCOBY madre, que se utilizará como modelo del presente estudio.

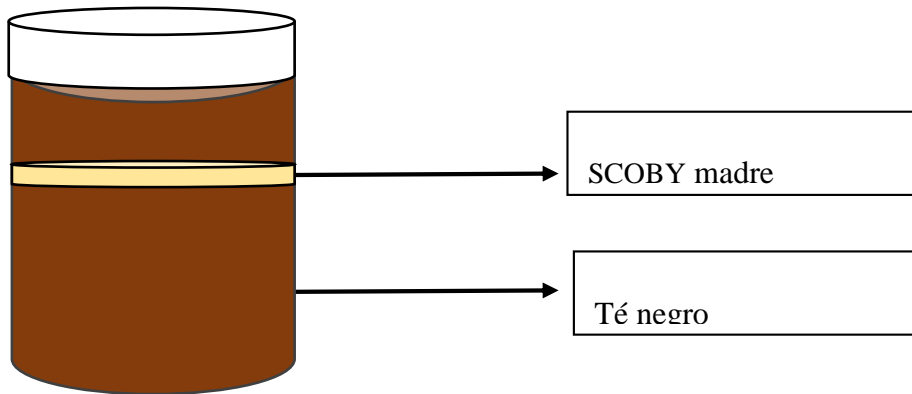


Figura 2. Té negro de kombucha.

Fuente: Ayed (2015).

El té de Kombucha contiene varios compuestos nitrogenados como: proteínas, aminoácidos, alcaloides, polifenoles, vitaminas y micronutrientes entre otros, que se producen durante el tiempo de fermentación; tal y como se observa en la tabla 2:

Tabla 2. Variedades del té de Kombucha

Ácidos orgánicos	Azúcares	Vitami nas	Metales y sales inorgánicas	Otros
Acético, glucónico, glucurónico, cítrico, L-láctico, málico, tartárico, malónico, oxálico, succínico, pirúvico.	Sacarosa, glucosa y fructosa	C, B ₁ , B ₂ , B ₆ , B ₁₂ ,	Manganeso, hierro, níquel, cobre, zinc, plomo, cobalto, cromo, cloruro, bromuro, yoduro, fosfato y sulfato.	Aminas biogénicas, purinas, pigmentos, lípidos, proteínas, polifenoles etanol, dióxido de carbono, fenol, té, materia antibióticamente activo.

Elaborado por: Autora

Fuente: Sanderson & Selvendran (1965)

1.1.9 Usos del té de Kombucha

El consumo regular del té de Kombucha ha reportado diversos beneficios para la salud y reducir la ingesta de medicamentos. Entre los principales beneficios **Davies et al. (1998)** destaca las siguientes:

- Ayuda a desintoxicar la sangre.
- Reduce el nivel de colesterol.
- Disminuye la aterosclerosis.
- Alivia el reumatismo, artritis y los síntomas de gota.
- Regula el equilibrio de la flora intestinal.
- Cura la diabetes.
- Disminuye los trastornos menstruales y la menopausia.
- Mejora el aspecto de la piel y uñas.
- Reduce el estrés, insomnio y el colesterol.
- Alivia dolores de cabeza y mejora la vista.
- Regula el apetito y la obesidad.
- Aumenta la resistencia del cuerpo al cáncer.
- Previene infecciones de vejiga.
- Ayuda a curar hemorroides.
- Reduce la presión arterial.
- Elimina cálculos de los riñones.
- Ayuda en la defecación.

1.1.10 Investigaciones sobre el Té de Kombucha.

La infusión del té es un fermento de bacterias ácido acéticas y levaduras el mismo que posee propiedades beneficiosas y nutrientes para la salud humana (tabla 2), una de ellas es la prevención del cáncer, el cual se llevó a cabo por varias pruebas que se aplicaron en ratas albinas macho, mediante el análisis de la alanina transaminasa y fosfatasa alcalina en el plasma, análisis del aspartato transaminasa y en el hígado para ser tratado y aplicado en el ser humano (**Loncar, Malbasa & Kolarov, 2007**).

Afsharmanesh y **Sadaghi (2013)**, mencionan que el té de Kombucha previene e impide la hepatotoxicidad provocada por el paracetamol debido a que la infusión es muy rica en varios compuestos antioxidantes como los polifenoles.

1.2 Justificación

Actualmente en nuestro país Ecuador la mayoría de empresas productoras de bebidas refrescantes, únicamente se centran en la producción de jugos artificiales, es por ello que, el presente estudio tiene como propósito la obtención de un refresco a través de la fermentación del hongo Kombucha, la cual ha demostrado tener grandes beneficios para el ser humano por la aportación de vitaminas (**Vargas Mora, 2011**).

Según estudios previos, se sabe que el té de Kombucha es una infusión fermentada refrescante que tiene un sabor ligero a dulce o ácido, el cual se obtiene mediante la fermentación del té Azucarado por una asociación simbiótica de bacterias y levaduras (**Abshenas et al, 2011**).

Puede decirse que el uso de este té, tiene su origen en el Este de Asia alrededor de 220 aC y ha permanecido en el tiempo debido a sus propiedades energizantes y desintoxicantes; además, en la población de Rusia el consumo diario del té de Kombucha se correlacionó con una resistencia extremadamente alta en el cáncer por su aportación de polifenoles, vitaminas, aminoácidos, antibióticos y una alta cantidad de micronutrientes que se producen durante la fermentación (**CheChu & Chen, 2005**).

En varios estudios se ha podido demostrar que la infusión fermentada en té negro produce concentraciones muy altas de ácidos glucónicos, lácticos y acéticos por su contenido de polifenoles, flavonoides, catequinas, cafeína entre otros. Por tanto, la fermentación de glucosa es más rápida que en otros sustratos haciéndolo más efectivo que en otras hiervas o extractos, obteniendo una bebida agradable (**Stevens, 2000**).

Según **Zúñiga (2015)**, el uso de la hoja de guayusa en la elaboración de bebidas confiere muchas propiedades energizantes y estimulantes, ya que posee un alto contenido de cafeína y es apta para el consumo humano por abarcar propiedades beneficiosas para la salud promoviendo la aceleración del metabolismo y eliminando

las impurezas del cuerpo. La cafeína que se encuentra presente en el café es una droga psicoactiva que actúa sobre nuestro sistema nervioso manteniendo al ser humano en alerta, siendo este un componente que actúa en varios efectos preventivos durante el desarrollo de enfermedades como: diabetes, pérdida de atención y sueño entre otras.

Según **Fattori (2004)**, la miel de abeja está constituida por distintas fuentes de carbono como: la sacarosa, fructosa, glucosa, la misma que presenta un pH bajo al igual que una actividad acuosa y presencia de sustancias antimicrobianas bajas.

Durante el proceso de fermentación el azúcar fue consumida por las bacterias y levaduras que contiene el hongo. Por lo tanto, el té genero una aportación de vitaminas, ácidos, enzimas, minerales y CO₂ (efecto gaseoso), es decir que el azúcar efectuó el proceso de fermentación por lo tanto mientras más tiempo se dejó en el proceso de fermentación los niveles de azúcar serán menores (**Bhattacharya , Gachhui & Sil , 2011**).

Se demostró que el factor determinante en las características organolépticas y físico químicas (pH, acidez y sólidos solubles) de la bebida fue el tipo de edulcorante utilizado, sin embargo, tuvo diferencias significativas en el análisis estadístico y la concentración de té utilizada no es determinante en las características físico químicas ni organolépticas de la bebida (**Vargas Mora, 2011**).

La presente investigación tiene como finalidad estudiar la Concentración de cafeína a partir de té negro, hoja de guayusa y café con ganoderma, durante la fermentación del Hongo Kombucha y así asegurar los mejores procesos para obtener mayores beneficios de los nutrientes de esta seta.

Al ser una bebida beneficiosa para la salud y que actualmente las personas van en busca de productos naturales que ayuden a mejorar la calidad de vida, es de suma importancia que se realicen este tipo de investigaciones, para así optimizar las propiedades de los recursos disponibles.

Con el desarrollo de este trabajo se pretende incentivar a la producción de bebidas fermentadas con el uso del hongo Kombucha, contando con abundantes fuentes de

información documentada para realizar este proyecto, además de la disponibilidad de recursos experimentales donde presentan información válida sobre los beneficios del consumo para el ser humano.

Con todo esto se busca dejar un precedente para que nuevas generaciones de investigadores se orienten y realicen estudios similares y más profundos sobre la temática tratada.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la concentración de cafeína a partir de té negro, hoja de guayusa y café con ganoderma, durante la fermentación del Hongo Kombucha (*Medusomyces Gisevi*).

1.3.2 Objetivos específicos

- ❖ Determinar el contenido de cafeína mediante el método de Cromatografía de Capa Fina de alta resolución (HPTLC) en té negro, hoja de guayusa y café con ganoderma.
- ❖ Analizar los cambios de °brix, acidez y pH durante la fermentación del hongo Kombucha en té negro, hoja de guayusa y café con ganoderma.
- ❖ Determinar el mejor sustrato de cada tratamiento mediante un análisis sensorial.

1.4 Hipótesis

Las hipótesis a verificar en esta investigación son:

H₀: No existe diferencia estadística significativa entre las condiciones del proceso de fermentación del Hongo Kombucha, y la concentración de cafeína a partir de té negro, hoja de guayusa y café con ganoderma.

H₁: Existe diferencia estadística significativa entre las condiciones del proceso de fermentación del Hongo Kombucha, y la concentración de cafeína a partir de té negro, hoja de guayusa y café con ganoderma.

1.4.1 Señalamiento de variables

Centrándose en la problemática se establece que las variables son:

- ❖ Independiente: Concentración de cafeína a partir de té negro, hoja de guayusa y café con ganoderma
- ❖ Dependiente: Condiciones del proceso de fermentación del Hongo Kombucha

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Esta investigación tiene como objetivo analizar el contenido de cafeína mediante la fermentación del hongo Kombucha en cierto tiempo, a fin de tener como enfoque la concentración de cafeína o los escasos de la misma durante la fermentación.

2.1.1 Material Vegetal

Para el desarrollo de este trabajo se requiere de 26.76 g de café con ganoderma, 26.76 g de hojas de guayusa y 26.76 g de té negro; además de 1.566 kg de miel, 1.125 kg de azúcar y un SCOBY del hongo Kombucha almacenados en recipientes plásticos con su respectivo caldo cubiertos con lienzos para su reproducción.

2.1.2 Material de Laboratorio

- Vasos de precipitación de 50 ml
- Tubos de ensayo con tapa rosca
- Placa de aluminio de silica gel 60
- Lienzo
- Recipientes vidrio con su respectiva tapas
- Probetas
- Gradilla
- Matraz Erlenmeyer

2.1.3 Reactivos

- Agua destilada
- 2-propanol
- n-heptano
- Azúcar

- Miel de abeja
- Metanol

2.1.4 Equipos

- Titulador–METTLER TOLEDO
- Brixómetro digital
- Lámpara UV de 254 nm
- CAMAG-ADC 2 (Automatic Developing Chamber)
- Equipo de HPTLC
- Medidor de acidez
- Equipo de inyección
- Equipo UV
- Cocina industrial
- Termómetro
- Balanza analítica
- Placas silica gel

2.2 Métodos

2.2.1 Método de extracción de la muestra

- Se colocó un gramo de té negro, hoja de guayusa seca y café con ganoderma en su respectivo tubo de ensayo.
- Se añadió 10 ml de metanol en cada tubo de ensayo.
- Las muestras fueron sometidas a baño maría a una temperatura de 65°C por 5 minutos.
- Se dejó enfriar las muestras a temperatura ambiente (25°C).
- Posteriormente cada muestra fue filtrada en su vaso de precipitación.
- Se sustrajo 1 ml de cada muestra filtrada.
- Finalmente, se diluyo la muestra obtenida en 9 ml de metanol.

2.2.2 Análisis mediante Cromatografía de Capa Fina de Alta Resolución (HPTLC).

Para la fase estacionaria se utilizó una placa de aluminio de silica gel 60 recubierto con un indicador fluorescente F₂₅₄ marca Merck, con las mediadas 10cm de largo x 10cm de ancho; para la fase móvil se preparó la solución de 2-propanol – n heptano – agua en la proporción 7:3:1 v /v/v.

2.2.3 Aplicación de la muestra en la placa de capa fina

El equipo HPTLC inyectó de forma automática la muestra a una separación de 10 mm sobre la placa descrita anteriormente en la fase estacionaria, con un volumen de 0.1 – 0.5 micro-litros.

2.2.4 Visualización de los niveles de concentración de la cafeína.

El procedimiento para la visualización de los niveles de concentración de cafeína en determinada muestra, según **Melo Gallegos, (2014)**, consiste en digitalizar la placa que contiene las muestras utilizando el equipo CAMAG-ADC 2 (Automatic Developing Chamber) con una lámpara UV de 254 nm donde el valor de la concentración de cafeína fue aproximadamente 16.64 mg/ g en hoja seca que será nuestro valor estándar.

Para obtener la absorbancia de los picos digitalizados según **Oberle & Griesinger, (2013)** recomienda utilizar el equipo CAMAG -TLC SCANNER con una lámpara de 254 nm, de tal manera que permita obtener los niveles de cafeína de la muestra bajo análisis con una dimensión recomendada de 4x3 mm.

2.2.5 Parámetros técnicos para la recuperación del té Kombucha.

Según **Morales (2014)**, la recuperación del té de Kombucha se realizó aproximadamente a los 15 días de fermentación cuando el pH este entre 3.8 – 4, su acidez entre 0.3 – 0.45% y un °brix de 12-13, el cual se considera adecuado para el

consumo humano basándose en la Norma INEN de alimentos con pro-bióticos (NTE INEN 2395:2011).

2.2.6 Estandarización de los °brix entre miel y azúcar.

Para estandarizar los niveles de sacarosa del azúcar respecto a la miel, se diluyó 125 g de azúcar en 10 ml de agua y posterior al análisis se obtuvo un valor de 11.4 °brix. Por otro lado, se desarrolló el mismo análisis para la miel de abeja, demostrando que se requieren 174 g de este edulcorante para obtener un sustituto con el mismo valor de 11.4 °brix.

2.2.7 Procedimiento de la elaboración del té de Kombucha.

Se utilizó la técnica estudiada por **Stevens (2000)**:

- a) Se colocó 1 litro de agua en una olla metálica, se dejó hervir durante 15 minutos, después se añadió 4.46g del té elegido, se dejó reposar durante 10 minutos para diluir las sustancias orgánicas que se encuentran en el té.
- b) Se filtró la infusión y se trasvaso a un recipiente plástico.
- c) Se añadió 125g de edulcorante y se dejó en reposo hasta alcanzar la temperatura ambiente (25°C).
- d) Una vez fría la infusión, se colocó un SCOBY de Kombucha y se lo cubrió con un lienzo. Esto permitió la aireación respectiva y evito la contaminación.
- e) Se fermento la infusión a 25°C durante 15 días, en un lugar donde no exista mucha iluminación.
- f) Se obtuvieron muestras diarias durante el periodo de fermentación con el objetivo de analizar los cambios fisicoquímicos (°brix, pH, acidez) de la bebida fermentada con buenas prácticas de manufactura.

g) Posterior a los 15 días de fermentación, el hongo Kombucha fue retirado cuidadosamente con el objetivo de recuperar el brebaje, para lo cual, fue necesario utilizar un lienzo con la finalidad de retener las partículas que desprende el hongo.

h) Finalmente la bebida fermentada fue envasada en un recipiente de vidrio y puesto a refrigeración (4°C) para evitar la contaminación del caldo fermentado, el cual, puede ser consumido en un lapso de 10 días.

2.3 Caracterización

2.3.1 Caracterización del hongo Kombucha.

Las características como: el peso, madurez del SCOBY y el mantenimiento del hongo se realizó de acuerdo al protocolo definido por Dufresne (2000).

2.3.1.1 Peso del hongo Kombucha.

Durante el proceso de fermentación el hongo “madre” se desplazó hacia el fondo del recipiente, dando paso a la formación de nuevas láminas hijas en la superficie del caldo; presentando un incremento en el espesor y una forma limitada por el tamaño del recipiente.

2.3.3 Madurez del hongo Kombucha

Durante el proceso de fermentación larga (15 días) el hongo madre fue envejeciendo, presentando un cambio de color y descamación. Es recomendable sustituir el hongo envejecido por un nuevo cultivo después de 10 recuperaciones de la bebida fermentada.

2.3.4 Mantenimiento del cultivo Kombucha

Para obtener una bebida con alta calidad, se debe:

- a) Evitar contaminación al momento de sembrar el hongo.
- b) Cubrir bien el recipiente con un lienzo para evitar la contaminación de bacterias

- c) Mantener el entorno de cultivo a una temperatura entre 24°C y 30°C.
- d) Evitar la exposición del fermentado a entornos con demasiada iluminación para una reducción de nutrientes.

2.3.5 Análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó con una muestra de 18 catadores pertenecientes a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Bioquímica, utilizando una ficha de cata descriptiva para evaluar: el sabor, olor, acidez y dulzor de la bebida fermentada. Se utilizaron puntajes numéricos donde 1 representa el valor más bajo y 5 el valor más alto en la ponderación.

2.4 Diseño experimental

Durante el estudio se empleó un diseño estadístico Factorial AxB. Para cada nivel de determinada variable A fueron consideradas 3 réplicas afectadas con un nivel de la variable B, obteniendo un total de 18 muestras. En la Tabla 3 se plasma el diseño experimental con sus respectivas variables y niveles. Los valores considerados para cada nivel se basaron en los estudios realizados por **Anon, (1999)** citados por **Jayabalana, Marim & Swaminathan (2007)**.

Tabla 3. Diseño experimental: Factorial AxB

Variables	Niveles
A: Fuente de cafeína	a1 Té negro (4.46 g) a2 Hoja de guayusa (4.46 g) a3 Café con ganoderma (4.46 g)
B: Edulcorante	b1 Azúcar blanca (125 g) b2: Miel de abeja (174 g)

Elaborado por: Autora
Fuente: Autora

2.5 Análisis fisicoquímicos del Té de Kombucha.

Los análisis fisicoquímicos del té de Kombucha se llevaron a cabo en el laboratorio de la UODIDE de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos, mediante el proceso de **Stevens (2000)**, para la determinación de °brix, acidez y pH:

2.5.1 Determinación de pH.

Se sustrajo un volumen de 4 ml del fermento en un vaso de precipitación de 50 ml donde se sumergió un electrodo de pH-metro previamente calibrado y se registraron los datos en la tabla correspondiente (ver tablas 4,7,10,16,19,22).

2.5.2 Determinación de la acidez

Se sustrajo 1 ml del fermento y se diluyó con 40 ml de agua destilada posteriormente se lo situó en el medidor de acidez (Titulador–METTLER TOLEDO) para el análisis. El tiempo de medición del equipo se llevó a cabo entre los 10-30 min por cada muestra.

2.5.3 Determinación de °brix

Para medir la cantidad de sólidos solubles (sacarosa) en las muestras de las bebidas fermentadas, se utilizó un refractómetro digital (marca ATAGO, Modelo Pocket) también conocido como brixómetro que permitió genera registros diarios de la sacarosa.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Principales Resultados

Los datos obtenidos después de ensayos en laboratorio fueron recopilados en tablas para el análisis correspondiente presentado a continuación en gráficas y tablas explicativas.

3.1.1 Análisis fisicoquímicos de la infusión utilizando miel como edulcorante.

3.1.1.1 Determinación de pH, acidez, °brix, a partir de café con ganoderma y miel

Durante un periodo de reposo de 15 días se llevó a cabo la fermentación de la infusión de café con ganoderma y miel, para recopilar datos diarios de las propiedades fisicoquímicas (Ver tablas 4, 5, 6).

Datos registrados de pH en la en la mezcla de café con ganoderma-miel

Tabla 4. Registro de pH en la mezcla de café con ganoderma-miel

Día	pH PROMEDIO
0	4,9
1	3,2
2	3,2
3	3,3
4	3,2
5	3,3
6	2,9
7	2,9
8	2,9
9	2,9
10	2,8
11	2,8
12	2,8
13	2,8
14	2,7
15	2,6

Elaborado por: Autora

Fuente: Análisis

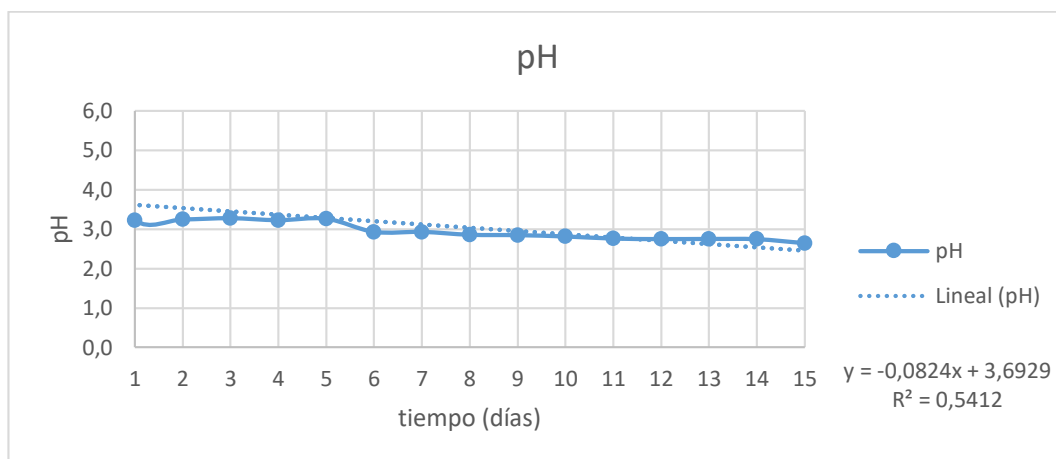


Figura 3. Nivel de pH en la mezcla de café con ganoderma-miel

Fuente: Autora

Análisis:

Los datos presentados en la tabla 4 fueron comparados con la Norma INEN de alimentos con pro-bióticos (NTE INEN 2395:2011), donde se considera un pH adecuado para el consumo humano entre 3.8 – 4. De los datos adquiridos se pudo observar que los valores dentro del periodo de los 15 días salen del rango permitido para el consumo obteniendo a un valor final de 2.6.

Datos registrados de la acidez en la en la mezcla de café con ganoderma-miel

Tabla 5. Registro de acidez en la mezcla de café con ganoderma-miel

Día	Acidez
	PROMEDIO
0	0,07
1	0,33
2	0,49
3	0,40
4	0,40
5	0,40
6	0,97
7	1,06
8	1,26
9	1,34
10	1,64
11	2,14
12	2,09
13	2,67
14	2,66
15	2,79

Elaborado por: Autora

Fuente: Análisis

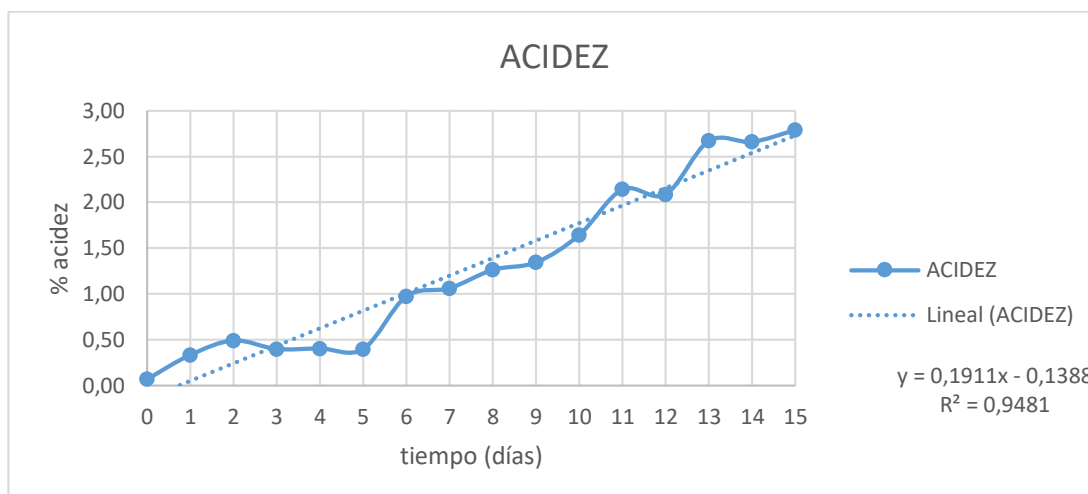


Figura 4. Nivel de Acidez en la mezcla de café con ganoderma -miel

Fuente: Autora

Análisis:

La acidez se determinó mediante una valoración volumétrica con un reactivo básico de hidróxido de sodio (NaOH). El resultado para el índice de acidez se expresó como porcentaje del ácido predominante (ácido acético) en la mezcla. Basándose en la NTE INEN 2395:2011, se consideran los porcentajes de acidez adecuados para el consumo humano entre 0.3–0.45%.

De los datos registrados se observó que el porcentaje de acidez durante los 5 primeros días se encuentra dentro del rango establecido apto para el consumo; posteriormente la acidez presento un incremento constante alcanzando un porcentaje de 2.79% en el día 15 saliendo del rango permitido.

Datos registrados de °brix en la en la mezcla de café con ganoderma-miel

Tabla 6. Registro de °brix en la mezcla de café con ganoderma -miel

Día	°Brix
	PROMEDIO
0	12,5
1	12,2
2	11,8
3	15,5
4	16,2
5	16,3
6	11,8
7	11,7
8	11,6
9	11,4
10	11,6
11	11,4
12	11,2
13	11,1
14	11,4
15	11,0

Elaborado por: Autora

Fuente: Análisis

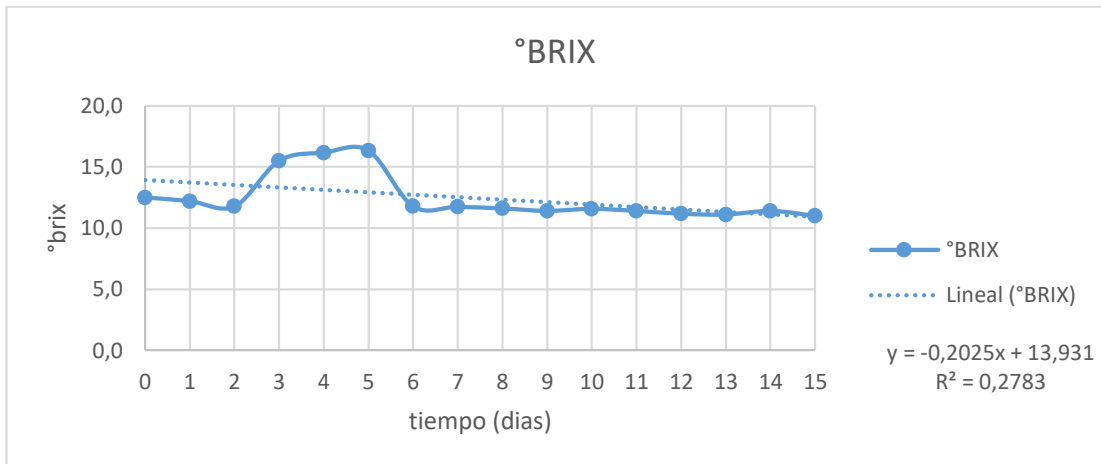


Figura 5. Nivel de °Brix en la mezcla de café con ganoderma -miel

Fuente: Autora

Análisis:

Los datos presentados en la tabla 6 fueron comparados con NTE INEN 2395:2011, donde se considera un valor adecuado de sacarosa entre 12-13°brix. De los datos registrados se observó que los valores de sacarosa durante los primeros días (0,1,2) se encuentran dentro del rango establecido apto para el consumo; posteriormente el

contenido de sacarosa presentó un incremento constante hasta llegar a estabilizarse en el sexto día con un valor de 11°brix saliendo del rango permitido.

3.1.1.2 Determinación de pH, acidez, °brix a partir de guayusa y miel

Durante el periodo de reposo de 15 días se llevó a cabo la fermentación de la infusión de guayusa y miel, para recopilar datos diarios de las propiedades fisicoquímicas (ver tablas 7,8,9).

Datos registrados de pH en la en la mezcla de guayusa-miel

Tabla 7. Registro de pH en la mezcla de guayusa -miel

Día	pH
	PROMEDIO
0	4,6
1	3,4
2	3,5
3	3,4
4	3,5
5	3,5
6	2,8
7	2,8
8	2,8
9	2,8
10	2,7
11	2,6
12	2,7
13	2,6
14	2,6
15	2,5

Elaborado por: Autora

Fuente: Análisis

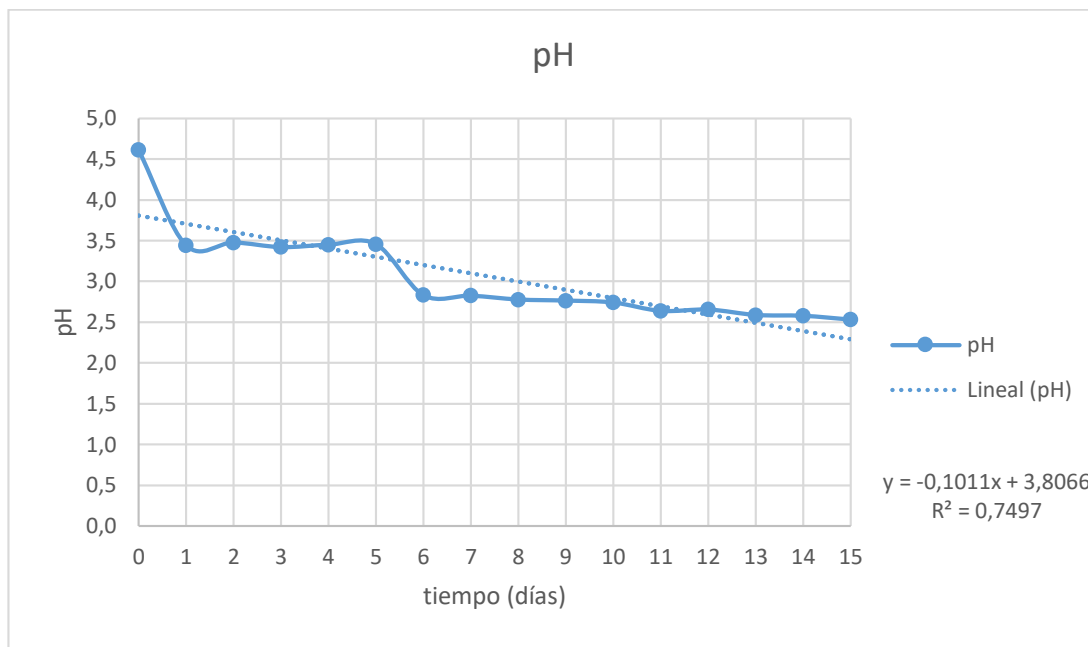


Figura 6. Nivel de pH en la mezcla de guayusa -miel

Fuente: Autora

Análisis:

Los datos presentados en la tabla 7 fueron comparados con NTE INEN 2395:2011, donde se considera un pH adecuado para el consumo humano entre 3.8 – 4. De los datos registrados se pudo observar que los valores dentro del periodo de 15 días salen del rango admitido para el consumo obteniendo un valor final de 2.5.

Datos registrados de la acidez en la en la mezcla de guayusa -miel

Tabla 8. Registro de Acidez en la mezcla de guayusa -miel

Día	Acidez PROMEDIO
0	0,06
1	0,15
2	0,21
3	0,29
4	0,28
5	0,29
6	1,06
7	1,17
8	1,39
9	1,51
10	2,21
11	2,59
12	2,72
13	2,85
14	2,86
15	3,37

Elaborado por: Autora

Fuente: Análisis

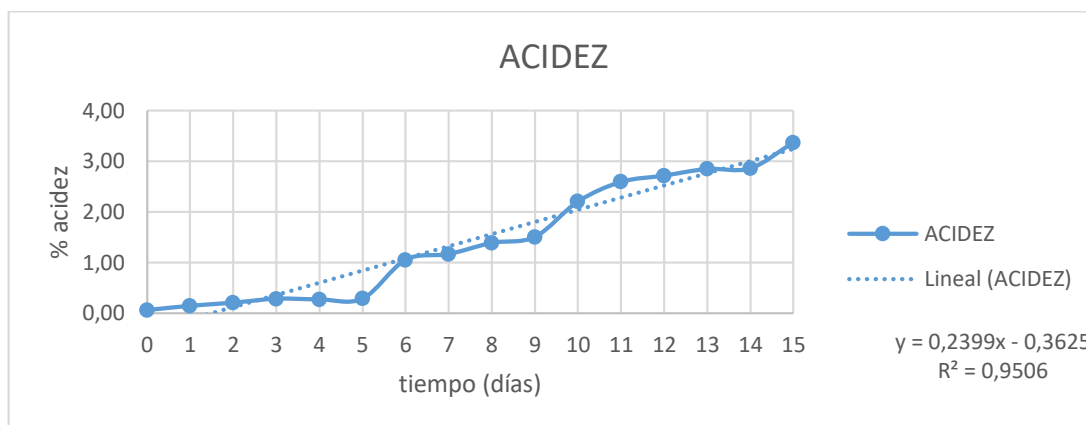


Figura 7. Nivel de Acidez en la mezcla de guayusa -miel

Fuente: Autora

Análisis:

La acidez se determinó mediante una valoración volumétrica con un reactivo básico de NaOH. El resultado para el índice de acidez se expresó como porcentaje del ácido predominante (ácido acético) en la mezcla. Basándose en la NTE INEN 2395:2011, se

considera los porcentajes de acidez adecuados para el consumo humano entre 0.3 – 0.45%.

De los datos registrados se observó que únicamente los valores del porcentaje de acidez en los días 3,4,5 son aptos para el consumo humano, posteriormente la acidez sale del rango permitido alcanzando un umbral 3,37 en el día 15.

Datos registrados de °brix en la en la mezcla de guayusa -miel

Tabla 9. Registro de °brix en la mezcla de guayusa -miel

Día	°Brix PROMEDIO
0	14,5
1	14,5
2	13,4
3	18,1
4	18,2
5	16,2
6	14,7
7	14,3
8	14,0
9	14,1
10	14,2
11	13,8
12	13,7
13	13,5
14	13,3
15	13,2

Elaborado por: Autora

Fuente: Análisis

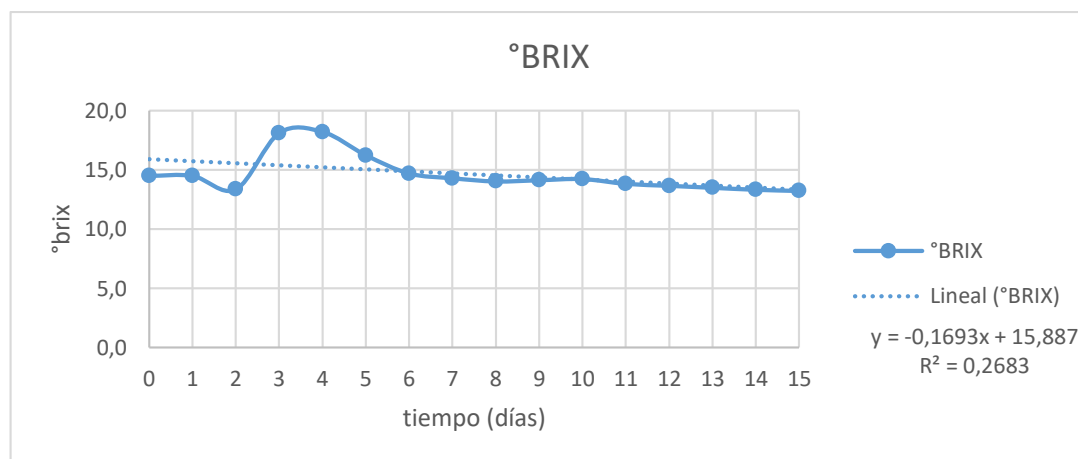


Figura 8. Nivel de °Brix en la mezcla de Guayusa -Miel

Fuente: Autora

Análisis:

Los datos presentados en la tabla 9 fueron comparados con la NTE INEN 2395:2011, donde se considera un valor adecuado de sacarosa entre 12-13 °Brix. De los datos registrados se observó que los valores de sacarosa no cumplen con la normativa mencionada presentando valores constantemente variables, alcanzando un valor pico de 13.2 en el día 15.

3.1.1.3 Determinación de pH, acidez, °brix a partir de té negro y miel

Durante el periodo de reposo de 15 días se llevó a cabo la fermentación de la infusión de té negro y miel, para recopilar datos diarios de las propiedades fisicoquímicas (Ver tablas 10, 11, 12).

Datos registrados de pH en la en la mezcla de té negro -miel

Tabla 10. Registro de pH en la mezcla de té negro -miel

Día	pH
	PROMEDIO
0	4,5
1	3,3
2	3,4
3	3,5
4	3,5
5	3,2
6	2,7
7	2,7
8	2,7
9	2,6
10	2,7
11	2,7
12	2,6
13	2,6
14	2,6
15	2,6

Elaborado por: Autora

Fuente: Análisis

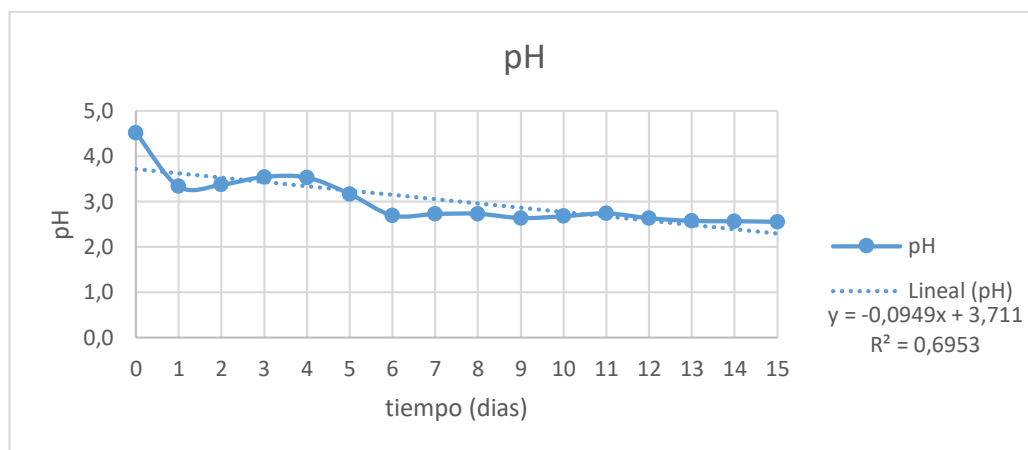


Figura 9. Nivel de pH en la mezcla de té negro -miel

Fuente: Autora

Análisis:

Los datos presentados en la tabla 10 fueron comparados con la NTE INEN 2395:2011, donde se considera un pH adecuado para el consumo humano entre 3.8 – 4. De los datos adquiridos se pudo observar que los valores durante el periodo de análisis no alcanzaron el rango permitido para el consumo, obteniendo un valor final de 2.6.

Datos registrados de la acidez en la en la mezcla de té negro -miel

Tabla 11. Registro de Acidez en la mezcla de té negro -miel

Día	Acidez
	PROMEDIO
0	0,07
1	0,21
2	0,26
3	0,33
4	0,17
5	0,17
6	0,94
7	0,99
8	1,05
9	1,04
10	0,92
11	1,57
12	1,67
13	1,72
14	1,74
15	2,20

Elaborado por: Autora

Fuente: Análisis

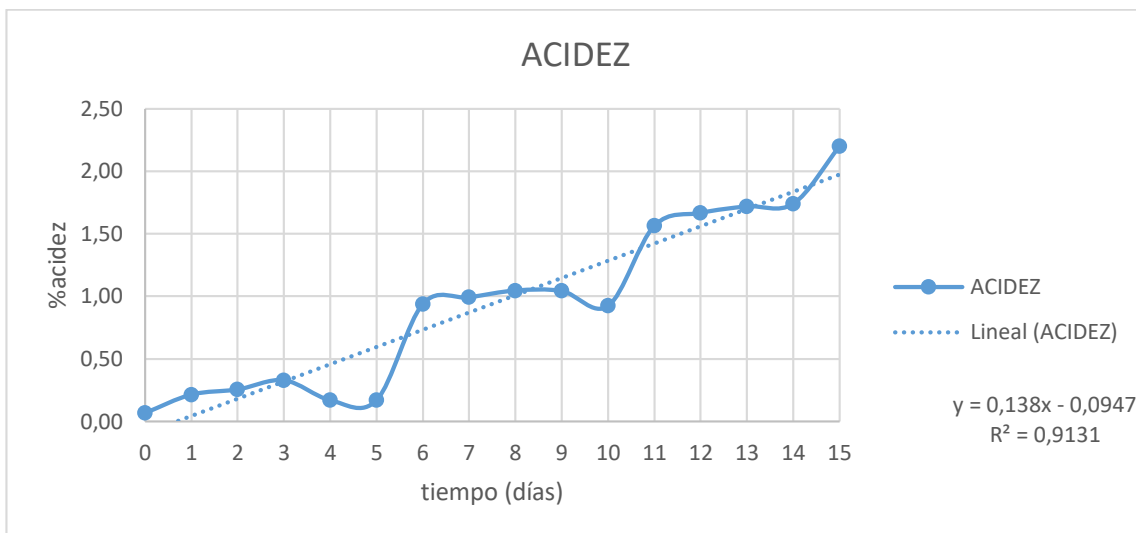


Figura 10. Nivel de Acidez en la mezcla de té negro -miel

Fuente: Autora

Análisis:

La acidez se determinó mediante una valoración volumétrica con un reactivo básico de NaOH. El resultado para el índice de acidez se expresó como el porcentaje del ácido predominante (ácido acético). Basándose en la Norma NTE INEN 2395:2011, se consideran los porcentajes de acidez adecuados para el consumo humano entre 0.3 – 0.45%.

De los datos registrados se observó que el porcentaje de acidez durante del periodo de análisis, presentaron valores fuera del rango permitido con un incremento constante hasta alcanzar un valor final de 2.20 en el día 15.

Datos registrados de °brix en la en la mezcla de té negro -miel

Tabla 12. Registro de °Brix en la mezcla de té negro -miel

Día	°Brix PROMEDIO
0	12,4
1	12,0
2	11,4
3	16,3
4	16,3
5	16,4
6	13,4
7	12,3
8	12,4
9	12,4
10	12,9
11	13,5
12	12,3
13	12,0
14	12,0
15	12,0

Elaborado por: Autora

Fuente: Análisis

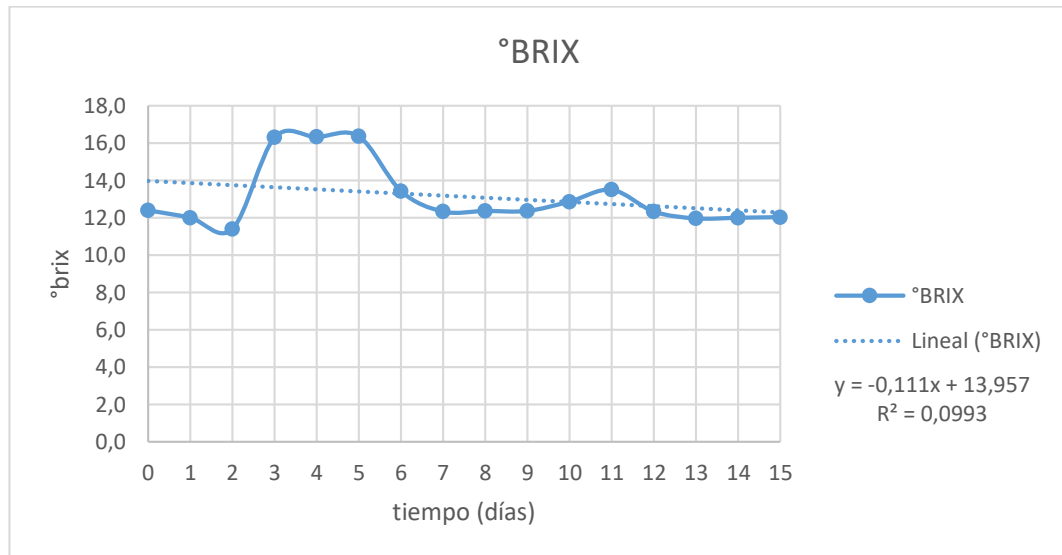


Figura 11. Nivel de °Brix en la mezcla de té negro -miel

Fuente: Autora

Análisis:

Los datos presentados en la tabla 12 fueron comparados con la Norma NTE INEN 2395:2011, donde se considera un valor adecuado de sacarosa entre 12-13°Brix. De los datos registrados se observó que el valor de sacarosa durante el día sexto al quinceavo día mantuvo un valor constante de 12 apto para el consumo.

3.1.1.4. Comportamiento del pH, acidez y °Brix.

Se aplicó la correlación de Pearson para medir la relación lineal entre los valores de pH para cada una de las mezclas como se verifica en la tabla 13.

Tabla 13. Tendencia del pH en los tres procesos

Detalle	Variables 1	Variables 2	p-value	Σ (b1)	Decisión
pH	Café-miel	Guayusa-miel	1,218e-12	0,0625	El coeficiente b1 es significativo
	Café-miel	Té negro-miel	1,082e-07	0,1470	El coeficiente b1 es significativo
	Guayusa-miel	Té negro-miel	1,475e-08	0,0762	El coeficiente b1 es significativo

Fuente: Autora

Como se plasma en la tabla 13 y en el gráfico 1 no existe diferencia significativa entre los tres procesos, por lo tanto, existe una correlación entre los valores de pH de las variables 1 y 2 de p-value.

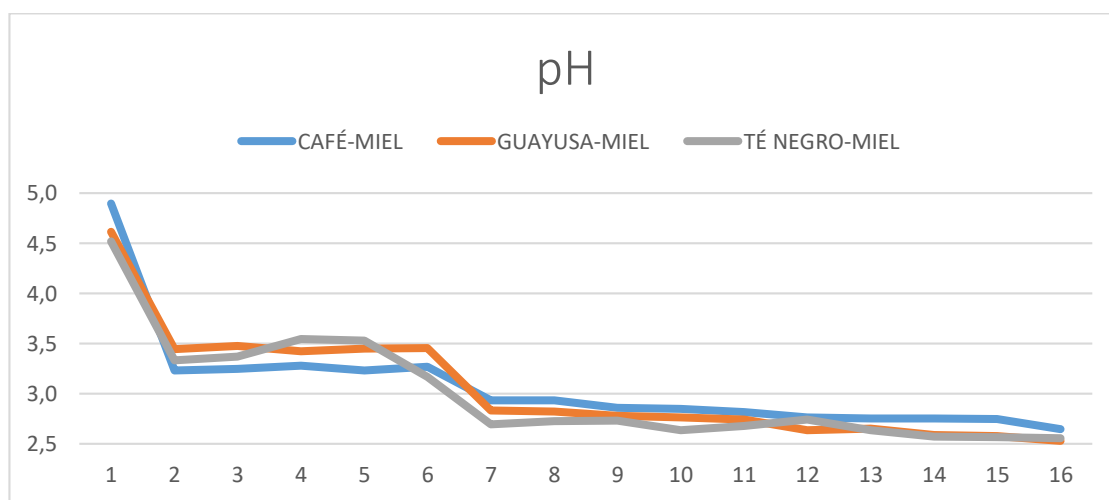


Gráfico 1. Tendencia del pH en los tres procesos

Fuente: Autora

Se aplicó la correlación de Pearson para medir la relación lineal entre el porcentaje de acidez, para cada una de las mezclas como se verifica en la tabla 14.

Tabla 14. Tendencia del porcentaje de acidez en los tres procesos

Detalle	Variables 1	Variables 2	p-value	$\Sigma (b1) =$	Decisión
Acidez	Café-miel	Guayusa-miel	6,325e-12	0,0545	El coeficiente b1 es significativo
	Café-miel	Té negro-miel	2,529e-09	0,0501	El coeficiente b1 es significativo
	Guayusa-miel	Té negro-miel	2,273e-09	0,0391	El coeficiente b1 es significativo

Fuente: Autora

Como se visualiza en la tabla 14 y en el gráfico 2, no existe una diferencia significativa entre los tres procesos analizados y por lo tanto existe una correlación del porcentaje de acidez entre las variables 1 y 2 de p-value.

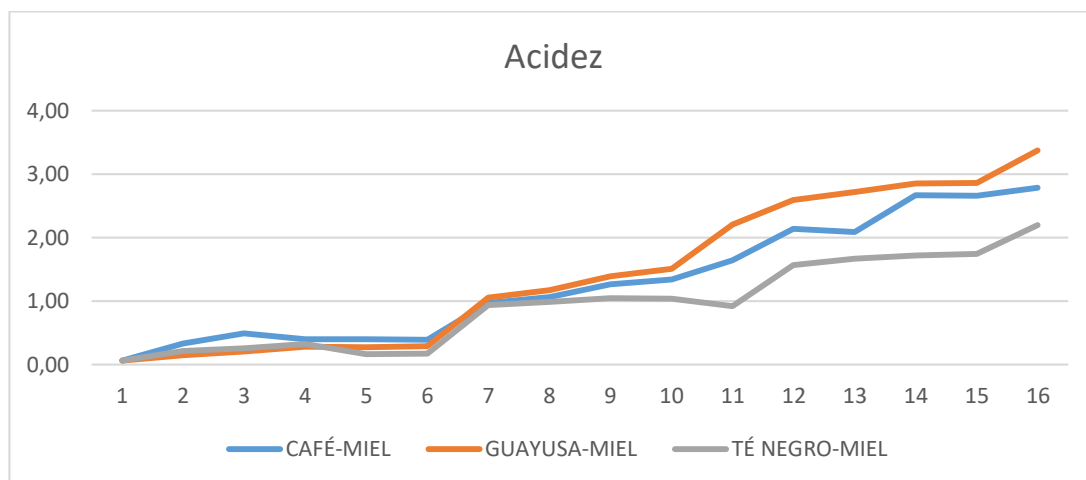


Gráfico 2. Tendencia de acidez en los tres procesos

Fuente: Autora

Se aplicó la correlación de Pearson para medir la relación lineal entre las cantidades de sacarosa para cada una de las mezclas como se verifica en la tabla 15.

Tabla 15. Tendencia de los °Brix en los tres procesos

Detalle	Variables 1	Variables 2	p-value	$\Sigma (b1) =$	Decisión
°brix	Café-miel	Guayusa-miel	0,00291	14,214	El coeficiente b1 es significativo
	Café-miel	Té negro-miel	0,00293	12,751	El coeficiente b1 es significativo
	Guayusa-miel	Té negro-miel	0,00305	20,733	El coeficiente b1 es significativo

Fuente: Autora

Como se plasma en la tabla 15 y en el gráfico 3 no hay diferencia significativa entre los tres procesos por lo tanto existe una correlación entre las cantidades de sacarosa entre las variables 1 y 2 de p-value.

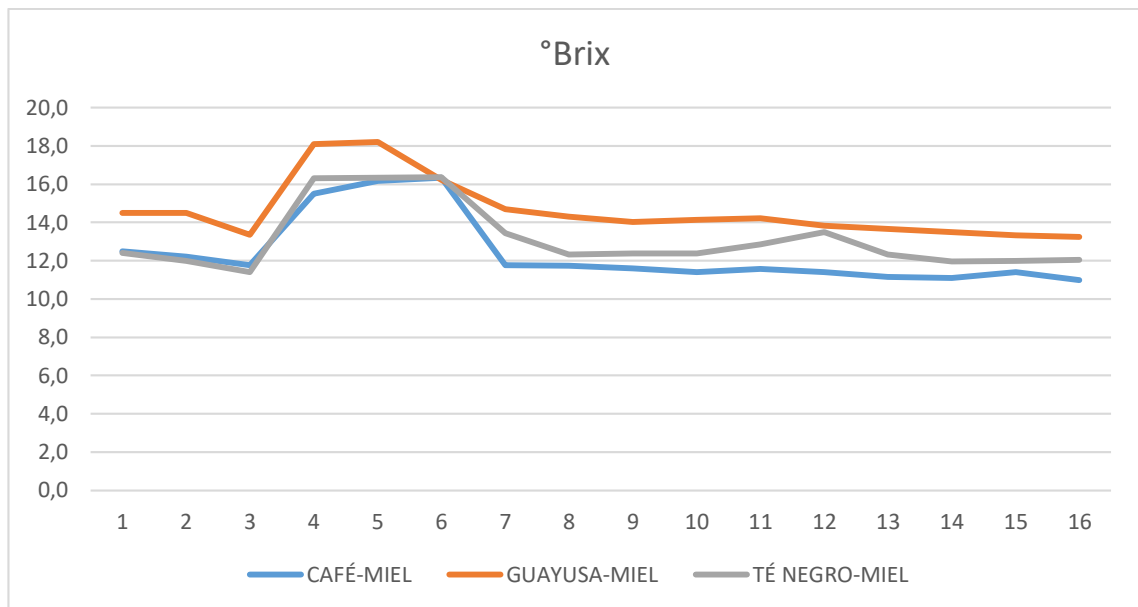


Gráfico 3 Tendencia de °brix en los tres procesos

Fuente: Autora

3.1.2 Análisis fisicoquímicos de la infusión utilizando azúcar como edulcorante

3.1.2.1 Determinación de pH, acidez, °brix, a partir de café con ganoderma y azúcar

Durante el periodo de reposo de 15 días se llevó a cabo la fermentación de la infusión café con ganoderma y azúcar, para recopilar datos diarios de las propiedades fisicoquímicas (ver tablas 16,17,18).

Datos registrados de pH, acidez, °brix, a partir de café con ganoderma y azúcar

Tabla 16. Registro de pH en la mezcla de café con ganoderma-azúcar

Día	pH PROMEDIO
0	6,4
1	3,5
2	3,7
3	3,7
4	3,4
5	3,2
6	3,2
7	3,2
8	3,1
9	3,0
10	3,0
11	2,9
12	2,9
13	2,9
14	2,9
15	2,8

Elaborado por: Autora

Fuente: Análisis

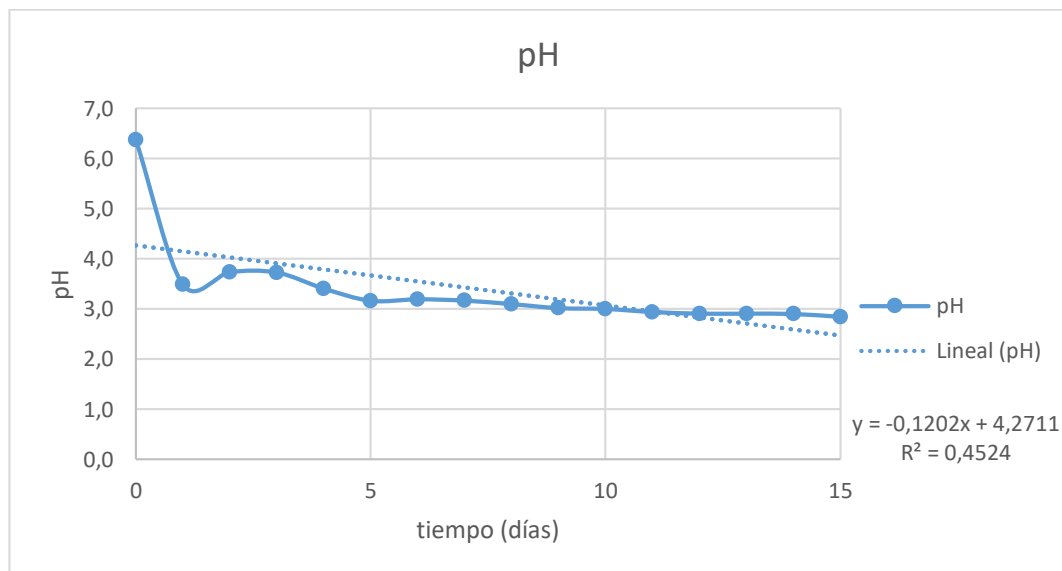


Figura 12. Nivel de pH en la mezcla de café con ganoderma-azúcar

Fuente: Autora

Análisis:

Los datos presentados en la tabla 16 fueron comparados con la NTE INEN 2395:2011, donde se considera un pH adecuado para el consumo humano entre 3.8 – 4. De los datos adquiridos se pudo observar que los valores dentro del periodo de análisis salen del rango permitido para el consumo obteniendo un valor final de 2.8.

Datos registrados de la acidez en la en la mezcla de café con ganoderma-azúcar

Tabla 17. Registro de acidez en la mezcla de café con ganoderma-azúcar

Día	Acidez
	PROMEDIO
0	0,1
1	0,1
2	0,2
3	0,1
4	0,1
5	0,4
6	0,5
7	0,5
8	0,6
9	0,6
10	1,0
11	1,1
12	1,1
13	1,1
14	1,1
15	1,6

Elaborado por: Autora

Fuente: Análisis

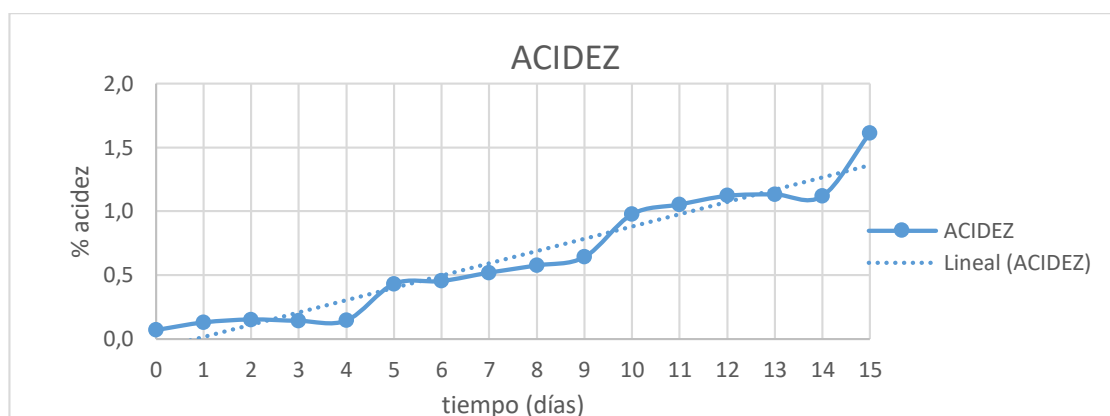


Figura 13. Nivel de Acidez en la mezcla de café con ganoderma-azúcar

Fuente: Autora

Análisis:

La acidez se determinó mediante una valoración volumétrica con un reactivo básico de NaOH. El resultado para el índice de acidez se expresó como porcentaje del ácido predominante (ácido acético) en la mezcla. Basándose en la Norma NTE INEN 2395:2011, se consideran los porcentajes de acidez adecuados para el consumo humano entre 0.3 – 0.45%.

De los datos registrados se observó que el porcentaje de acidez en el tiempo de análisis no se encuentra dentro del rango establecido apto para el consumo alcanzando un valor de 1.6 en el día 15.

Datos registrados de °brix en la en la mezcla de café con ganoderma-azúcar

Tabla 18. Registro de °brix en la mezcla de café con ganoderma-azúcar

Día	°Brix
	PROMEDIO
0	12,4
1	11,3
2	11,2
3	15,5
4	15,7
5	15,7
6	12,4
7	12,4
8	12,2
9	12,2
10	12,1
11	12,1
12	12,3
13	12,3
14	12,3
15	12,5

Elaborado por: Autora

Fuente: Análisis

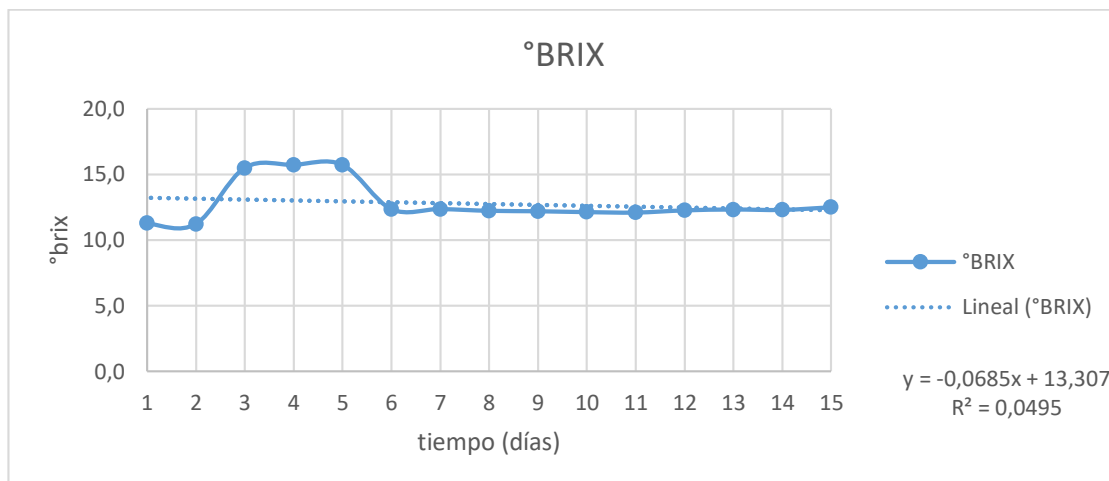


Figura 14. Nivel de °brix en la mezcla de café con ganoderma-azúcar

Fuente: Autora

Análisis:

Los datos presentados en la tabla 18 fueron comparados con la NTE INEN 2395:2011, donde se considera un valor de sacarosa entre 12-13 °brix. De los datos registrados se observó que los valores de sacarosa en los primeros días presentan una variación constante llegando a estabilizarse en el sexto día con un valor de 12°brix ingresando en el rango aceptable para el consumo.

3.1.2.2 Determinación de pH, acidez, °brix a partir de guayusa y azúcar

Durante el periodo de análisis de 15 días se llevó a cabo la fermentación de la infusión de guayusa y azúcar, para recopilar datos diarios de las propiedades fisicoquímicas (ver tablas 19,20,21)

Datos registrados de pH en la en la mezcla de guayusa-azúcar

Tabla 19. Registro de pH en la mezcla de guayusa -azúcar

Día	pH PROMEDIO
0	7,8
1	4,2
2	3,9
3	3,8
4	3,9
5	3,8
6	3,8
7	3,8
8	3,0
9	2,9
10	2,8
11	2,8
12	2,8
13	2,7
14	2,7
15	2,6

Elaborado por: Autora

Fuente: Análisis

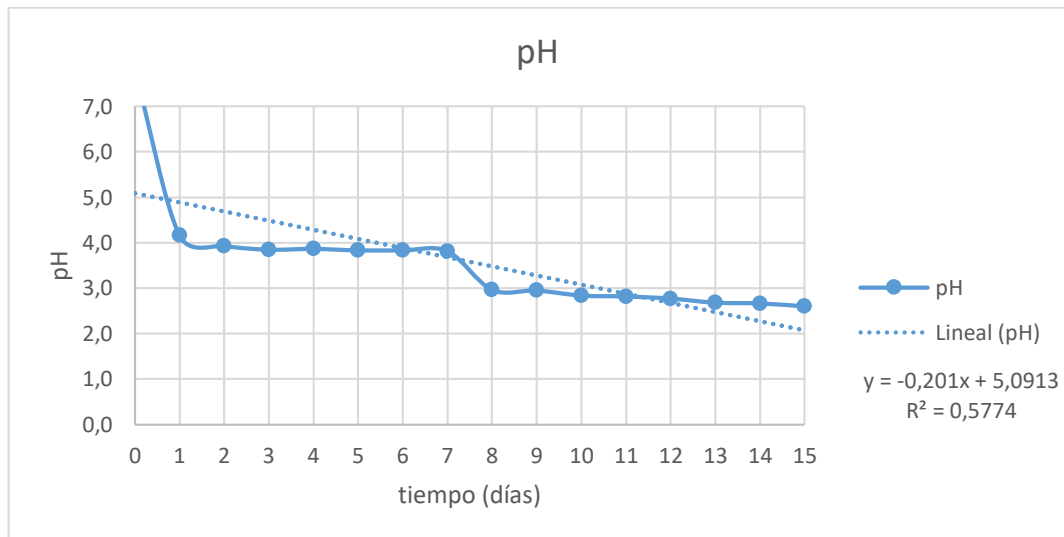


Figura 15. Nivel de pH en la mezcla de guayusa -azúcar

Fuente: Autora

Análisis:

Los datos presentados en la tabla 19 fueron comparados con la NTE INEN 2395:2011, donde se considera un pH adecuado para el consumo humano entre 3.8 – 4. De los datos registrados se pudo observar que los valores de los primeros días se encuentran dentro del rango permitido para el consumo, mientras que desde el octavo día se genera una variación constante que alcanza un valor de 2.6, considerada como no apta para el consumo humano.

Datos registrados de la acidez en la en la mezcla de guayusa -azúcar

Tabla 20. Registro de acidez en la mezcla de guayusa -azúcar

Día	Acidez PROMEDIO
0	0,04
1	0,08
2	0,09
3	0,09
4	0,28
5	0,28
6	0,28
7	0,32
8	0,35
9	0,53
10	0,57
11	0,99
12	1,00
13	1,05
14	1,66
15	1,71

Elaborado por: Autora

Fuente: Análisis

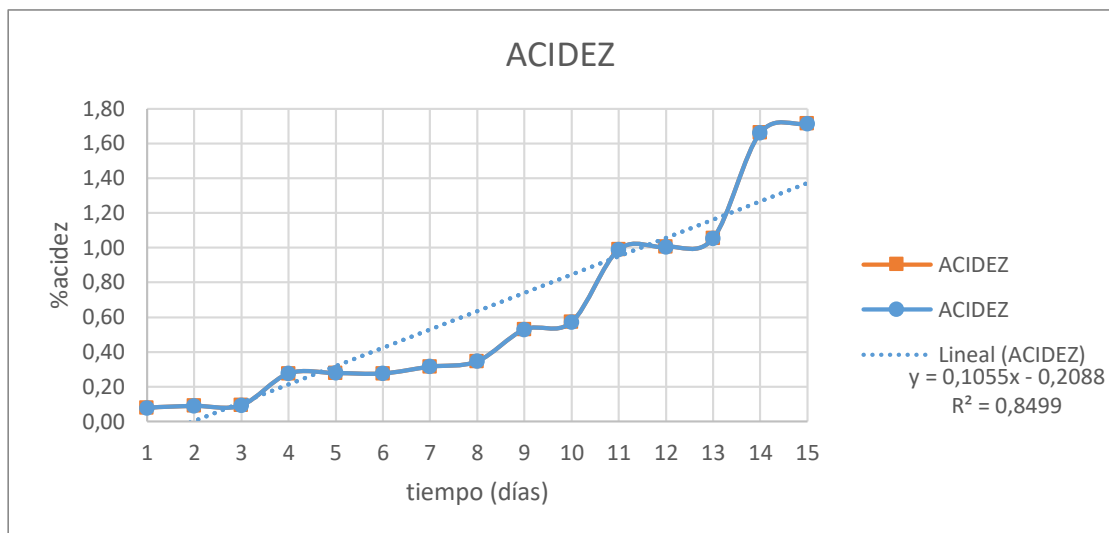


Figura 16. Nivel de acidez en la mezcla de guayusa -azúcar

Fuente: Autora

Análisis:

La acidez se ha determinado mediante una valoración volumétrica con un reactivo básico de NaOH. El resultado para el índice de acidez se expresó como porcentaje del ácido predominante (ácido acético) en la mezcla. Para compararlo con la NTE INEN 2395:2011, donde se considera un porcentaje de acidez adecuado para el consumo humano entre 0.3 – 0.45%.

De los datos recopilados se observó que únicamente los valores del porcentaje de acidez en los días 4,5,6,7,8 son aptos para el consumo humano, posteriormente la acidez sale del rango permitido alcanzando un valor final de 1.71 en el día 15.

Datos registrados de °brix en la en la mezcla de guayusa –azúcar

Tabla 21. Registro de °Brix en la mezcla de guayusa -azúcar

Día	°Brix
	PROMEDIO
0	15,7
1	15,4
2	15,4
3	19,8
4	19,8
5	18,3
6	16,6
7	16,6
8	15,3
9	13,5
10	15,0
11	16,8
12	16,5
13	17,0
14	16,9
15	16,7

Elaborado por: Autora

Fuente: Análisis

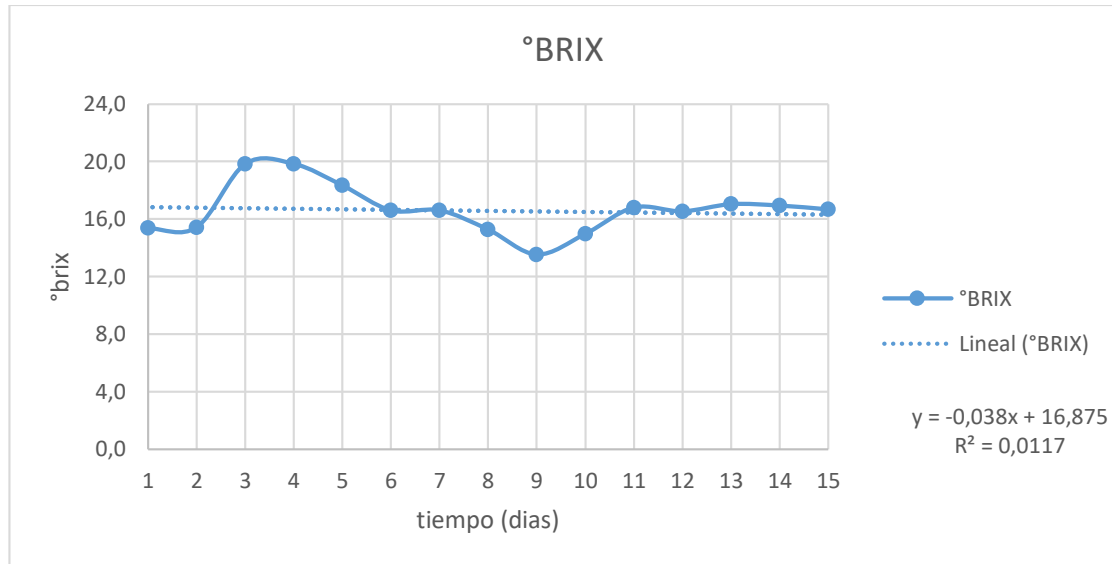


Figura 17. Nivel de °brix en la mezcla de guayusa -azúcar

Fuente: Autora

Análisis:

Los datos presentados en la tabla 21 fueron comparados con la NTE INEN 2395:2011, donde se considera un valor de sacarosa adecuado para el consumo humano entre 12-

13°brix. De los datos recopilados se pudo observar que los valores de azúcar no cumplen con la normativa mencionada, alcanzando un valor final de 16.7 °brix.

3.1.2.3 Determinación de pH, acidez, °brix a partir de té negro y azúcar

Durante el periodo de reposo de 15 días se llevó a cabo de la fermentación de la infusión de té negro con azúcar, para recopilar datos diarios de las propiedades fisicoquímicas (ver tablas 22,23,24).

Datos registrados de pH en la en la mezcla de té negro -azúcar

Tabla 22. Registro de pH en la mezcla de té negro -azúcar

Día	pH PROMEDIO
0	7,2
1	3,3
2	3,3
3	3,6
4	3,6
5	3,6
6	3,0
7	3,3
8	3,4
9	3,0
10	2,9
11	2,9
12	2,9
13	2,7
14	2,6
15	2,6

Elaborado por: Autora

Fuente: Análisis

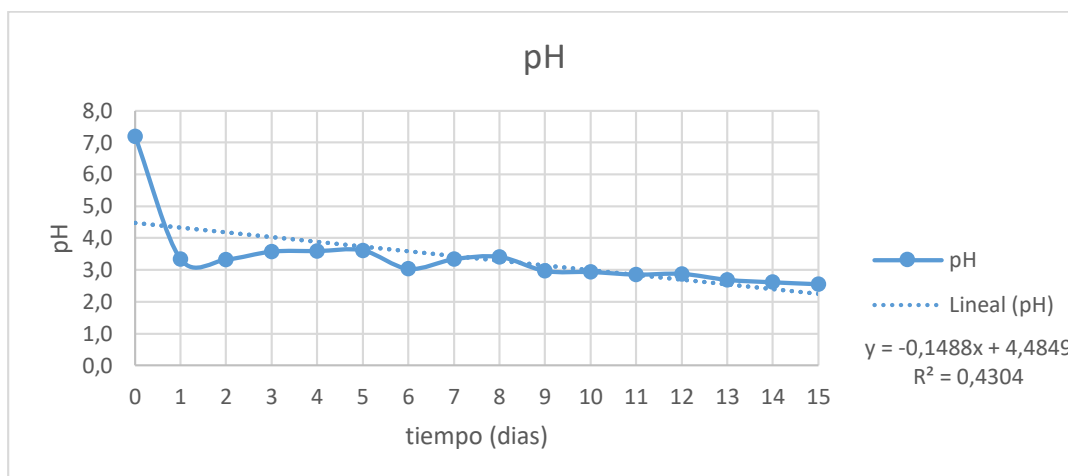


Figura 18. Nivel de pH en la mezcla de té negro -azúcar

Fuente: Autora

Análisis:

Los datos presentados en la tabla 22 fueron comparados con la NTE INEN 2395:2011, donde se considera un pH adecuado para el consumo humano entre 3.8 – 4. De los datos obtenidos se observó que los valores durante el periodo de estudio no alcanzaron el rango permitido para el consumo humano, obteniendo un valor final de 2.6.

Datos registrados de la acidez en la en la mezcla de té negro -azúcar

Tabla 23. Registro de acidez en la mezcla de té negro -azúcar

Día	Acidez
	PROMEDIO
0	0,05
1	0,14
2	0,14
3	0,14
4	0,15
5	0,15
6	0,08
7	0,51
8	0,57
9	0,55
10	0,57
11	0,82
12	0,80
13	0,87
14	0,88
15	1,33

Elaborado por: Autora

Fuente:

Análisis

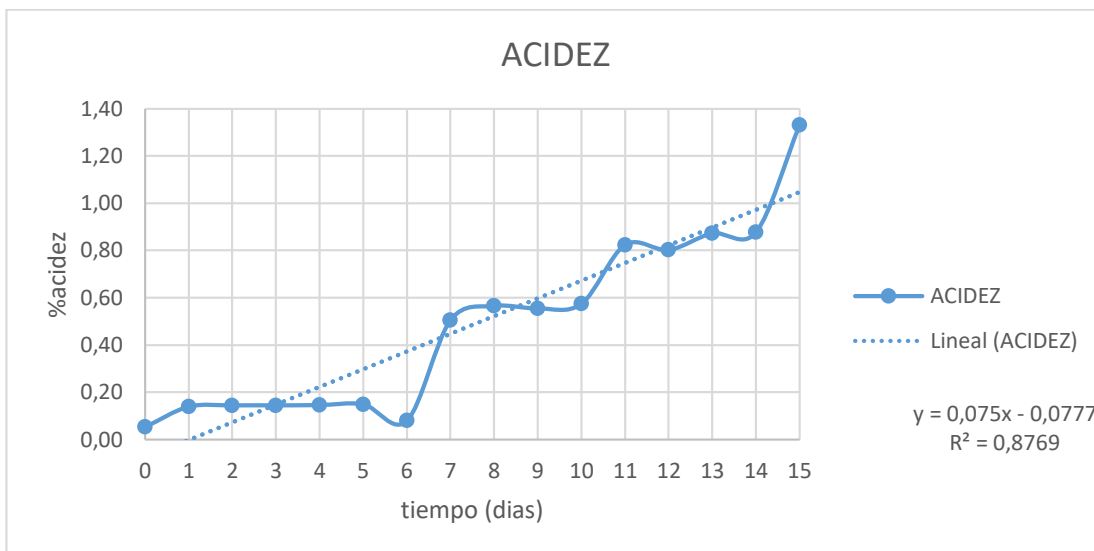


Figura 19. Nivel de acidez en la mezcla de té negro -azúcar

Fuente: Autora

Análisis:

La acidez se determinó mediante una valoración volumétrica con un reactivo básico de NaOH. El resultado para el índice de acidez se expresó como el porcentaje del ácido predominante (ácido acético) en la mezcla. Basándose en la NTE INEN 2395:2011, donde se considera un porcentaje de acidez adecuado para el consumo humano entre 0.3 – 0.45%. De los datos registrados se observó que el porcentaje de acidez durante el periodo de análisis presentó valores fuera del rango permitido con un incremento constante hasta alcanzar un valor final de 1.33 en el día 15.

Datos registrados de °brix en la en la mezcla de té negro –azúcar

Tabla 24. Registro de °Brix en la mezcla de té negro -azúcar

Día	°Brix
	PROMEDIO
0	11,6
1	10,2
2	10,5
3	16,7
4	16,4
5	16,5
6	13,1
7	13,6
8	13,1
9	13,4
10	13,1
11	12,4
12	12,4
13	12,0
14	12,0
15	12,0

Elaborado por: Autora

Fuente: Análisis

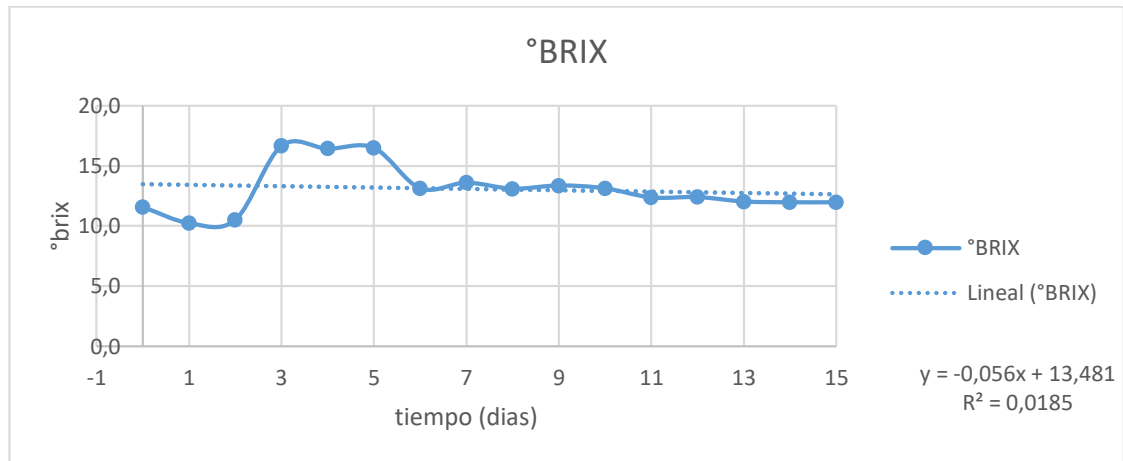


Figura 20. Nivel de °Brix en la mezcla de té negro -azúcar

Fuente: Autora

Análisis:

Los datos presentados en la tabla 24 fueron comparados con la NTE INEN 2395:2011, donde se consideran valores de sacarosa adecuados para el consumo humano entre 12-13°brix. De los datos alcanzados se observó que los primeros días los valores están

fuera del rango permitido, posteriormente desde el sexto día los valores mantienen un valor constante de 12°brix siendo apto para el consumo humano.

3.1.2.4 Comportamiento del pH, acidez y °Brix.

Se aplicó la correlación de Pearson para medir la relación lineal entre los valores de pH para cada una de las mezclas como se verifica en la tabla 25.

Tabla 25. Tendencia del pH en los tres procesos

Detalle	Variables 1	Variables 2	p-value	Decisión
pH	Café-azúcar	Guayusa-azúcar	0,000	El coeficiente b1 es significativo
	Café-azúcar	Té negro-azúcar	0,000	El coeficiente b1 es significativo
	Guayusa-azúcar	Té negro-azúcar	0,000	El coeficiente b1 es significativo

Fuente: Autora

Como se observa en la tabla 25 y en la gráfica 4 no hay diferencia significativa entre los tres procesos por lo tanto existe una correlación de los valores del pH de las variables 1 y 2 de p-value.

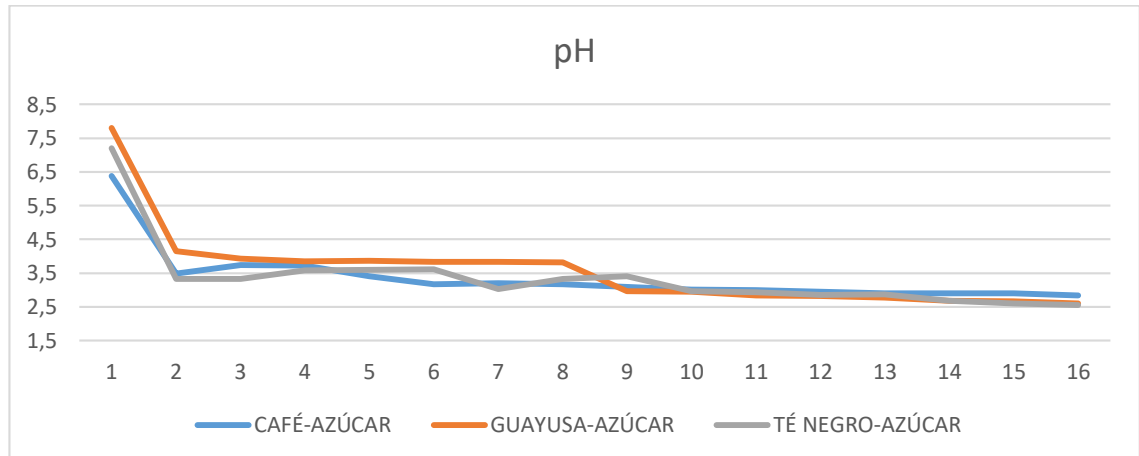


Gráfico 4. Tendencia de los valores de pH en los tres procesos

Fuente: Autora

Se aplicó la correlación de Pearson para medir la relación lineal entre el porcentaje de acidez, para cada una de las mezclas como se plasma en la tabla 26.

Tabla 26. Tendencia del porcentaje de acidez en los tres procesos

Detalle	VARIABLES 1	VARIABLES 2	P-value	Decisión
Acidez	Café-azúcar	Guayusa-azúcar	0,000	El coeficiente b1 es significativo
	Café-azúcar	Té negro-azúcar	0,000	El coeficiente b1 es significativo
	Guayusa-azúcar	Té negro-azúcar	0,000	El coeficiente b1 es significativo

Fuente: Autora

Como se observa en la tabla 26 y en la gráfica 5 no hay diferencia significativa entre los tres procesos por lo tanto existe una correlación del porcentaje de acidez de las variables 1 y 2 de p-value.

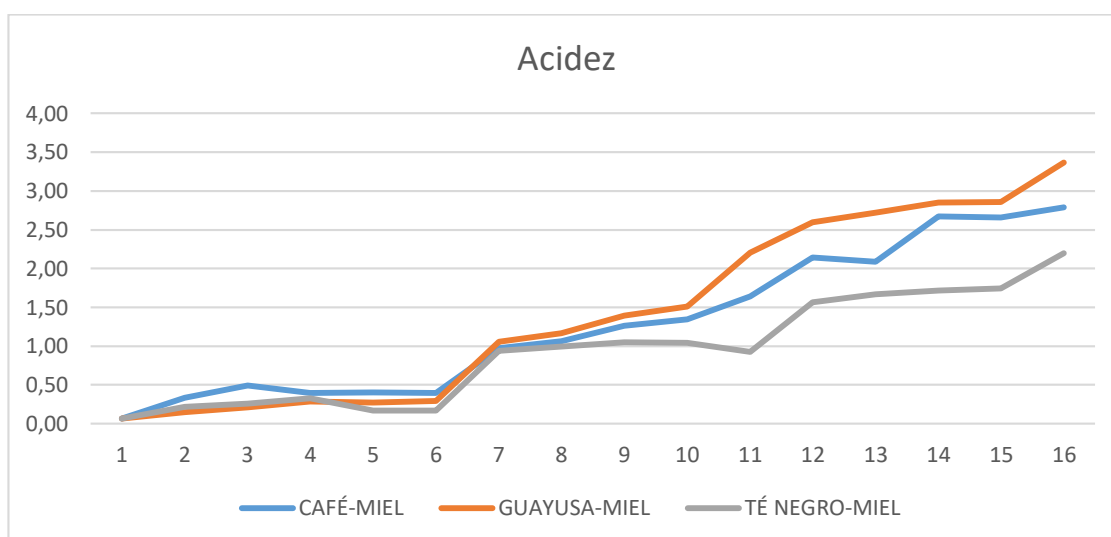


Gráfico 5. Tendencia de acidez en los tres procesos

Fuente: Autora

Se aplicó la correlación de Pearson para medir la relación lineal entre los °Brix para cada una de las mezclas como se verifica en la tabla 27.

Tabla 27. Tendencia de los °Brix en los tres procesos

Detalle	VARIABLES 1	VARIABLES 2	P-value	Decisión
°brix	Café-azúcar	Guayusa-azúcar	0,000	El coeficiente b1 es significativo
	Café-azúcar	Té negro-azúcar	0,000	El coeficiente b1 es significativo
	Guayusa-azúcar	Té negro-azúcar	0,000	El coeficiente b1 es significativo

Fuente: Autora

Como se observa en la tabla 27 y en la gráfica 6 no hay diferencia significativa entre los tres procesos por lo tanto existe una correlación de los °Brix de las variables 1 y 2 de p-value.

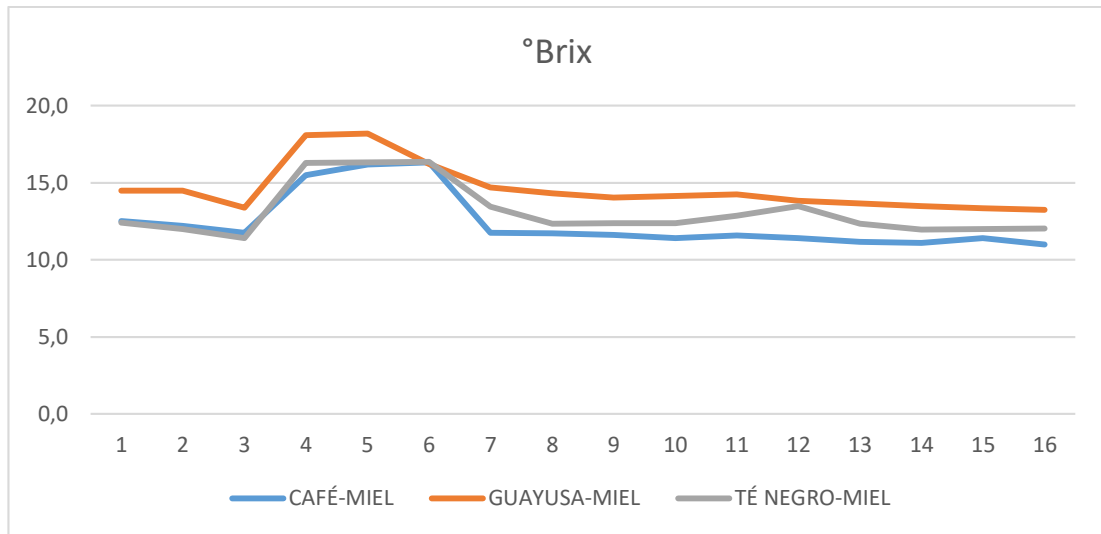


Gráfico 6. Tendencia de °Brix en los tres procesos

Fuente: Autora

Tabla 28. Resultados al décimo quinto día de fermentación

Mezcla	pH (3.8 – 4)	Acidez (0.3 – 0.45%)	°Brix (12-13)
CAFÉ-AZÚCAR	2,84	2,78	11
GUAYUSA-AZÚCAR	2,6	3,36	13,23
TÉ NEGRO-AZÚCAR	2,55	2,2	12,03
CAFÉ-MIEL	2,64	2,79	11
GUAYUSA-MIEL	2,53	3,37	13,23
TÉ NEGRO-MIEL	2,55	2,20	12,03

Elaborado por: Autora

Fuente: Análisis

3.2. Análisis estadístico

3.2.1. ANOVA para los datos de pH

Para el análisis se han planteado las siguientes hipótesis

Para el factor A

H₀: El tipo de edulcorante utilizado para la obtención del té no influye en el pH del mismo.

H₁: El tipo de edulcorante utilizado para la obtención del té si influye en el pH del mismo.

Para el factor B

H₀: El tipo de fuente de cafeína utilizado para la obtención del té no influye en el pH del mismo.

H₁: El tipo de fuente de cafeína utilizado para la obtención del té si influye en el pH del mismo

Para la interacción AB

H₀: La interacción del tipo de edulcorante utilizado y la fuente de cafeína para la obtención del té no influye en el pH del mismo

H₁: La interacción del tipo de edulcorante utilizado y la fuente de cafeína para la obtención del té si influye en el pH del mismo

Hipótesis Estadísticas

$$H_0: \mu_A = \mu_B = \mu_{AB}$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j$$

Tabla 29. ANOVA de los valores de pH

Analysis of Variance for respuesta - Type III Sums of Squares				
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio
MAIN EFFECTS				
A:edulcorante	0,0355556	1	0,0355556	2,54
B:fuelle de cafein	0,142411	2	0,0712056	5,09
C:replica	0,0109778	2	0,00548889	0,39
INTERACTIONS				
AB	0,0318111	2	0,0159056	1,14
RESIDUAL	0,140022	10	0,0140022	

TOTAL (CORRECTED)	0,360778	17		

All F-ratios are based on the residual mean square error.				

Elaborado: Autora **Fuente:** Statgraphics

Para el factor A (edulcorante) se observa que tiene un valor $-p = 0.142 > \alpha = 0.05$, rechazando la hipótesis H_1 , por lo tanto, el pH no presenta diferencia significativa por la igualdad de valores en todas sus tendencias.

Para el factor B (fuente de cafeína) se observa que tiene un valor $-p = 0.03 < \alpha = 0.05$, por lo que se rechaza la hipótesis H_0 , por lo tanto, el pH con las diferentes fuentes de cafeína presenta una diferencia significativa.

Para la interacción AB (edulcorante y fuente de cafeína) se observa que tiene un valor $-p = 0.359 > \alpha = 0.05$, donde se rechaza la hipótesis H_1 por lo cual el pH con la interacción de los tratamientos de edulcorante y fuente de cafeína no presenta diferencia significativa, dando valores iguales para todas las medidas de pH.

3.2.1.1. Prueba de diferencia menos significativa para el pH

Para determinar la diferencia entre las medias muestrales de los tratamientos de los factores A y B y su interacción se ha utilizado la comparación de rangos múltiples “Diferencia Menos Significativa” (LSD por sus siglas significativa).

En las fuentes de cafeína, el ANOVA rechazó la hipótesis $H_0: \mu_A = \mu_B = \mu_C$; aceptando que al menos un par de medidas del tratamiento son diferentes entre sí.

Para investigar cuáles pares de medidas son estadísticamente diferentes se prueban los seis posibles pares de hipótesis.

$$H_0 : \mu_{a1} = \mu_{b1} \qquad H_a : \mu_{a1} \neq \mu_{b1}$$

$$H_0 : \mu_{a2} = \mu_{b2} \qquad H_a : \mu_{a2} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a1} = \mu_{b2} \qquad H_a : \mu_{a1} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a2} = \mu_{b1} \qquad H_a : \mu_{a2} \neq \mu_{b1}$$

$$H_0 : \mu_{a3} = \mu_{b2} \qquad H_a : \mu_{a3} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a3} = \mu_{b1} \qquad H_a : \mu_{a3} \neq \mu_{b1}$$

Tabla 30. LSD de los valores de pH

Multiple Range Tests for respuesta by tratamientos

Method: 95,0 percent LSD

tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
a2b2	3	2,53	X
a1b1	3	2,55	X
a1b2	3	2,55333	X
a2b1	3	2,6	X
a3b2	3	2,64667	XX
a3b1	3	2,84667	X

Contrast	Difference	+/- Limi
----------	------------	----------

Elaborado: Autora **Fuente:** Statgraphics

Se concluye que la interacción entre a3 y b2 no es significativa, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa H_a y se rechaza la hipótesis nula H_0 . Entonces la interacción a3b2 café con ganoderma y miel es la que presenta una diferencia relevante frente a los a los resultados obtenidos con las infusiones restantes.

3.2.2. ANOVA para los datos de acidez

Para el análisis se han planteado las siguientes hipótesis

Para el factor A

H₀: El tipo de edulcorante utilizado para la obtención del té no influye en la acidez del mismo.

H₁: El tipo de edulcorante utilizado para la obtención del té si influye en la acidez del mismo

Para el factor B

H₀: El tipo de fuente de cafeína utilizado para la obtención del té no influye en la acidez del mismo.

H₁: El tipo de fuente de cafeína utilizado para la obtención del té sí influye en la acidez del mismo.

Para la interacción AB

H₀: La interacción del tipo de edulcorante y utilizado y la fuente de cafeína para la obtención del té no influye en la acidez del mismo

H₁: La interacción del tipo de edulcorante y utilizado y la fuente de cafeína para la obtención del té si influye en la acidez del mismo.

Hipótesis Estadísticas

$$H_0: \mu_A = \mu_B = \mu_{AB}$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j$$

Tabla 31. ANOVA de los valores de acidez

Analysis of Variance for acidez - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:edulcorante.	19,0221	1	19,0221	304,22	0,0000
B:fuentes de cafein	5,05106	2	2,52553	40,39	0,0000
C:replica	0,00661733	2	0,00330867	0,05	0,9487
INTERACTIONS					
AB	1,30673	2	0,653363	10,45	0,0036
RESIDUAL	0,625283	10	0,0625283		

TOTAL (CORRECTED)	26,0118	17			

Elaborado: Autora **Fuente:** Statgraphics

Para el factor A edulcorante se observa que tiene un valor $-p = 0.000 > \alpha = 0.05$, donde se rechaza la hipótesis H_0 , por lo tanto, el porcentaje de acidez con el tratamiento de edulcorante si presenta diferencia significativa.

Para el factor B fuente de cafeína se observa que tiene un valor $-p = 0.000 > \alpha = 0.05$, donde se rechaza la hipótesis H_0 , por lo tanto, el porcentaje de acidez con las diferentes fuentes de cafeína tiene una diferencia significativa el cual presenta por lo menos una diferencia significativa en el porcentaje de acidez obtenido.

Para la interacción AB edulcorante y fuente de cafeína se observa que tiene un valor $-p = 0.0036 < \alpha = 0.05$. Por lo que se rechaza la hipótesis H_0 por lo tanto el porcentaje de acidez con la interacción de los tratamientos de edulcorante y fuente de cafeína si presenta diferencia significativa para las medidas de acidez.

Para determinar la diferencia entre las medias muestrales de los tratamientos de los factores A y B y su interacción se ha utilizado la prueba de Tukey

3.2.2.1. Prueba de Tukey para la acidez

Para determinar la diferencia entre las medias muestrales de los tratamientos de los factores A y B y su interacción se ha utilizado la comparación de rangos múltiples Tukey.

En las fuentes de cafeína, el edulcorante y la interacción Fuente de cafeína y edulcorante, el ANOVA rechazó la hipótesis $H_0: \mu_A = \mu_B = \mu_C$; aceptando que al menos un par de medidas de los tratamientos son diferentes entre sí.

Para investigar cuáles pares de medidas son estadísticamente diferentes se prueban los seis posibles pares de hipótesis.

$$H_0 : \mu_{a1} = \mu_{b1} \qquad H_a : \mu_{a1} \neq \mu_{b1}$$

$$H_0 : \mu_{a2} = \mu_{b2} \qquad H_a : \mu_{a2} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a1} = \mu_{b2} \qquad H_a : \mu_{a1} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a2} = \mu_{b1} \qquad H_a : \mu_{a2} \neq \mu_{b1}$$

$$H_0 : \mu_{a3} = \mu_{b2} \qquad H_a : \mu_{a3} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a3} = \mu_{b1} \qquad H_a : \mu_{a3} \neq \mu_{b1}$$

Entonces se ha considerado un valor crítico donde:

$$T_\alpha = q_\alpha(K, N - k) \sqrt{\frac{CM_e}{ni}}$$

Para un $\alpha = 0.05$, Se obtiene que $q_{0.05}(2 - 10) = 3.15$, entonces

$$T_\alpha = 3.15 \sqrt{\frac{0.625282}{2}} = 1.76$$

Tabla 32. Tukey de los valores de acidez

Multiple Range Tests for acidez by tratamiento

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
tratamiento	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
a1b1	3	2,218	X
a3b1	3	2,68633	X
a2b1	3	2,85767	X
a1b2	3	3,66667	X
a3b2	3	4,64733	X
a2b2	3	5,616	X

Contrast	Difference	+/-	Lin
----------	------------	-----	-----

Elaborado: Autora **Fuente:** Statgraphics

$$\mu_{a1} - \mu_{b1} \quad 2.218 > 1.76 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a3} - \mu_{b1} \quad 2.6863 > 1.76 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a2} - \mu_{b1} \quad 2.8576 > 1.76 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a1} - \mu_{b2} \quad 3.6666 > 1.76 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a3} - \mu_{b2} \quad 4.64732 > 1.76 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a2} - \mu_{b2} \quad 5.616 > 1.76 \text{ Significativa}$$

En conclusión, se aceptan todas las hipótesis alternativas existiendo diferencia significativa. En todos los tratamientos se presenta una diferencia relevante en el porcentaje de acidez presente en el Té, además entre los grupos a1b1, a3b1 y a2b1 existe mayor homogeneidad.

3.2.3. ANOVA para los datos de °brix

Para el análisis se han planteado las siguientes hipótesis

Para el factor A

H₀: El tipo de edulcorante utilizado para la obtención del té no influye en los °Brix del mismo.

H₁: El tipo de edulcorante utilizado para la obtención del té si influye en los °Brix del mismo.

Para el factor B

H₀: El tipo de fuente de cafeína utilizado para la obtención del té no influye en los °Brix del mismo

"H₁: El tipo de fuente de cafeína utilizado para la obtención del té sí influye en los °Brix del mismo.

Para la interacción AB

H₀: La interacción del tipo de edulcorante y utilizado y la fuente de cafeína para la obtención del té no influye en los °Brix del mismo

H₁: La interacción del tipo de edulcorante y utilizado y la fuente de cafeína para la obtención del té si influye en los °Brix del mismo.

Hipótesis Estadísticas

$$H_0: \mu_A = \mu_B = \mu_{AB}$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j$$

Tabla 33. ANOVA de los valores de °brix

Analysis of Variance for brix - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:edulcorante	11,8422	1	11,8422	298,54	0,0000
B:fuelle de cafein	38,01	2	19,005	479,12	0,0000
C:replica	0,13	2	0,065	1,64	0,2424
INTERACTIONS					
AB	9,22111	2	4,61056	116,23	0,0000
RESIDUAL	0,396667	10	0,0396667		
TOTAL (CORRECTED)	59,6	17			

Elaborado: Autora **Fuente:** Statgraphics

Para el factor A edulcorante se observa que tiene un valor $-p = 0.000 > \alpha = 0.05$, donde se rechaza la hipótesis H_0 , por lo tanto, los °Brix con el tratamiento de edulcorante si presenta diferencia significativa.

Para el factor B fuente de cafeína se observa que tiene un valor $-p = 0.000 > \alpha = 0.05$ donde se rechaza la hipótesis H_0 por lo tanto los °Brix con las diferentes fuentes de cafeína tiene una diferencia significativa.

Para la interacción AB edulcorante y fuente de cafeína se observa que tiene un valor $-p = 0.0000 < \alpha = 0.05$ donde se rechaza la hipótesis H_0 por lo tanto los °Brix con la interacción de los tratamientos de edulcorante y fuente de cafeína si presenta diferencia significativa.

Para determinar la diferencia entre las medias muestrales de los tratamientos de los factores A y B y su interacción se ha utilizado la prueba de Tukey

3.2.3.1. Prueba de Tukey para los valores de °Brix

Para determinar la diferencia entre las medias muestrales de los tratamientos de los factores A y B y su interacción se ha utilizado la comparación de rangos múltiples Tukey.

En las fuentes de cafeína, el edulcorante y la interacción Fuente de cafeína y edulcorante, el ANOVA rechazó la hipótesis $H_0: \mu_A = \mu_B = \mu_c$; aceptando que al menos un par de medidas de los tratamientos son diferentes entre sí.

Para investigar cuáles pares de medidas son estadísticamente diferentes se prueban los seis posibles pares de hipótesis.

$$H_0 : \mu_{a1} = \mu_{b1} \quad H_a : \mu_{a1} \neq \mu_{b1}$$

$$H_0 : \mu_{a2} = \mu_{b2} \quad H_a : \mu_{a2} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a1} = \mu_{b2} \quad H_a : \mu_{a1} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a2} = \mu_{b1} \quad H_a : \mu_{a2} \neq \mu_{b1}$$

$$H_0 : \mu_{a3} = \mu_{b2} \quad H_a : \mu_{a3} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a3} = \mu_{b1} \quad H_a : \mu_{a3} \neq \mu_{b1}$$

Entonces se ha considerado un valor crítico donde:

$$T_\alpha = q_\alpha(K, N - k) \sqrt{\frac{CM_e}{ni}}$$

Para un $\alpha = 0.05$, Se obtiene que $q_{0.05}(2 - 10) = 3.15$, entonces

$$T_\alpha = 3.15 \sqrt{\frac{0.396667}{2}} = 1.4$$

Tabla 34. Tukey de los valores de °brix

Multiple Range Tests for brix by tratamientos

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Group

a3b2	3	11,0	X
a1b1	3	11,9667	X
a1b2	3	12,0333	X
a3b1	3	12,5	X
a2b2	3	13,2333	X
a2b1	3	16,6667	X

Elaborado: Autora **Fuente:** Statgraphics

$$\mu_{a3} - \mu_{b2} \quad 11 > 1.4 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a1} - \mu_{b1} \quad 11.96 > 1.4 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a1} - \mu_{b2} \quad 12.033 > 1.4 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a3} - \mu_{b1} \quad 12.5 > 1.4 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a2} - \mu_{b2} \quad 13.23 > 1.4 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a2} - \mu_{b1} \quad 16.66 > 1.4 \text{ Significativa}$$

Se concluye que se aceptan todas las hipótesis alternativas, es decir si existe una diferencia significativa. Además, entre los grupos a1b1, a1b2 y a3b1 existe mayor homogeneidad.

3.3. Análisis sensorial

El análisis de las propiedades organolépticas de cada uno de los tratamientos del té de Kombucha se realizó mediante un análisis sensorial con un grupo de panelistas que evaluaron el aroma, sabor, dulzor y acidez de cada una de las muestras.

3.3.1. Análisis sensorial a1b1 té negro con azúcar

En el gráfico 7, existe un 39% de olor ligero en la mezcla de té negro con azúcar (a1b1), 33% de olor intenso, 22% de aceptación de olor agradable y un 6% de los panelistas del sensorial menciono que no percibieron olor alguno.

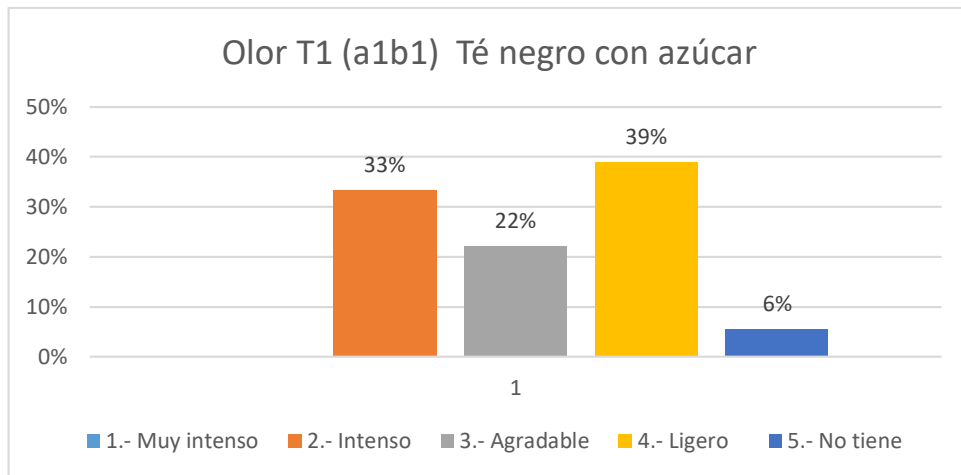


Gráfico 7. Resultados de análisis sensorial de olor T1 (a1b1)

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

En el grafico 8, existe un 67% de sabor agradable en la mezcla de té negro con azúcar, 28% de sabor no desagradable, 6% de sabor desagradable y un 0% para muy desagradable y muy agradable.

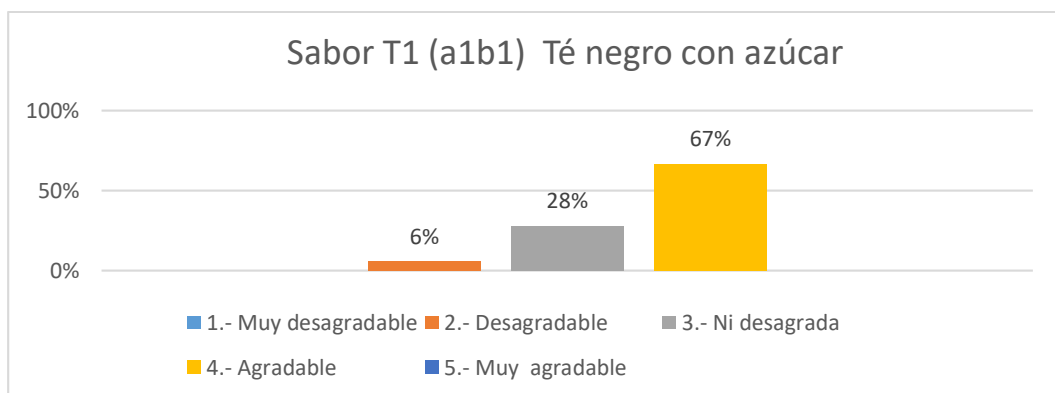


Gráfico 8. Resultados de análisis sensorial Sabor T1

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

En el grafico 9, existe un 56% de dulzor agradable en la mezcla de té negro con azúcar, 39% ni agrada ni desagrada, 6% de sabor desagradable y un 0% para muy desagradable y muy agradable.

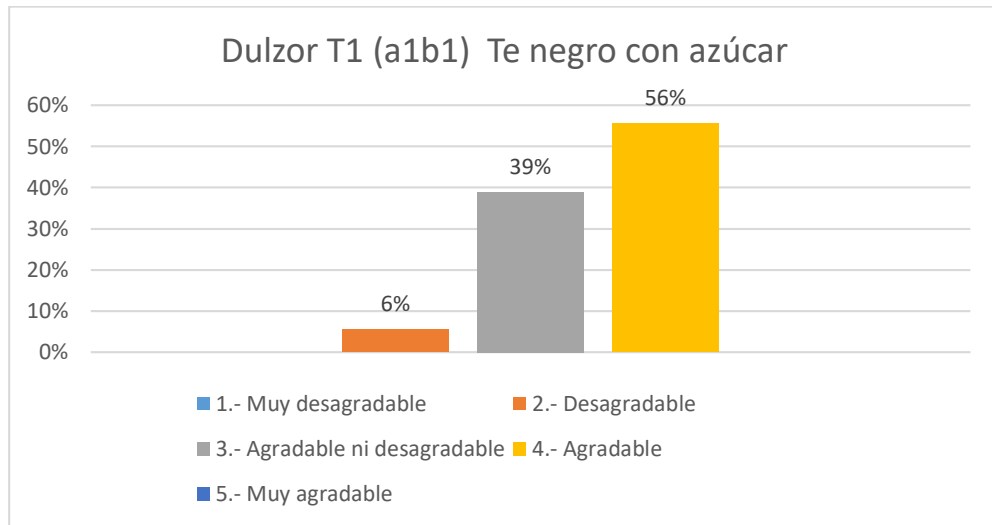


Gráfico 9. Resultados del análisis sensorial Dulzor T1

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

En el grafico 10, existe un 56% de percepción poco ácida en la mezcla de té negro con azúcar, 22% de percepción fue muy ácida, 22% de los panelistas mencionaron que la mezcla es ácida, nada ácido y extremadamente ácido un 0%.

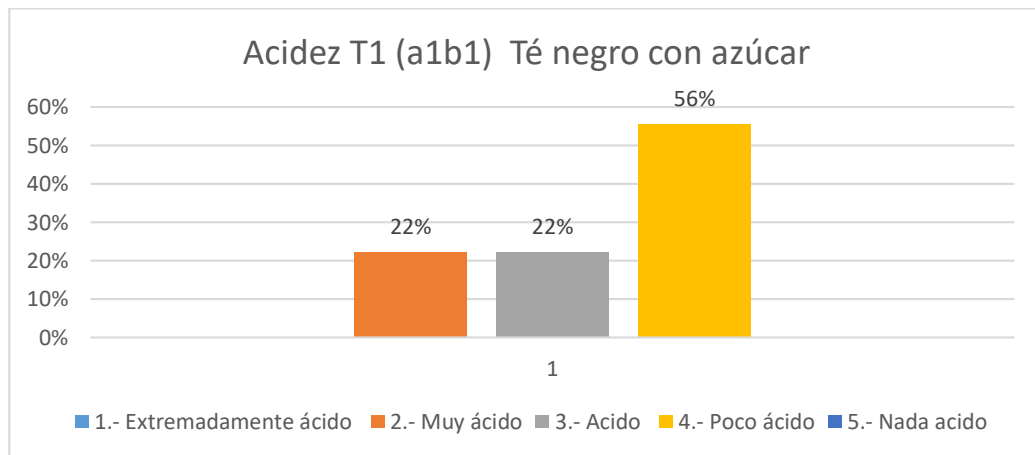


Gráfico 10. Resultados del análisis Sensorial Acidez T1

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

3.3.1.1. Análisis Correlacional de las variables del sensorial

A continuación, se presenta el coeficiente de correlación como medida que permite conocer el grado de asociación lineal entre las variables cuantitativas del sensorial aplicada a cada mezcla de té.

Para esto se han planteado las siguientes hipótesis:

Para el verificar la relación OLOR-SABOR

H₀: No existe una relación significativa entre la sensación de olor y el sabor del té.

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y el sabor del té.

Para verificar la relación OLOR-DULZOR

H₀: No existe una relación significativa entre la sensación de olor y dulzor del té.

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y dulzor del té.

Para verificar la relación OLOR-ACIDEZ

H₀: No existe una relación significativa entre la sensación de olor y la acidez del té.

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y la acidez del té.

Para verificar la relación SABOR-DULZOR

H₀: No existe una relación significativa entre la sensación de sabor y dulzor del té.

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de sabor y dulzor del té.

Para el verificar la relación SABOR-ÁCIDEZ

H₀: No existe una relación significativa entre la sensación de sabor y la acidez del té.

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de sabor y la acidez del té.

Para el verificar la relación ACIDEZ-DULZOR

H₀: No existe una relación significativa entre la sensación de acidez y la dulzura del té.

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de acidez y la dulzura del té.

Tabla 35. Correlación de variables (resultados del análisis sensorial)

Correlación de variables en el análisis Sensorial					
Tratamiento	Variables		p-value	$\sigma (b1) =$	Criterio de decisión
T1 (a1b1)	olor	sabor	0,1679	0,6712	el coeficiente b1 no es significativo
	olor	dulzor	0,1914	0,6271	el coeficiente b1 no es significativo
	olor	acidez	0,0351	0,3317	el coeficiente b1 es significativo
	sabor	dulzor	0,0083	0,1394	el coeficiente b1 es significativo
	sabor	acidez	0,0441	0,1549	el coeficiente b1 es significativo
	acidez	dulzor	0,0166	0,2357	el coeficiente b1 es significativo

Fuente: Panelistas

Elaborado por: Autora

En la tabla 28 se puede observar que se cumplen las dos primeras hipótesis nulas mientras que las últimas cuatro hipótesis muestran que se ha cumplido la hipótesis alternativa como se muestra a continuación.

Para el verificar la relación OLOR-SABOR

H₀: No existe una relación significativa entre la sensación de olor y el sabor del té.

Para el verificar la relación OLOR-DULZOR

H₀: No existe una relación significativa entre la sensación de olor y dulzor del té.

Para el verificar la relación OLOR-ACIDEZ

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y la acidez del té.

Para el verificar la relación SABOR-DULZOR

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de sabor y dulzor del té.

Para el verificar la relación SABOR-ÁCIDEZ

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de sabor y la acidez del té.

Para el verificar la relación ACIDEZ-DULZOR

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de acidez y dulzor del té.

3.3.2. Sensorial a1b2 té negro con miel

En el grafico 11, existe un 28% de olor ligero en la mezcla de té negro con miel, 39% de olor intenso, 22% de aceptación de olor agradable y un 11% de los panelistas del sensorial menciono que no percibieron olor alguno.

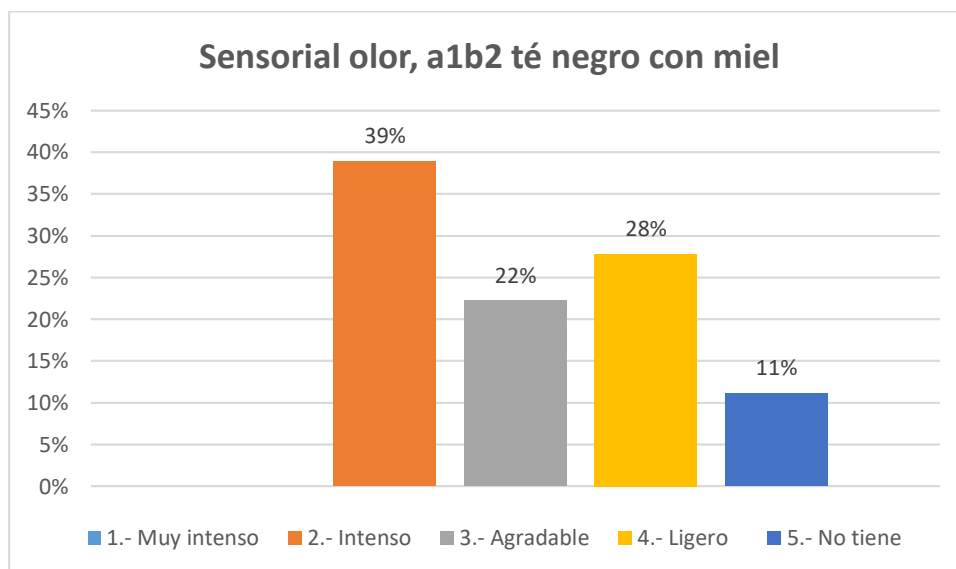


Gráfico 11. Resultados del análisis sensorial del olor a1b2

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

En el grafico 12, existe un 6% de sabor agradable en la mezcla de té negro con miel, 39% de sabor no desagradable, 56% de sabor desagradable y 0% para muy desagradable y muy agradable.

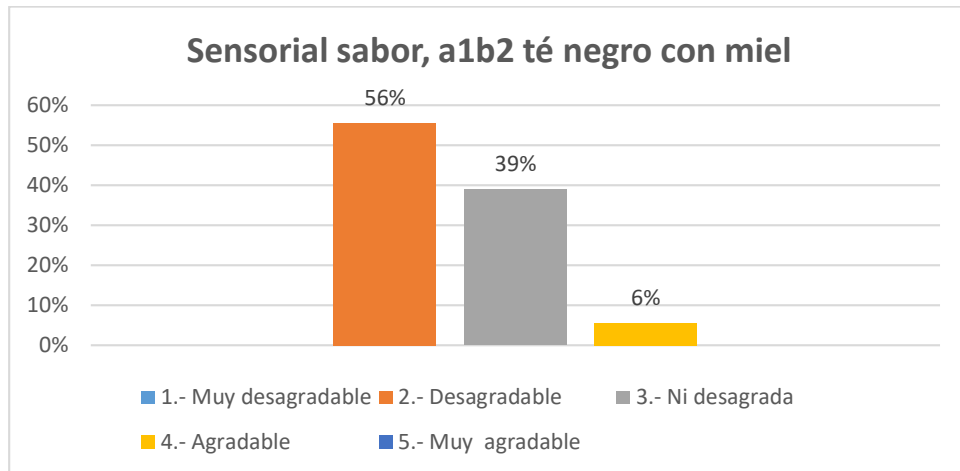


Gráfico 12. Resultados del análisis sensorial del sabor, a1b2

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

En el grafico 13, existe un 28% de dulzor agradable en la mezcla de té negro con miel, 44% de dulzor ni desagradable ni agradable, 28% de sabor desagradable y un 0% para muy desagradable y muy agradable.

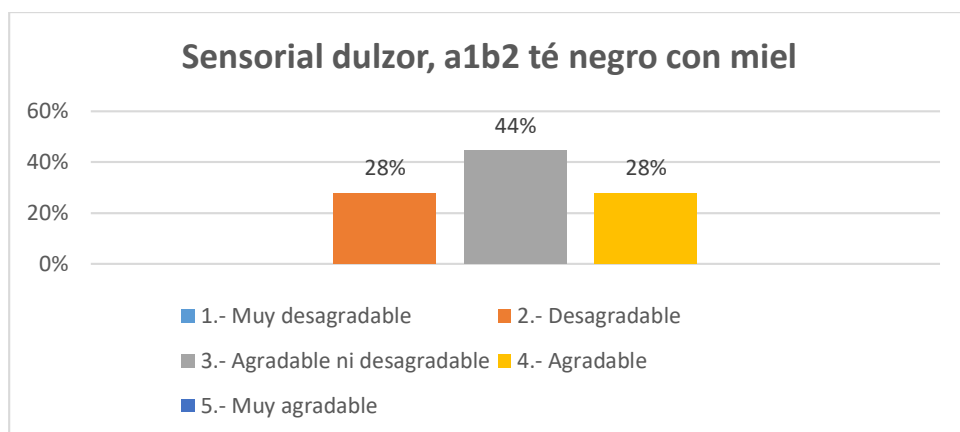


Gráfico 13. Resultados del análisis sensorial dulzor, a1b2

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

En el gráfico 14, existe un 22% de percepción poco ácida en la mezcla de té negro con miel un 44% de percepción fue muy ácida, un 28% de los panelistas menciono que la mezcla es ácida, nada ácido un 0% y extremadamente ácido un 6%.

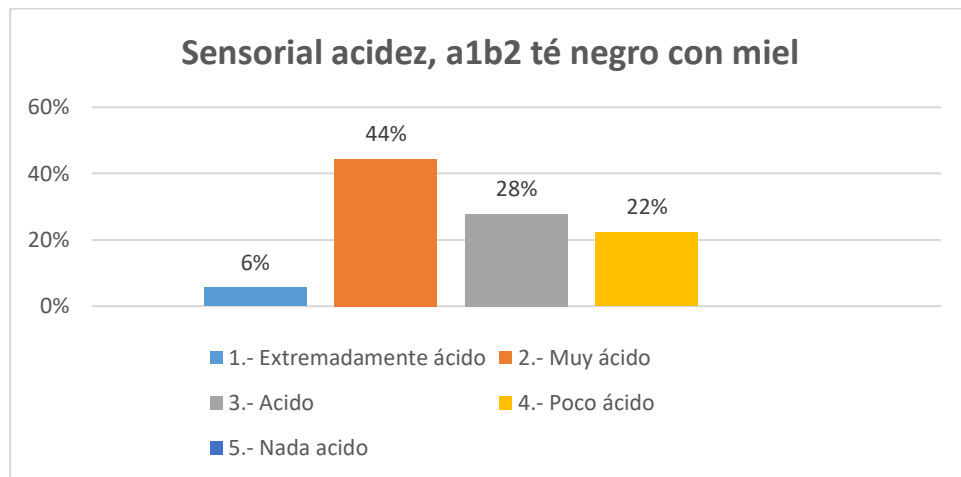


Gráfico 14. Resultados del análisis sensorial de la acidez, a1b2

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

3.3.2.1. Análisis Correlacional de las variables del sensorial

A continuación, se presenta el coeficiente de correlación como medida que permite conocer el grado de asociación lineal entre las variables cuantitativas del sensorial aplicada a cada mezcla de té.

Para esto se han planteado las siguientes hipótesis:

Para el verificar la relación OLOR-SABOR

H_0 : No existe una relación significativa entre la sensación de olor y el sabor del té

H_1 : Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y el sabor del té.

Para el verificar la relación OLOR-DULZOR

H_0 : No existe una relación significativa entre la sensación de olor y la dulzor del té

H_1 : Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y la dulzor del té.

Para el verificar la relación OLOR-ACIDEZ

H₀:No existe una relación significativa entre la sensación de olor y la acidez del té

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y la acidez del té.

Para el verificar la relación SABOR-DULZOR

H₀:No existe una relación significativa entre la sensación de sabor y dulzor del té

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de sabor y dulzor del té.

Para el verificar la relación SABOR-ÁCIDEZ

H₀:No existe una relación significativa entre la sensación de sabor y la acidez del té

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de sabor y la acidez del té.

Para el verificar la relación ACIDEZ-DULZOR

H₀:No existe una relación significativa entre la sensación de acidez y la dulzor del té

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de acidez y la dulzor del té.

Tabla 36. Correlación de variables (resultados del análisis sensorial)

Correlación de variables de los panelistas en el análisis Sensorial					
tratamiento	variables		p-value	$\sigma (b1) =$	criterio de decisión
t2 (a1b2)	olor	sabor	0,131	0,6341	el coeficiente b1 no es significativo
	olor	dulzor	0,172	0,5219	el coeficiente b1 no es significativo
	olor	acidez	0,037	0,2996	el coeficiente b1 es significativo
	sabor	dulzor	0,175	0,3074	el coeficiente b1 no es significativo
	sabor	acidez	0,029	0,1622	el coeficiente b1 es significativo
	acidez	dulzor	0,118	0,3934	el coeficiente b1 no es significativo

Fuente: Panelistas

Elaborado por: Autora

De la tabla 29 se muestra que solamente dos casos se cumple las hipótesis alternativas.

Para el verificar la relación OLOR-SABOR

H₀: No existe una relación significativa entre la sensación de olor y el sabor del té

Para el verificar la relación OLOR-DULZOR

H₀: No existe una relación significativa entre la sensación de olor y la dulzor del té

Para el verificar la relación OLOR-ACIDEZ

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y la acidez del té.

Para el verificar la relación SABOR-DULZOR

H₀: No existe una relación significativa entre la sensación de sabor y dulzor del té

Para el verificar la relación SABOR-ÁCIDEZ

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de sabor y la acidez del té.

Para el verificar la relación ACIDEZ-DULZOR

H₀: No existe una relación significativa entre la sensación de acidez y dulzor del té

3.3.3. Sensorial a2b1 guayusa con azúcar

En el grafico 15, existe un 17% de olor ligero en la mezcla de té guayusa con azúcar un 22% de olor intenso, un 50% de aceptación de olor agradable y un 11% de los panelistas del sensorial menciono que no percibieron olor alguno.

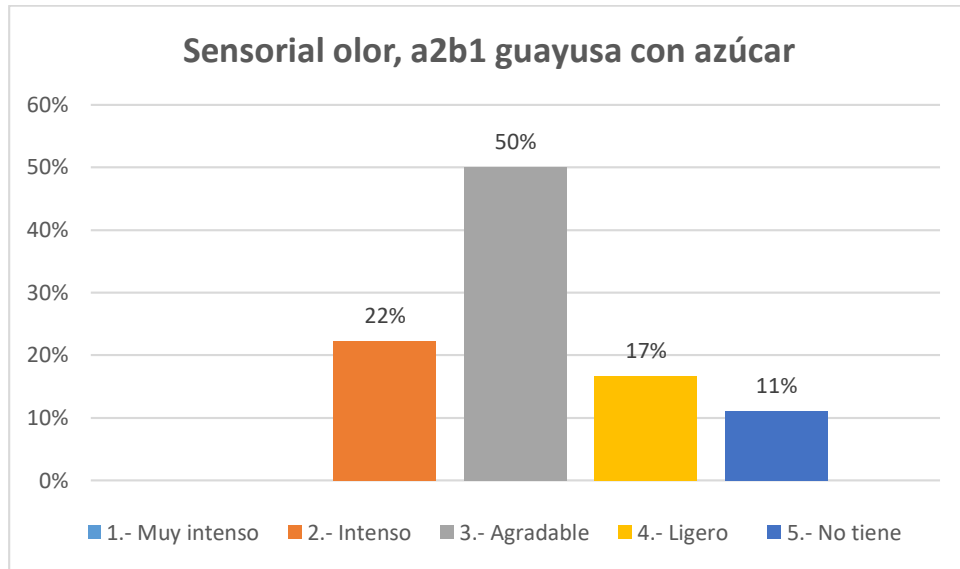


Gráfico 15. Resultados del análisis sensorial del olor, a2b1

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

En el gráfico 16, existe un 39% de sabor agradable en la mezcla de guayusa con azúcar, un 6% en sabor no desagradable, un 0% de sabor desagradable, un 6% para muy desagradable y un 50% para muy agradable.

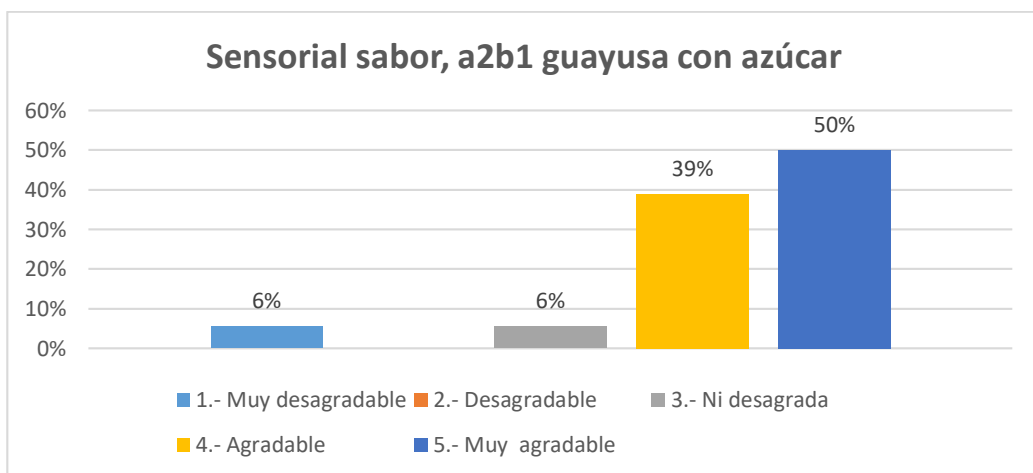


Gráfico 16. Resultados del análisis sensorial del sabor, a2b1

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

En el grafico 17, existe un 50% de dulzor agradable en la mezcla de guayusa con azúcar un 50% de dulzor muy agradable.

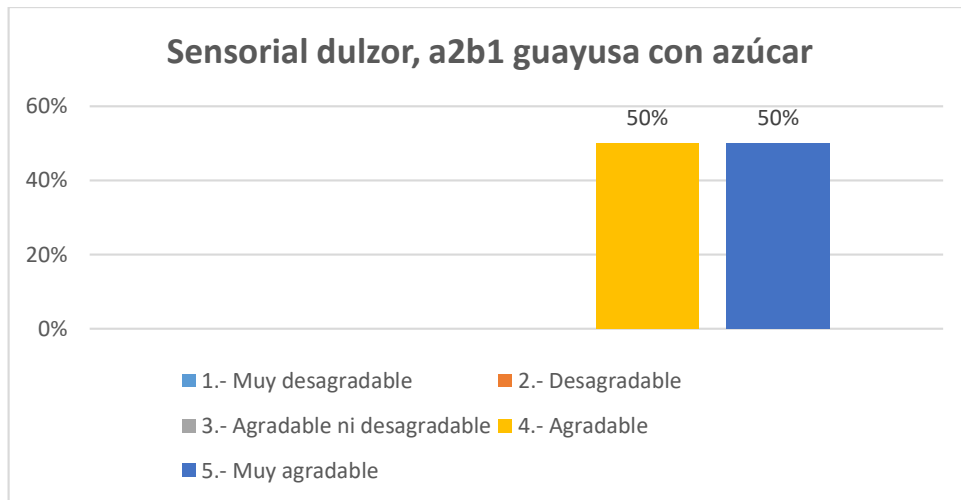


Gráfico 17. Resultados del análisis sensorial del dulzor, a2b1

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

En el grafico 18, existe un 67% de percepción poco ácida en la mezcla de guayusa con azúcar y un 33% de percepción nada ácido del té.

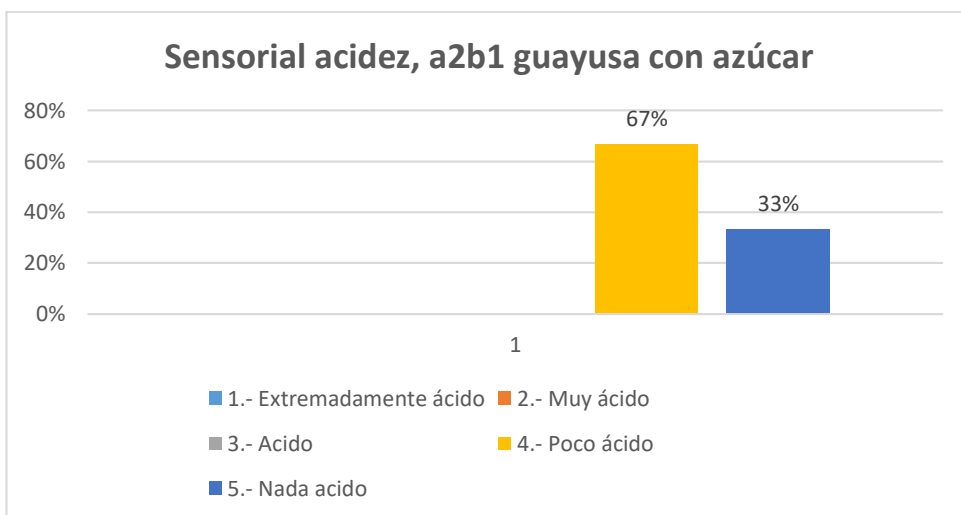


Gráfico 18. Resultados del análisis sensorial acidez, a2b1

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

3.3.3.1. Análisis Correlacional de las variables del sensorial

A continuación, se presenta el coeficiente de correlación como medida que permite conocer el grado de asociación lineal entre las variables cuantitativas del sensorial aplicada a cada mezcla de té.

Para esto se han planteado las siguientes hipótesis:

Para el verificar la relación OLOR-SABOR

H_0 : No existe una relación significativa entre la sensación de olor y el sabor del té

H_1 : Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y el sabor del té.

Para el verificar la relación OLOR-DULZOR

H_0 : No existe una relación significativa entre la sensación de olor y la dulzor del té

H_1 : Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y la dulzor del té.

Para el verificar la relación OLOR-ACIDEZ

H_0 : No existe una relación significativa entre la sensación de olor y la acidez del té

H_1 : Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y la acidez del té.

Para el verificar la relación SABOR-DULZOR

H_0 : No existe una relación significativa entre la sensación de sabor y dulzor del té

H_1 : Si existe una relación significativa entre la sensación de sabor y dulzor del té.

Para el verificar la relación SABOR-ÁCIDEZ

H_0 : No existe una relación significativa entre la sensación de sabor y la acidez del té

H_1 : Si existe una relación significativa entre la sensación de sabor y la acidez del té.

Para el verificar la relación ACIDEZ-DULZOR

H₀: No existe una relación significativa entre la sensación de acidez y la dulzor del té

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de acidez y la dulzor del té.

Tabla 37. Correlación de variables (resultados del análisis sensorial)

Correlación de variables de los panelistas en el análisis Sensorial					
tratamiento	variables		p-value	σ (b1) =	criterio de decisión
t3 (a2b1)	olor	sabor	0,6179	0,6705	el coeficiente b1 no es significativo
	olor	dulzor	0,6253	0,8080	el coeficiente b1 no es significativo
	olor	acidez	0,7062	0,8964	el coeficiente b1 no es significativo
	sabor	dulzor	0,0033	0,1383	el coeficiente b1 es significativo
	sabor	acidez	0,0805	0,4194	el coeficiente b1 es significativo
	acidez	dulzor	0,0275	0,2096	el coeficiente b1 es significativo

Fuente: Panelistas

Elaborado por: Autora

De la tabla 30 se muestra que la mitad de los casos se cumple las hipótesis alternativas y la otra mitad cumple con la hipótesis nula.

Para el verificar la relación OLOR-SABOR

H₀: No existe una relación significativa entre la sensación de olor y el sabor del té

Para el verificar la relación OLOR-DULZOR

H₀: No existe una relación significativa entre la sensación de olor y la dulzor del té

Para el verificar la relación OLOR-ACIDEZ

H₀: No existe una relación significativa entre la sensación de olor y la acidez del té

Para el verificar la relación SABOR-DULZOR

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de sabor y dulzor del té.

Para el verificar la relación SABOR-ÁCIDEZ

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de sabor y la acidez del té.

Para el verificar la relación ACIDEZ-DULZOR

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de acidez y la dulzor del té.

3.3.4. Sensorial a2b2 guayusa con miel

En el grafico 19, existe un 22% de olor ligero en la mezcla de guayusa con miel, 56% de olor intenso, 11% de aceptación de olor agradable, 0% no percibieron olor alguno y un 11% de olor muy intenso.

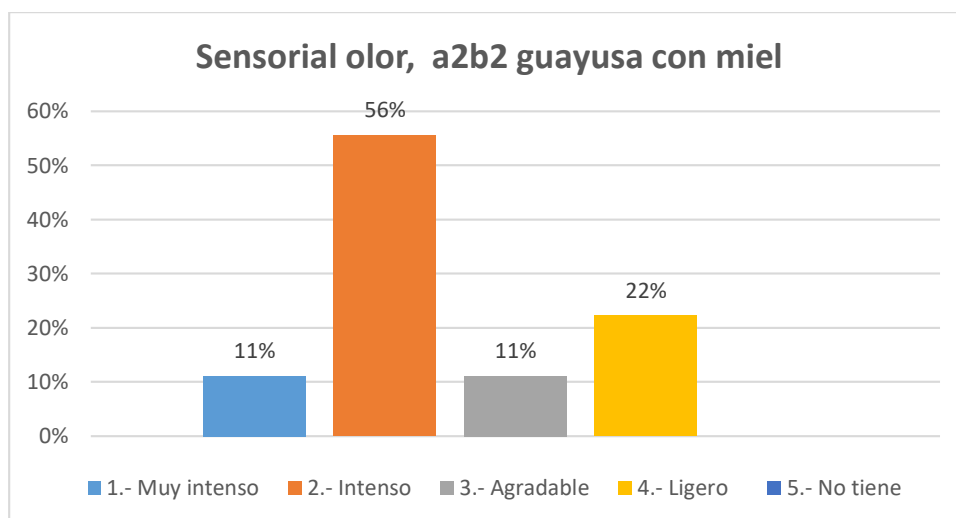


Gráfico 19. Resultados del análisis sensorial del olor, a2b2

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

En el grafico 20, existe un 0% de sabor agradable en la mezcla de guayusa con miel, 11% de sabor no desagradable, 44% de sabor desagradable, 39% para muy desagradable y un 6% para muy agradable.

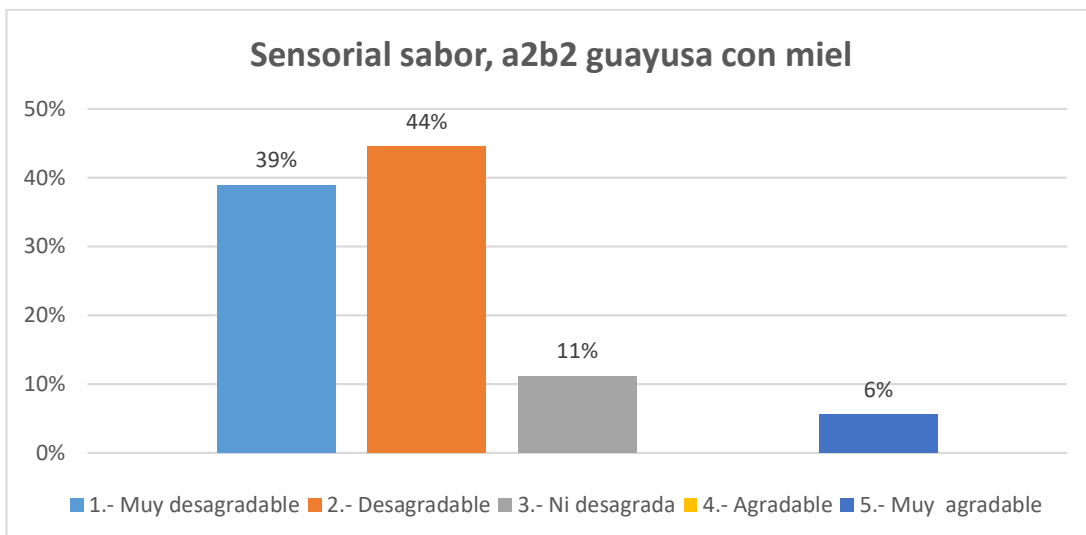


Gráfico 20. Resultados del análisis sensorial del sabor, a2b2

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

En el gráfico 21, existe un 50% de dulzor muy desagradable en la mezcla de guayusa con miel, 28% de dulzor desagradable, 17% no es agradable ni desagradable, 6% muy agradable y un 0% dulzor es agradable.

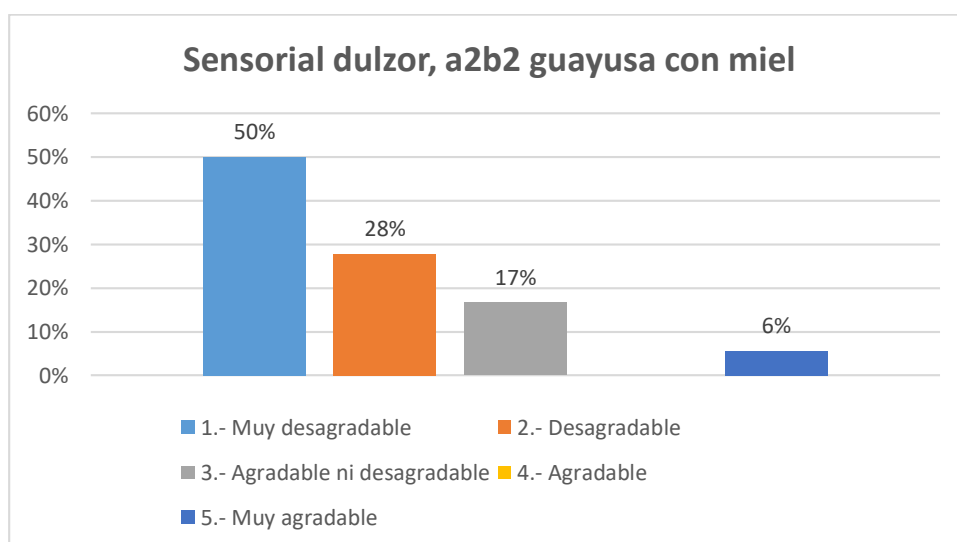


Gráfico 21. Resultados del análisis Sensorial del dulzor, a2b2

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

En el gráfico 22, existe un 72% de percepción extremadamente ácido en la mezcla de guayusa con miel y un 28% de los panelistas tuvo una percepción muy ácida del té.

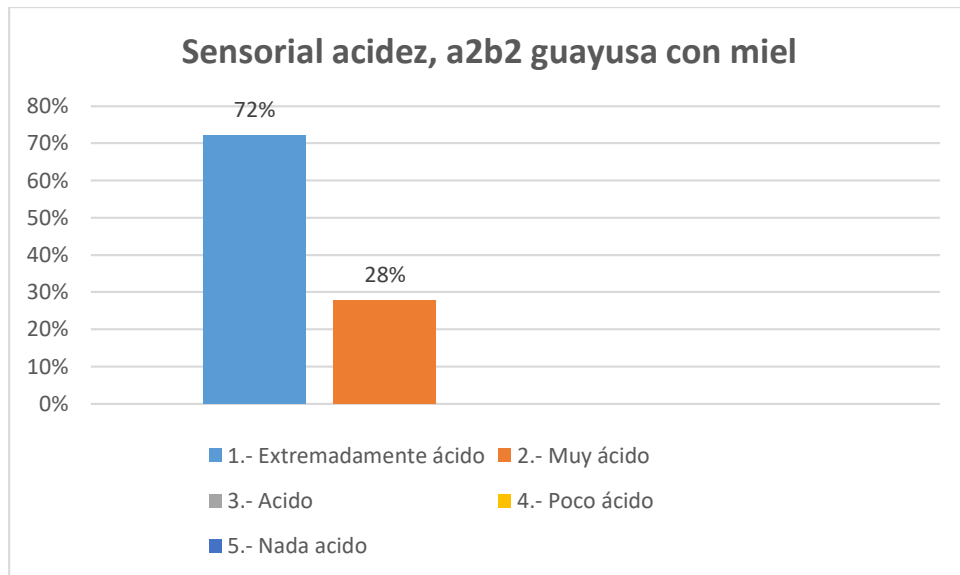


Gráfico 22. Resultados del análisis sensorial de la acidez, a2b2

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

3.3.4.1. Análisis Correlacional de las variables del sensorial

A continuación, se presenta el coeficiente de correlación como medida que permite conocer el grado de asociación lineal entre las variables cuantitativas del sensorial aplicada a cada mezcla de té.

Para esto se han planteado las siguientes hipótesis:

Para el verificar la relación OLOR-SABOR

H_0 : No existe una relación significativa entre la sensación de olor y el sabor del té

H_1 : Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y el sabor del té.

Para el verificar la relación OLOR-DULZOR

H_0 : No existe una relación significativa entre la sensación de olor y la dulzor del té

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y la dulzor del té.

Para el verificar la relación OLOR-ACIDEZ

H₀:No existe una relación significativa entre la sensación de olor y la acidez del té

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y la acidez del té.

Para el verificar la relación SABOR-DULZOR

H₀:No existe una relación significativa entre la sensación de sabor y dulzor del té

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de sabor y dulzor del té.

Para el verificar la relación SABOR-ÁCIDEZ

H₀:No existe una relación significativa entre la sensación de sabor y la acidez del té

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de sabor y la acidez del té.

Para el verificar la relación ACIDEZ-DULZOR

H₀:No existe una relación significativa entre la sensación de acidez y la dulzor del té

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de acidez y la dulzor del té.

Tabla 38. Correlación de variables (resultados del análisis sensorial)

Correlación de variables de los panelistas en el análisis Sensorial					
tratamiento	variables		p-value	σ (b1) =	criterio de decisión
t4 (a2b2)	olor	sabor	0,2933	0,4413	el coeficiente b1 no es significativo
	olor	dulzor	0,7882	0,5294	el coeficiente b1 no es significativo
	olor	acidez	0,8373	0,8459	el coeficiente b1 no es significativo
	sabor	dulzor	0,0576	0,2832	el coeficiente b1 es significativo
	sabor	acidez	0,1052	0,5416	el coeficiente b1 no es significativo
	acidez	dulzor	0,0136	0,1144	el coeficiente b1 es significativo

Fuente: Panelistas

Elaborado por: Autora

De la tabla 31 se muestra que la solo en dos de los casos se cumple las hipótesis alternativas y la en los otros casos se cumple con la hipótesis nula.

Para el verificar la relación OLOR-SABOR

H_0 :No existe una relación significativa entre la sensación de olor y el sabor del té

Para el verificar la relación OLOR-DULZOR

H_0 :No existe una relación significativa entre la sensación de olor y la dulzor del té

Para el verificar la relación OLOR-ACIDEZ

H_0 :No existe una relación significativa entre la sensación de olor y la acidez del té

Para el verificar la relación SABOR-DULZOR

H_1 : Si existe una relación significativa entre la sensación de sabor y dulzor del té.

Para el verificar la relación SABOR-ÁCIDEZ

H_0 :No existe una relación significativa entre la sensación de sabor y la acidez del té

Para el verificar la relación ACIDEZ-DULZOR

H_1 : Si existe una relación significativa entre la sensación de acidez y la dulzor del té.

3.3.5. Sensorial a3b1 café con ganoderma y azúcar

En el grafico 23, existe un 0% de olor ligero en la mezcla de café con ganoderma con azúcar, 28% de olor intenso, 17% de aceptación de olor agradable, 6% no percibieron olor alguno y un 50% menciono que existe un olor muy intenso

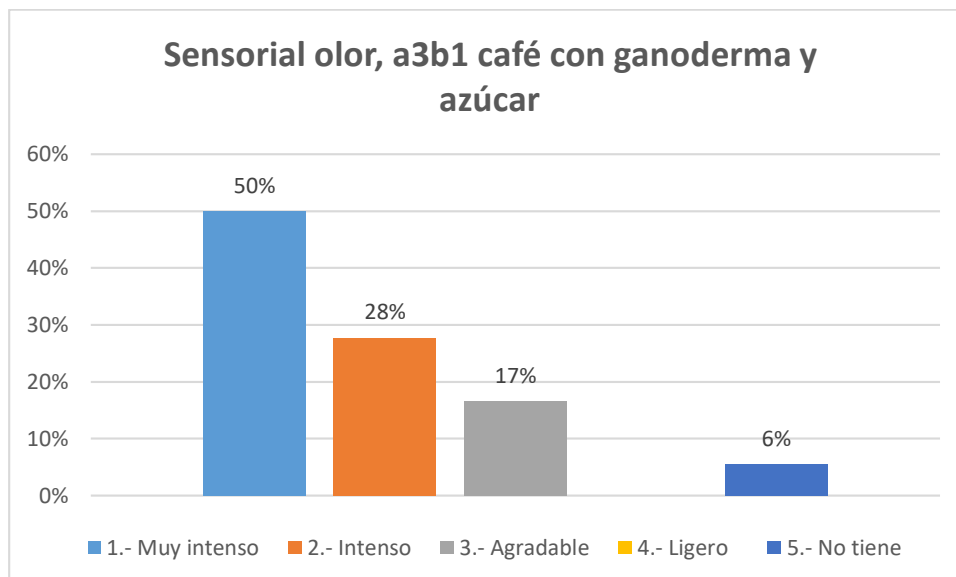


Gráfico 23. Resultados del análisis sensorial del olor, a3b1

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

En el gráfico 24, existe un 11% de sabor agradable en la mezcla de café (con ganoderma) con azúcar, 22% de sabor no desagradable, 44% de sabor desagradable, 22% para muy desagradable y un 0% para muy agradable.

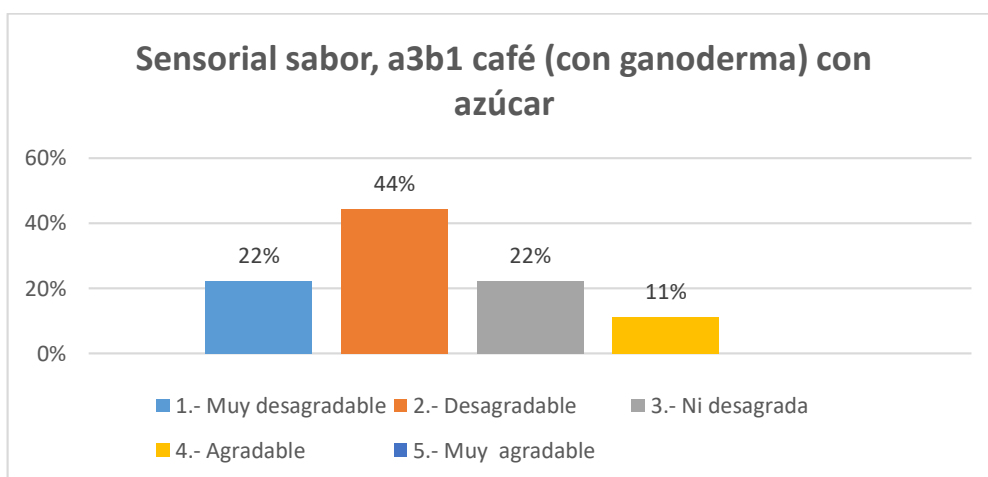


Gráfico 24. Resultados del análisis sensorial del sabor, a3b1

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

En el grafico 25, existe un 11% de dulzor agradable en la mezcla de café con ganoderma con azúcar, 0% de dulzor muy agradable, 11% de dulzor ni agradable ni desagradable, 17% de dulzor muy desagradable y un 61% de dulzor desagradable.

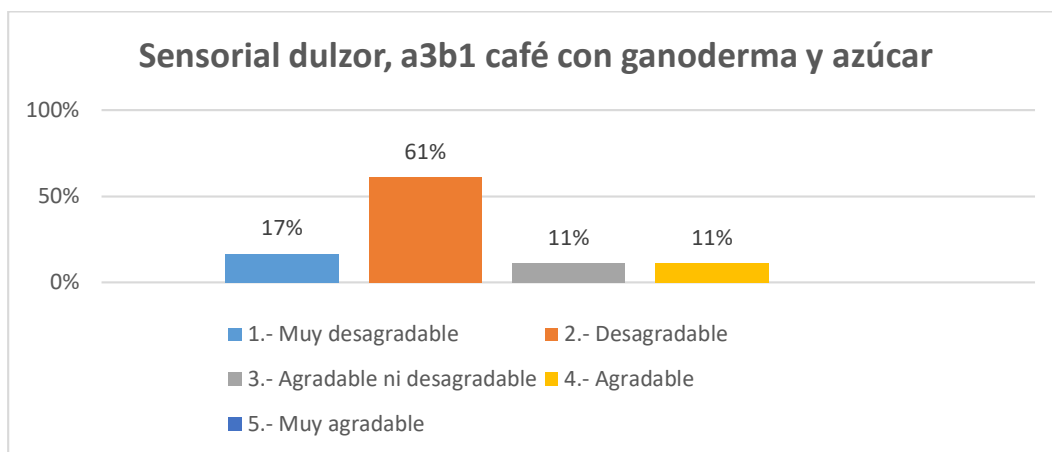


Gráfico 25. Resultados del análisis sensorial del dulzor, a3b1

Fuente: Panelistas Elaborado por: Autora

En el grafico 26, existe un 11% de percepción poco ácida en la mezcla de café (con ganoderma) con azúcar ,0% de percepción nada ácido del té, 50% percibió que él té es extremadamente ácido, 28% percibió la mezcla como muy ácida y un 11% menciona que el té es ácido.

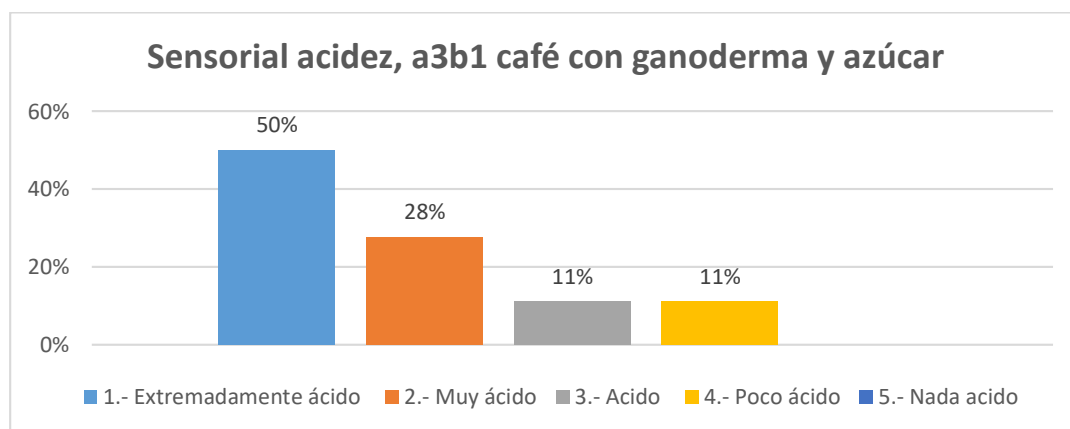


Gráfico 26. Resultados del análisis sensorial de la acidez, a3b1

Fuente: Panelistas Elaborado por: Autora

3.3.5.1. Análisis Correlacional de las variables del sensorial

A continuación, se presenta el coeficiente de correlación como medida que permite conocer el grado de asociación lineal entre las variables cuantitativas del sensorial aplicada a cada mezcla de té.

Para esto se han planteado las siguientes hipótesis:

Para el verificar la relación OLOR-SABOR

H_0 : No existe una relación significativa entre la sensación de olor y el sabor del té

H_1 : Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y el sabor del té.

Para el verificar la relación OLOR-DULZOR

H_0 : No existe una relación significativa entre la sensación de olor y la dulzor del té

H_1 : Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y la dulzor del té.

Para el verificar la relación OLOR-ACIDEZ

H_0 : No existe una relación significativa entre la sensación de olor y la acidez del té

H_1 : Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y la acidez del té.

Para el verificar la relación SABOR-DULZOR

H_0 : No existe una relación significativa entre la sensación de sabor y dulzor del té

H_1 : Si existe una relación significativa entre la sensación de sabor y dulzor del té.

Para el verificar la relación SABOR-ÁCIDEZ

H_0 : No existe una relación significativa entre la sensación de sabor y la acidez del té

H_1 : Si existe una relación significativa entre la sensación de sabor y la acidez del té.

Para el verificar la relación ACIDEZ-DULZOR

H_0 : No existe una relación significativa entre la sensación de acidez y la dulzor del té

H_1 : Si existe una relación significativa entre la sensación de acidez y la dulzor del té.

Tabla 39. Correlación de variables (resultados del análisis sensorial)

Correlación de variables de los panelistas en el análisis Sensorial					
tratamiento	variables		p-value	$\sigma(b1) =$	criterio de decisión
t5 (a3b1)	olor	sabor	0,3405	0,4009	el coeficiente b1 no es significativo
	olor	dulzor	0,5293	0,6388	el coeficiente b1 no es significativo
	olor	acidez	0,0172	0,1924	el coeficiente b1 es significativo
	sabor	dulzor	0,0172	0,1924	el coeficiente b1 es significativo
	sabor	acidez	0,3288	0,5667	el coeficiente b1 no es significativo
	acidez	dulzor	0,4815	0,6391	el coeficiente b1 no es significativo

Fuente: Panelistas

Elaborado por: Autora

De la tabla 32 se muestra que en dos de los casos se cumple las hipótesis alternativas y los otros cuatro casos se acepta la hipótesis nula.

Para el verificar la relación OLOR-SABOR

H_0 : No existe una relación significativa entre la sensación de olor y el sabor del té

Para el verificar la relación OLOR-DULZOR

H_0 : No existe una relación significativa entre la sensación de olor y la dulzor del té

Para el verificar la relación OLOR-ACIDEZ

H_1 : Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y la acidez del té.

Para el verificar la relación SABOR-DULZOR

H_1 : Si existe una relación significativa entre la sensación de sabor y dulzor del té.

Para el verificar la relación SABOR-ÁCIDEZ

H₀:No existe una relación significativa entre la sensación de sabor y la acidez del té

Para el verificar la relación ACIDEZ-DULZOR

H₀:No existe una relación significativa entre la sensación de acidez y la dulzor del té

3.3.6. Sensorial a3b2 café con ganoderma y miel

En el grafico 27, existe un 6% de olor ligero en la mezcla de café (con ganoderma) con miel, 61% de olor intenso, 6% de aceptación de olor agradable, 0% no percibieron olor alguno y un 28% de olor muy intenso.

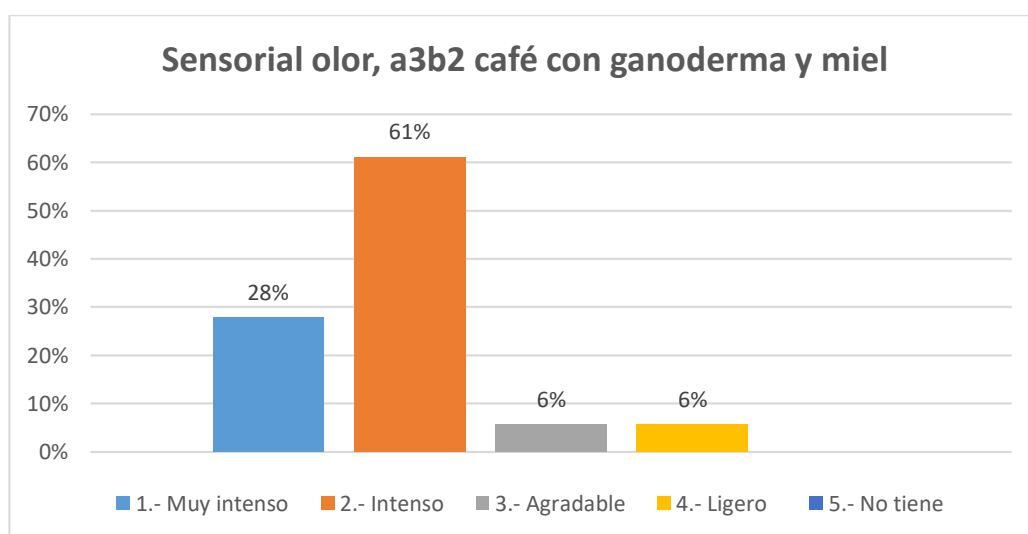


Gráfico 27. Resultados del análisis sensorial del olor, a3b2

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

En el grafico 28, existe un 6% de sabor agradable en la mezcla de café (con ganoderma) con miel, 22% de sabor no desagradable, 33% de sabor desagradable, 39% muy desagradable y un 0% para muy agradable.

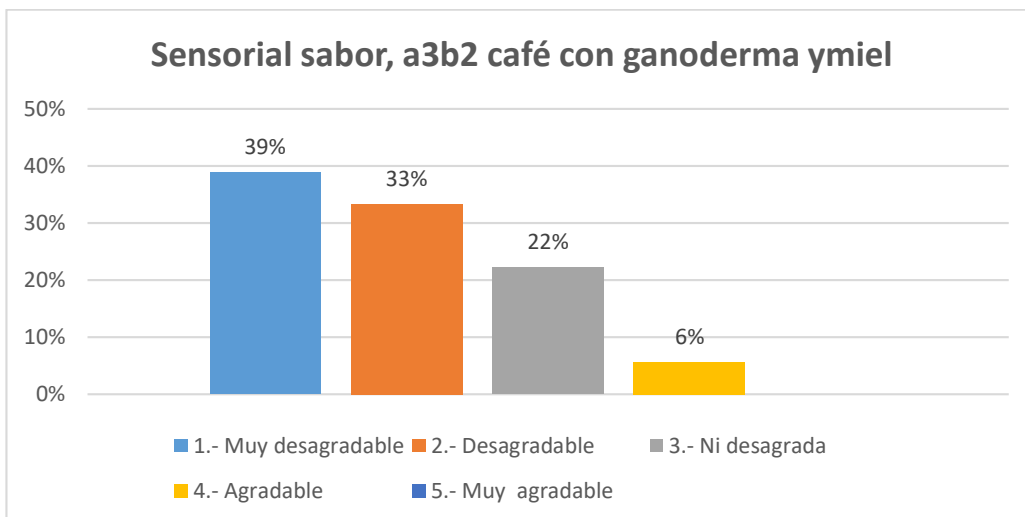


Gráfico 28. Resultados de análisis sensorial del sabor, a3b2

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

En el gráfico 29, existe un 33% de dulzor muy desagradable en la mezcla de café (con ganoderma) con miel, 39% de dulzor desagradable, 22% no es agradable ni desagradable, 0% muy agradable y un 6% dulzor es agradable.

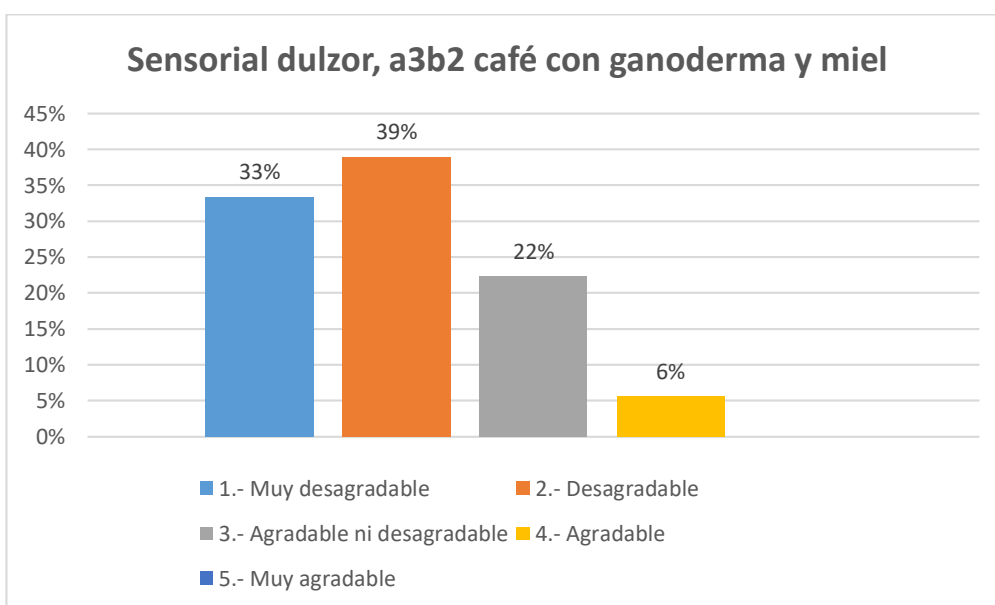


Gráfico 29. Resultados del análisis sensorial del dulzor, a3b2

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

En el gráfico 30, existe un 72% de percepción extremadamente ácido en la mezcla de café (con ganoderma) con miel, 17% de los panelistas tuvo una percepción muy ácida del té y un 11% de los panelistas tuvo una percepción ácida.

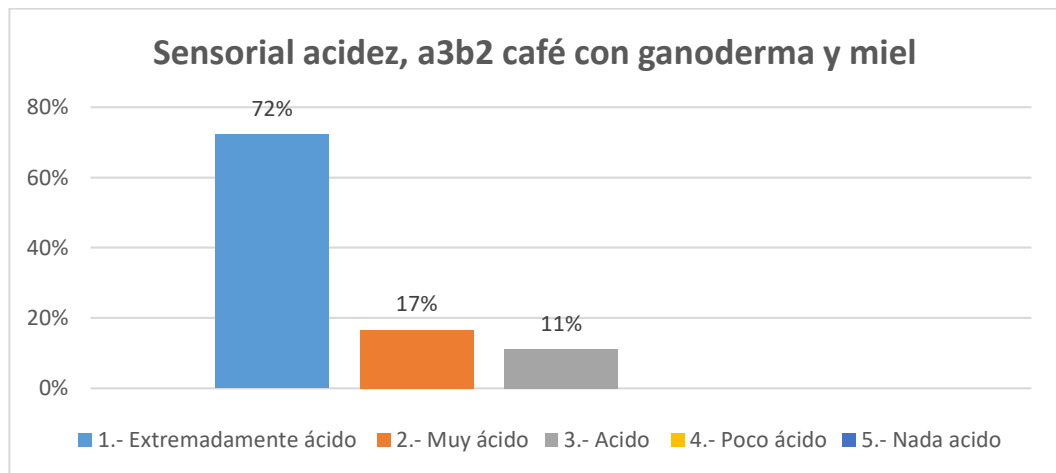


Gráfico 30. Resultados del análisis sensorial de la acidez, a3b2

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

3.3.6.1. Análisis Correlacional de las variables del sensorial

A continuación, se presenta el coeficiente de correlación como medida que permite conocer el grado de asociación lineal entre las variables cuantitativas del sensorial aplicada a cada mezcla de té.

Para esto se han planteado las siguientes hipótesis:

Para el verificar la relación OLOR-SABOR

H_0 : No existe una relación significativa entre la sensación de olor y el sabor del té

H_1 : Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y el sabor del té.

Para el verificar la relación OLOR-DULZOR

H_0 : No existe una relación significativa entre la sensación de olor y la dulzor del té

H_1 : Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y la dulzor del té.

Para el verificar la relación OLOR-ACIDEZ

H₀: No existe una relación significativa entre la sensación de olor y la acidez del té

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y la acidez del té.

Para el verificar la relación SABOR-DULZOR

H₀: No existe una relación significativa entre la sensación de sabor y dulzor del té

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de sabor y dulzor del té.

Para el verificar la relación SABOR-ÁCIDEZ

H₀: No existe una relación significativa entre la sensación de sabor y la acidez del té

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de sabor y la acidez del té.

Para el verificar la relación ACIDEZ-DULZOR

H₀: No existe una relación significativa entre la sensación de acidez y la dulzor del té

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de acidez y la dulzor del té.

Tabla 40. Correlación de variables (resultados del análisis sensorial)

Correlación de variables de los panelistas en el análisis Sensorial					
tratamiento	variables		p-value	$\sigma (b1) =$	criterio de decisión
t6 (a1b1)	olor	sabor	0,1523	0,2594	el coeficiente b1 no es significativo
	olor	dulzor	0,0692	0,2044	el coeficiente b1 es significativo
	olor	acidez	0,5559	0,6402	el coeficiente b1 no es significativo
	sabor	dulzor	0,0052	0,1330	el coeficiente b1 es significativo
	sabor	acidez	0,1113	0,6276	el coeficiente b1 no es significativo
	acidez	dulzor	0,2456	0,7882	el coeficiente b1 no es significativo

Fuente: Panelistas

Elaborado por: Autora

De la tabla 33 se muestra que la solo en dos de los casos se cumple las hipótesis alternativas y la en los otros casos se cumple con la hipótesis nula.

Para el verificar la relación OLOR-SABOR

H₀:No existe una relación significativa entre la sensación de olor y el sabor del té

Para el verificar la relación OLOR-DULZOR

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de olor y la dulzor del té.

Para el verificar la relación OLOR-ACIDEZ

H₀:No existe una relación significativa entre la sensación de olor y la acidez del té

Para el verificar la relación SABOR-DULZOR

H₁: Si existe una relación significativa entre la sensación de sabor y dulzor del té.

Para el verificar la relación SABOR-ÁCIDEZ

H₀:No existe una relación significativa entre la sensación de sabor y la acidez del té

Para el verificar la relación ACIDEZ-DULZOR

H₀:No existe una relación significativa entre la sensación de acidez y la dulzor del té

3.3.7. Análisis comparativo de los grupos

El análisis sensorial del grafico 31 indica que la mezcla de guayusa con azúcar es el tratamiento que tiene mayor percepción agradable del olor en un 50%, la mezcla de guayusa con miel tiene un 56% de olor intenso, así como el café (con ganoderma) con miel en un 61%, el olor de la mezcla de café (con ganoderma) con azúcar presenta un olor muy intenso en un 50%.

Por lo tanto, el tratamiento que posee mayor aceptación por ser agradable en su olor con un porcentaje alto es el té obtenido de la mezcla de guayusa con azúcar.

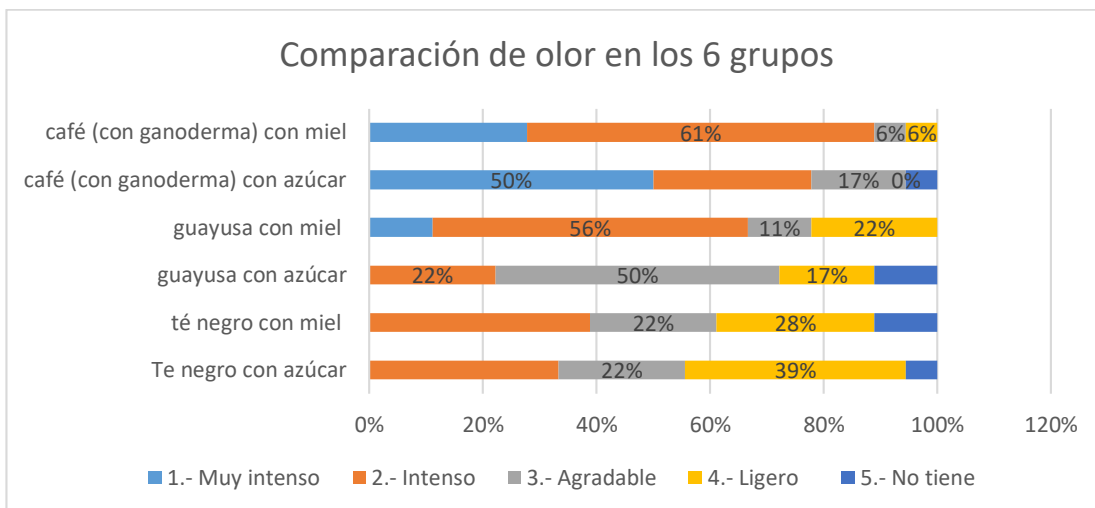


Gráfico 31. Comparación de los olores en los 6 grupos

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

Del gráfico 32 se concluye que el té obtenido de la mezcla de guayusa con azúcar es el que tiene mayor aceptación con un 50% por su sabor muy agradable y con un 39% agradable. Mientras que el té con la mezcla de menor aceptación en cuanto al sabor fue guayusa con miel y con una poca varianza las mezclas de café (con ganoderma) con miel y de la mezcla de café (con ganoderma) con azúcar.

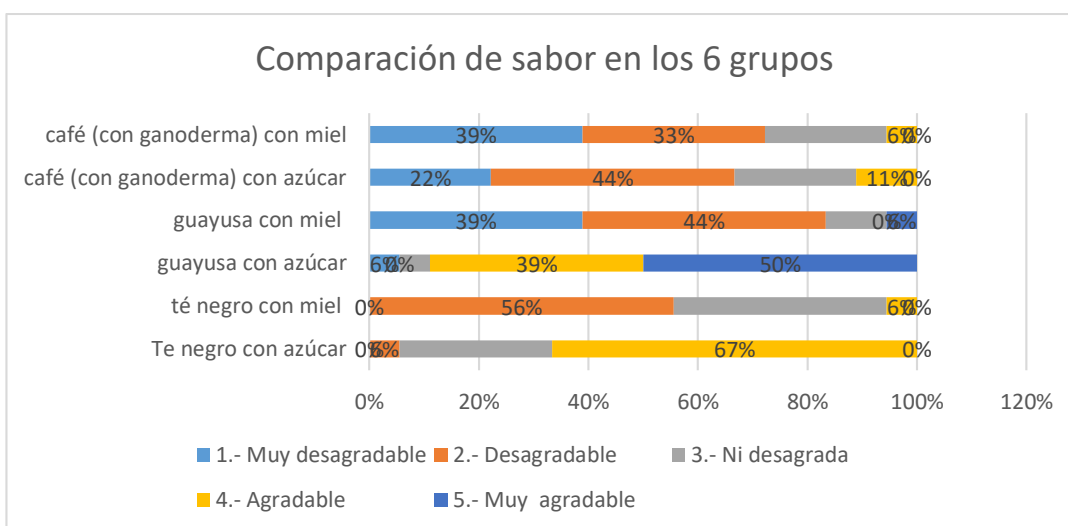


Gráfico 32. Comparación de sabor en los 6 grupos

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

Del gráfico 33 se concluye que el té obtenido de la mezcla de guayusa con azúcar es el que tiene mayor aceptación con un 50% por su dulzor muy agradable y agradable en un 50%. Mientras que el té con la mezcla de menor aceptación en cuanto al dulzor fue guayusa con miel y con una varianza de las mezclas de café (con ganoderma) con miel y de la mezcla de café (con ganoderma) con azúcar.

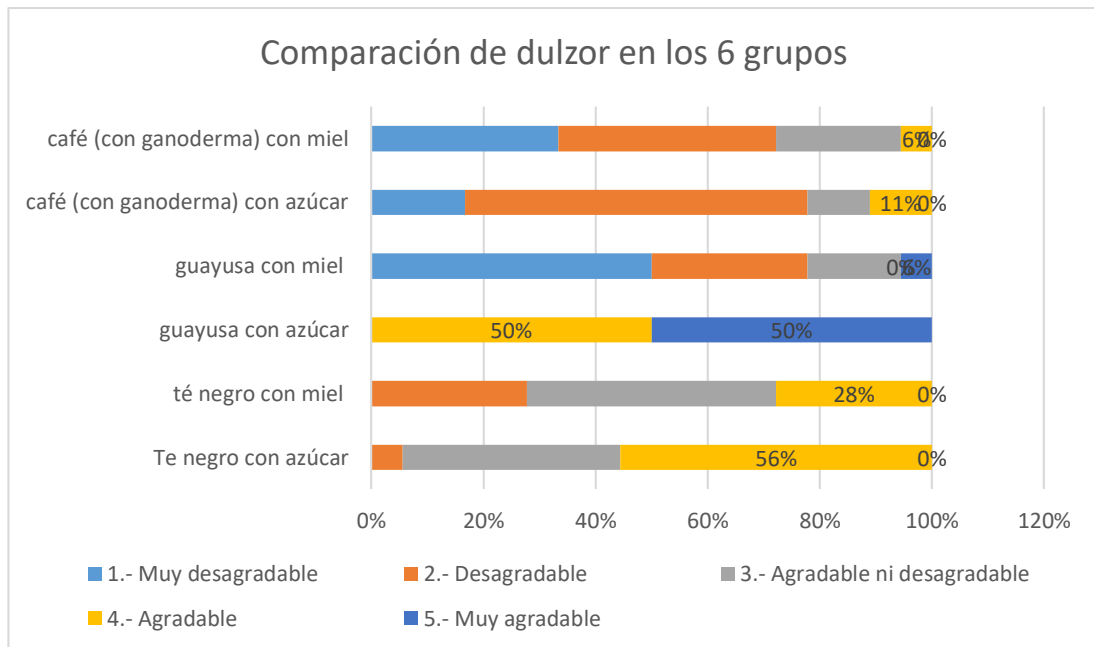


Gráfico 33. Comparación de dulzor en los 6 grupos

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

Del gráfico 34 se concluye que el té obtenido de la mezcla de guayusa con azúcar es el que tiene mayor aceptación por ser el que posee poca acidez con un 67% y nada de acidez en un 33%. Mientras que el té con la mezcla de menor aceptación en cuanto al dulzor fue guayusa con miel, aunque no varía mucho las mezclas de café (con ganoderma) con miel y de la mezcla de café (con ganoderma) con azúcar.

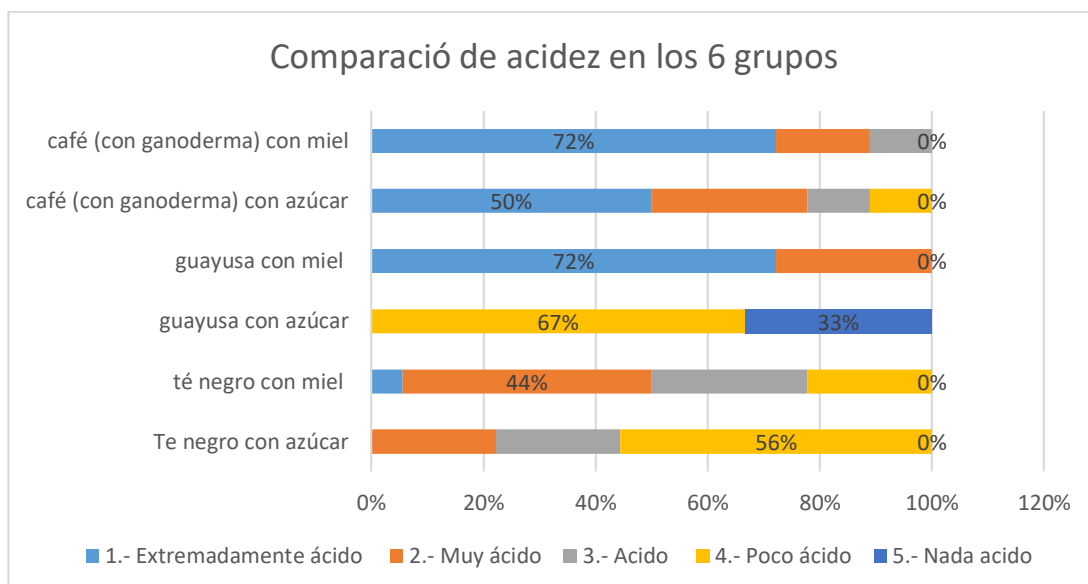


Gráfico 34. Comparación de acidez en los 6 grupos

Fuente: Panelistas **Elaborado por:** Autora

3.4. ANOVA para el análisis sensorial

3.4.1. ANOVA para los datos del análisis sensorial del olor

Para el análisis se han planteado las siguientes hipótesis

Para el factor A

H_0 : El tipo de mezcla con la cual se obtiene el té, no influye en el olor del té

H_1 : El tipo de mezcla con la cual se obtiene el té, si influye en el olor del té.

Para el factor B

H_0 : No existe una influencia significativa entre la percepción de los catadores y el olor del té

H_1 : Si existe una influencia significativa entre la percepción de los catadores y el olor del té.

Hipótesis Estadísticas

$$H_0: \mu_A = \mu_B$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j$$

Tabla 41. ANOVA de análisis sensorial del olor

Analysis of Variance for olor - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Val
MAIN EFFECTS					
A:tratamientos	36,3796	5	7,27593	42,79	0,00
B:catadores	83,0463	17	4,88508	28,73	0,00
RESIDUAL	14,4537	85	0,170044		

TOTAL (CORRECTED)	133,88	107			

All F-ratios are based on the residual mean square error.					

Elaborado: Autora **Fuente:** Statgraphics

Para el factor A tratamientos se observa que tiene un valor $-p = 0.000 > \alpha = 0.05$ donde se rechaza la hipótesis H_0 , por lo tanto, el tipo de mezcla utilizado para la obtención del té si presenta diferencia significativa.

Para el factor B fuente de catadores se observa que tiene un valor $-p = 0.000 > \alpha = 0.05$, donde se rechaza la hipótesis H_0 y se acepta la H_1 , por lo tanto, los catadores si presentan una diferencia significativa en la percepción del olor del té.

3.4.1.1. Prueba de Tukey para los datos del análisis sensorial del olor

Para determinar la diferencia entre las medias muestrales de los tratamientos de los factores A y B y su interacción se ha utilizado la comparación de rangos múltiples Tukey.

En la relación, percepción de los catadores y el olor del té, así como, en el tipo de mezcla para la obtención del té y el olor del mismo, el ANOVA rechazó la hipótesis $H_0: \mu_A = \mu_B$, aceptando que al menos un par de medidas de los tratamientos son diferentes entre sí.

Para investigar cuáles pares de medidas son estadísticamente diferentes se prueban los seis posibles pares de hipótesis.

$$H_0 : \mu_{a3} = \mu_{b1} \qquad H_a : \mu_{a3} \neq \mu_{b1}$$

$$H_0 : \mu_{a3} = \mu_{b2} \qquad H_a : \mu_{a3} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a2} = \mu_{b2} \qquad H_a : \mu_{a2} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a1} = \mu_{b2} \qquad H_a : \mu_{a1} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a1} = \mu_{b1} \qquad H_a : \mu_{a1} \neq \mu_{b1}$$

$$H_0 : \mu_{a2} = \mu_{b1} \qquad H_a : \mu_{a2} \neq \mu_{b1}$$

Entonces se ha considerado un valor crítico donde:

$$T_\alpha = q_\alpha(K, N - k) \sqrt{\frac{CM_e}{ni}}$$

Para un $\alpha = 0.05$, Se obtiene que $q_{0.05}(2 - 85) = 2.83$, entonces

$$T_\alpha = 2.83 \sqrt{\frac{0.170}{2}} = 0,82$$

Tabla 42. Tukey para los datos del análisis sensorial del olor

Multiple Range Tests for olor by tratamientos

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Group
a3b1	18	1,83333	X
a3b2	18	1,88889	X
a2b2	18	2,44444	X
a1b2	18	3,11111	X
a1b1	18	3,16667	X
a2b1	18	3,16667	X

Elaborado: Autora **Fuente:** Statgraphics

$$\mu_{a3} - \mu_{b1} \quad 1,83 > 0,82 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a3} - \mu_{b2} \quad 1,88 > 0,82 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a2} - \mu_{b2} \quad 2,44 > 0,82 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a1} - \mu_{b2} \quad 3,11 > 0,82 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a1} - \mu_{b1} \quad 3,16 > 0,82 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a2} - \mu_{b1} \quad 3,16 > 0,82 \text{ Significativa}$$

En conclusión, se aceptan todas las hipótesis alternativas existiendo una diferencia significativa. En todos los tratamientos se presenta una diferencia relevante en el olor de las mezclas para la obtención del té.

3.4.2. ANOVA para los datos del análisis sensorial del sabor

Para el análisis se han planteado las siguientes hipótesis

Para el factor A

H_0 : El tipo de mezcla con la cual se obtiene el té, no influye en el sabor del té

H_1 : El tipo de mezcla con la cual se obtiene el té, si influye en el sabor del té.

Para el factor B

Ho: No existe una influencia significativa entre la percepción de los catadores y el sabor del té

H1: Si existe una influencia significativa entre la percepción de los catadores y el sabor del té.

Hipótesis Estadísticas

$$H_0: \mu_A = \mu_B$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j$$

Tabla 43. ANOVA de los datos del análisis sensorial del sabor

Analysis of Variance for sabor - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Val
MAIN EFFECTS					
A:tratamientos	86,5185	5	17,3037	74,23	0,00
B:catadores	58,4074	17	3,43573	14,74	0,00
RESIDUAL	19,8148	85	0,233115		
TOTAL (CORRECTED)	164,741	107			

Elaborado: Autora **Fuente:** Statgraphics

Para el factor A tratamientos se observa que tiene un valor $-p = 0.000 > \alpha = 0.05$, donde se rechaza la hipótesis Ho, por lo tanto, el tipo de mezcla utilizado para la obtención del té si presenta diferencia significativa.

Para el factor B fuente de catadores se observa que tiene un valor $-p = 0.000 > \alpha = 0.05$ donde se rechaza la hipótesis Ho y se acepta la H1, por lo tanto, los catadores si presentan una diferencia significativa en la percepción del sabor del té.

3.4.2.1. Prueba de Tukey para los datos del análisis sensorial del sabor

Para determinar la diferencia entre las medias muestrales de los tratamientos de los factores A y B y su interacción se ha utilizado la comparación de rangos múltiples Tukey.

En la relación, percepción de los catadores y el sabor del té, así como, en el tipo de mezcla para la obtención del té y el olor del mismo, el ANOVA rechazó la hipótesis $H_0: \mu_A = \mu_B$, aceptando que al menos un par de medidas de los tratamientos son diferentes entre sí.

Para investigar cuáles pares de medidas son estadísticamente diferentes se prueban los seis posibles pares de hipótesis.

$$H_0 : \mu_{a2} = \mu_{b2} \quad H_a : \mu_{a2} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a3} = \mu_{b2} \quad H_a : \mu_{a3} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a3} = \mu_{b1} \quad H_a : \mu_{a3} \neq \mu_{b1}$$

$$H_0 : \mu_{a1} = \mu_{b2} \quad H_a : \mu_{a1} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a1} = \mu_{b1} \quad H_a : \mu_{a1} \neq \mu_{b1}$$

$$H_0 : \mu_{a2} = \mu_{b1} \quad H_a : \mu_{a2} \neq \mu_{b1}$$

Entonces se ha considerado un valor crítico donde:

$$T_\alpha = q_\alpha(K, N - k) \sqrt{\frac{CM_e}{ni}}$$

Para un $\alpha = 0.05$, Se obtiene que $q_{0.05}(2 - 85) = 2.83$, entonces

$$T_\alpha = 2.83 \sqrt{\frac{0.170}{2}} = 0,82$$

Tabla 44. Tukey para los datos del análisis sensorial del sabor

Multiple Range Tests for sabor by tratamientos

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Group
a2b2	18	1,88889	X
a3b2	18	1,94444	X
a3b1	18	2,22222	XX
a1b2	18	2,5	X
a1b1	18	3,61111	X
a2b1	18	4,27778	X

Elaborado: Autora **Fuente:** Statgraphics

$$\mu_{a2} - \mu_{b2} \quad 1,88 > 0,82 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a3} - \mu_{b2} \quad 1,94 > 0,82 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a3} - \mu_{b1} \quad 2,22 > 0,82 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a1} - \mu_{b2} \quad 2,5 > 0,82 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a1} - \mu_{b1} \quad 3,61 > 0,82 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a2} - \mu_{b1} \quad 4,27 > 0,82 \text{ Significativa}$$

Se concluye con la aceptación de todas las hipótesis alternativas donde si existe una diferencia significativa. En todos los tratamientos se presenta una diferencia relevante en el sabor de las mezclas para la obtención del té.

3.4.3. ANOVA para los datos del análisis sensorial del dulzor

Para el análisis se han planteado las siguientes hipótesis

Para el factor A

H₀: El tipo de mezcla con la cual se obtiene el té, no influye en el dulzor del té

H₁: El tipo de mezcla con la cual se obtiene el té, si influye en el dulzor del té.

Para el factor B

H₀: No existe una influencia significativa entre la percepción de los catadores y el dulzor del té

H₁: Si existe una influencia significativa entre la percepción de los catadores y el dulzor del té.

Hipótesis Estadísticas

$$H_0: \mu_A = \mu_B$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j$$

Tabla 45. ANOVA de los datos del análisis sensorial del dulzor

Analysis of Variance for dulzor - Type III Sums of Squares				
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio
MAIN EFFECTS				
A:tratamientos	97,0	5	19,4	107,54
B:catadores	52,6667	17	3,09804	17,17
RESIDUAL	15,3333	85	0,180392	
TOTAL (CORRECTED)	165,0	107		

Elaborado: Autora **Fuente:** Statgraphics

Para el factor A tratamientos se observa que tiene un valor $-p = 0.000 > \alpha = 0.05$, donde se rechaza la hipótesis H₀, por lo tanto, el tipo de mezcla utilizado para la obtención del té si presenta diferencia significativa y si influye en el dulzor del té.

Para el factor B fuente de catadores se observa que tiene un valor $-p = 0.000 > \alpha = 0.05$, donde se rechaza la hipótesis H₀ y se acepta la H₁, por lo tanto, los catadores si presentan una diferencia significativa en la percepción del dulzor del té.

3.4.3.1. Prueba de Tukey para los datos del análisis sensorial del dulzor.

Para determinar la diferencia entre las medias muestrales de los tratamientos de los factores A y B y su interacción se ha utilizado la comparación de rangos múltiples Tukey.

En la relación, percepción de los catadores y el dulzor del té, así como, en el tipo de mezcla para la obtención del té y el dulzor del mismo, el ANOVA rechazó la hipótesis $H_0: \mu_A = \mu_B$, aceptando que al menos un par de medidas de los tratamientos son diferentes entre sí.

Para investigar cuáles pares de medidas son estadísticamente diferentes se prueban los seis posibles pares de hipótesis.

$$H_0 : \mu_{a2} = \mu_{b2} \qquad H_a : \mu_{a2} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a3} = \mu_{b2} \qquad H_a : \mu_{a3} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a3} = \mu_{b1} \qquad H_a : \mu_{a3} \neq \mu_{b1}$$

$$H_0 : \mu_{a1} = \mu_{b2} \qquad H_a : \mu_{a1} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a1} = \mu_{b1} \qquad H_a : \mu_{a1} \neq \mu_{b1}$$

$$H_0 : \mu_{a2} = \mu_{b1} \qquad H_a : \mu_{a2} \neq \mu_{b1}$$

Entonces se ha considerado un valor crítico donde:

$$T_\alpha = q_\alpha(K, N - k) \sqrt{\frac{CM_e}{ni}}$$

Para un $\alpha = 0.05$, Se obtiene que $q_{0.05}(2 - 85) = 2.83$, entonces

$$T_\alpha = 2.83 \sqrt{\frac{0.170}{2}} = 0,82$$

Tabla 46. Tukey de los datos del análisis sensorial del dulzor

Multiple Range Tests for dulzor by tratamientos

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Groups

a2b2	18	1,83333	X
a3b2	18	2,0	X
a3b1	18	2,16667	X
a1b2	18	3,0	X
a1b1	18	3,5	X
a2b1	18	4,5	X

Elaborado: Autora **Fuente:** Statgraphics

$$\mu_{a2} - \mu_{b2} \quad 1,83 > 0,82 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a3} - \mu_{b2} \quad 2,0 > 0,82 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a3} - \mu_{b1} \quad 2,16 > 0,82 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a1} - \mu_{b2} \quad 3,0 > 0,82 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a1} - \mu_{b1} \quad 3,5 > 0,82 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a2} - \mu_{b1} \quad 4,5 > 0,82 \text{ Significativa}$$

Se concluye con la aceptación de todas las hipótesis alternativas por lo tanto si existe una diferencia significativa. En todos los tratamientos se presenta una diferencia relevante en el dulzor de las mezclas para la obtención del té.

3.4.4. ANOVA para los datos del análisis sensorial de la acidez

Para el análisis se han planteado las siguientes hipótesis

Para el factor A

H₀: El tipo de mezcla con la cual se obtiene el té, no influye en la acidez del té

H₁: El tipo de mezcla con la cual se obtiene el té, si influye en la acidez del té.

Para el factor B

Ho: No existe una influencia significativa entre la percepción de los catadores y la acidez del té

H₁: Si existe una influencia significativa entre la percepción de los catadores y la acidez del té.

Hipótesis Estadísticas

$$H_0: \mu_A = \mu_B$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j$$

Tabla 47. ANOVA de los datos del análisis sensorial de la acidez

Analysis of Variance for acidez - Type III Sums of Squares				
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio
MAIN EFFECTS				
A:tratamientos	130,528	5	26,1056	144,98
B:catadores	45,0833	17	2,65196	14,73
RESIDUAL	15,3056	85	0,180065	
TOTAL (CORRECTED)	190,917	107		

Elaborado: Autora **Fuente:** Statgraphics

Para el factor A tratamientos se observa que tiene un valor $-p = 0.000 > \alpha = 0.05$ donde se rechaza la hipótesis Ho, por lo tanto, el tipo de mezcla utilizado para la obtención del té si presenta diferencia significativa si influye en la acidez del té.

Para el factor B fuente de catadores se observa que tiene un valor $-p = 0.000 > \alpha = 0.05$ donde se rechaza la hipótesis Ho y se acepta la H₁, por lo tanto, los catadores si presentan una diferencia significativa en la percepción de la acidez del té.

3.4.4.1. Prueba de Tukey para los datos del análisis sensorial de la acidez.

Para determinar la diferencia entre las medias muestrales de los tratamientos de los factores A y B y su interacción se ha utilizado la comparación de rangos múltiples Tukey.

En la relación, percepción de los catadores y la acidez del té, así como, en el tipo de mezcla para la obtención del té y la acidez del mismo, el ANOVA rechazó la hipótesis $H_0: \mu_A = \mu_B$, aceptando que al menos un par de medidas de los tratamientos son diferentes entre sí.

Para investigar cuáles pares de medidas son estadísticamente diferentes se prueban los seis posibles pares de hipótesis.

$$H_0 : \mu_{a2} = \mu_{b2} \quad H_a : \mu_{a2} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a3} = \mu_{b2} \quad H_a : \mu_{a3} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a3} = \mu_{b1} \quad H_a : \mu_{a3} \neq \mu_{b1}$$

$$H_0 : \mu_{a1} = \mu_{b2} \quad H_a : \mu_{a1} \neq \mu_{b2}$$

$$H_0 : \mu_{a1} = \mu_{b1} \quad H_a : \mu_{a1} \neq \mu_{b1}$$

$$H_0 : \mu_{a2} = \mu_{b1} \quad H_a : \mu_{a2} \neq \mu_{b1}$$

Entonces se ha considerado un valor crítico donde:

$$T_\alpha = q_\alpha(K, N - k) \sqrt{\frac{CM_e}{ni}}$$

Para un $\alpha = 0.05$, Se obtiene que $q_{0.05}(2 - 85) = 2.83$, entonces

$$T_\alpha = 2.83 \sqrt{\frac{0.170}{2}} = 0,82$$

Tabla 48. Tukey para los datos del análisis sensorial de la acidez

Multiple Range Tests for acidez by tratamientos

Method: 95,0 percent Tukey HSD			
tratamientos	Count	LS Mean	Homogeneous Gr
a2b2	18	1,27778	X
a3b2	18	1,38889	X
a3b1	18	1,83333	X
a1b2	18	2,66667	X
a1b1	18	3,33333	X
a2b1	18	4,33333	X

Elaborado: Autora **Fuente:** Statgraphics

$$\mu_{a2} - \mu_{b2} \quad 1,27 > 0,82 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a3} - \mu_{b2} \quad 1,38 > 0,82 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a3} - \mu_{b1} \quad 1,83 > 0,82 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a1} - \mu_{b2} \quad 2,66 > 0,82 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a1} - \mu_{b1} \quad 3,33 > 0,82 \text{ Significativa}$$

$$\mu_{a2} - \mu_{b1} \quad 4,33 > 0,82 \text{ Significativa}$$

Se concluye con la aceptación de todas las hipótesis alternativas por lo tanto si existe una diferencia significativa. En todos los tratamientos se presenta una diferencia relevante en la acidez de las mezclas para la obtención del té.

3.5. Análisis mediante Cromatografía de Capa Fina de Alta Resolución (HPTLC).

Para este análisis se ha partido del valor estándar de la concentración de cafeína, que fue aproximadamente 16.64 mg/ g en hoja seca como dato estándar (Melo Gallegos, 2014).

Para visualizar la absorbancia de los picos este fue medido por el equipo CAMAG - TLC SCANNER con una lámpara de 254 nm y para la medición de la cafeína será a

una dimensión de 4x3 mm con la misma lámpara de 254 nm. (Oberle & Griesinger, 2013).

3.5.1. Cromatografía de Capa Fina

Se desarrollaron varios análisis de concentración de cafeína en las bebidas fermentadas: té negro con azúcar (a1b1), té negro con miel (a1b2), guayusa con azúcar (a2b1), guayusa con miel (a2b2), café con ganoderma y azúcar (a3b1), café con ganoderma y miel (a3b2).

Además, se implementó una curva de calibración para evidenciar los máximos y mínimos de la concentración de cafeína y verificar el cumplimiento de la ley de Beer, donde se describe que: para determinada sustancia a determinado nivel de concentración, la relación debe ser una recta que pase por el origen de los ejes cartesianos (Carral Mahía, 2011, p. 61).

3.5.2. Cálculo para obtener la cantidad de cafeína en las muestras.

Para el cálculo del contenido de cafeína en las muestras se realizó el siguiente proceso:

- a) Se graficó una recta con los 3 primeros datos del área (x) y la cantidad fraccionaria (y)

Tabla 49. Ecuación del área

Track	Vial	Rf	Amount Fraction	Height	X(calc)	Area	X(calc)	
1	A1	0.46	198.00 µg	133.73		3760.84		Std Level 1
2	A1	0.46	396.00 µg	227.32		6699.42		Std Level 2
3	A1	0.45	594.00 µg	297.10		9033.74		Std Level 3
4	A2	0.45		29.29	<198.00 µg	774.73	<198.00 µg	Sample CA1: Out of permitted range
5	A3	0.45		17.88	<198.00 µg	475.40	<198.00 µg	Sample CA2: Out of permitted range
6	A4	0.45		68.32	<198.00 µg	1940.38	<198.00 µg	Sample CA3: Out of permitted range
7	A5	0.45		92.29	<198.00 µg	2624.45	<198.00 µg	Sample CM1: Out of permitted range
8	A6	0.45		78.25	<198.00 µg	2212.60	<198.00 µg	Sample CM2: Out of permitted range

Elaborado: Autora Fuente: winCATS

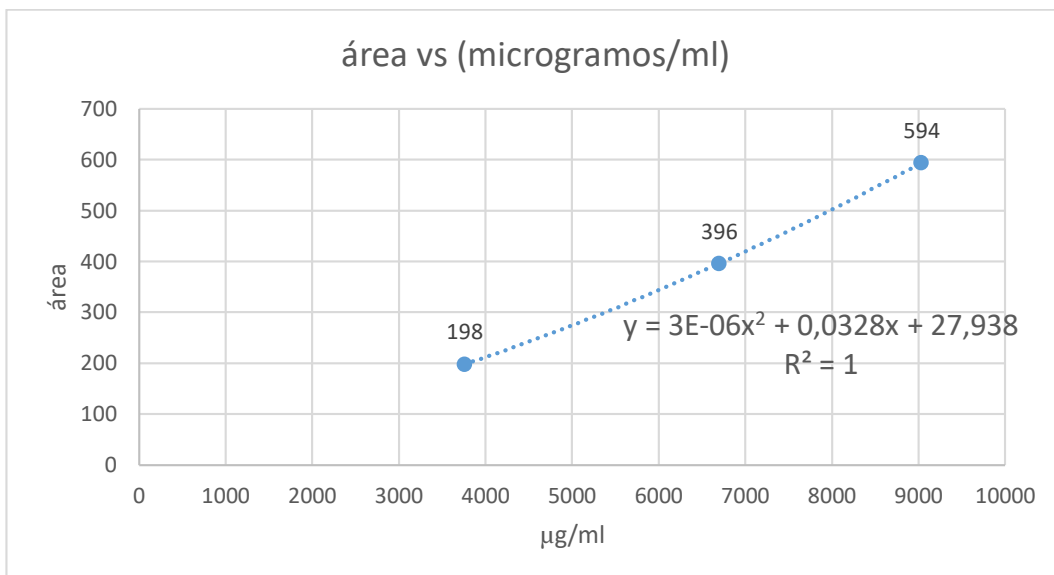


Figura 21. Ecuación para cálculo de la cantidad de cafeína

Fuente: Autora

- b) En la ecuación de la recta se reemplazó los valores del área (x) para obtener la cantidad de cafeína de las muestras faltantes.

Tabla 50. Contenido de cafeína en las muestras estándar

	área	µg/ml	mg/g
	x	y	
R1	3760,84	198	0,198
R2	6699,42	396	0,396
R3	9033,74	594	0,594

Elaborado: Autora

Tabla 51. Contenido de cafeína en las muestras de café con ganoderma y azúcar

	área	µg/ml	mg/g
	x	y	
R1	774,73	55	0,055
R2	475,4	44	0,044
R3	1940,38	103	0,103

Elaborado: Autora

Tabla 52. Contenido de cafeína en las muestras de café con ganoderma y miel

	área	µg/ml	mg/g
	x	y	
R1	2624,45	135	0,135
R2	2212,6	115	0,115
R3	2147,14	134	0,134

Elaborado: Autora

Tabla 53. Contenido de cafeína en las muestras de guayusa con azúcar

	área	µg/ml	mg/g
	x	Y	
R1	2260,04	141	0,141
R2	3403,79	214	0,214
R3	2575,48	161	0,161

Elaborado: Autora

Tabla 54. Contenido de cafeína en las muestras de guayusa con miel

	área	µg/ml	mg/g
	x	Y	
R1	1298,9	79,119	0,079
R2	2156,33	66	0,066
R3	1298,09	-2	-0,002

Elaborado: Autora

Tabla 55. Contenido de cafeína en las muestras de té negro con azúcar

	área	µg/ml	mg/g
	x	Y	
R1	1052,53	-21	-0,021
R2	721,34	-48	-0,048
R3	1028,92	-23	-0,023

Elaborado: Autora

Tabla 56. Contenido de cafeína en las muestras de té negro con miel

	área	µg/ml	mg/g
	x	Y	
R1	327,58	-79	-0,079
R2	248,03	-85	-0,085
R3	325,17	-79	-0,079

Elaborado: Autora

3.5.1.1. Contenido de cafeína en las muestras estándar visualizado a 264nm

En el cromatograma (ver gráfico 35) se observan los picos del contenido de cafeína de las muestras estándar donde se disolvió 1 mg de cafeína pura en 10ml de metanol:

Estándar 1 tiene una concentración de cafeína de 198 µg/ml, 155 AU (unidad astronómica), radio frecuencia (Rf) de 44 y con una longitud de onda de 12mm.

Estándar 2 tiene una concentración de cafeína de 396 µg/ml, 253 AU, Rf de 46 y una longitud de onda de 22mm.

Estándar 3 tiene una concentración de cafeína de 594 µg/ml, 338 AU, Rf de 45 y con una longitud onda de 33mm.

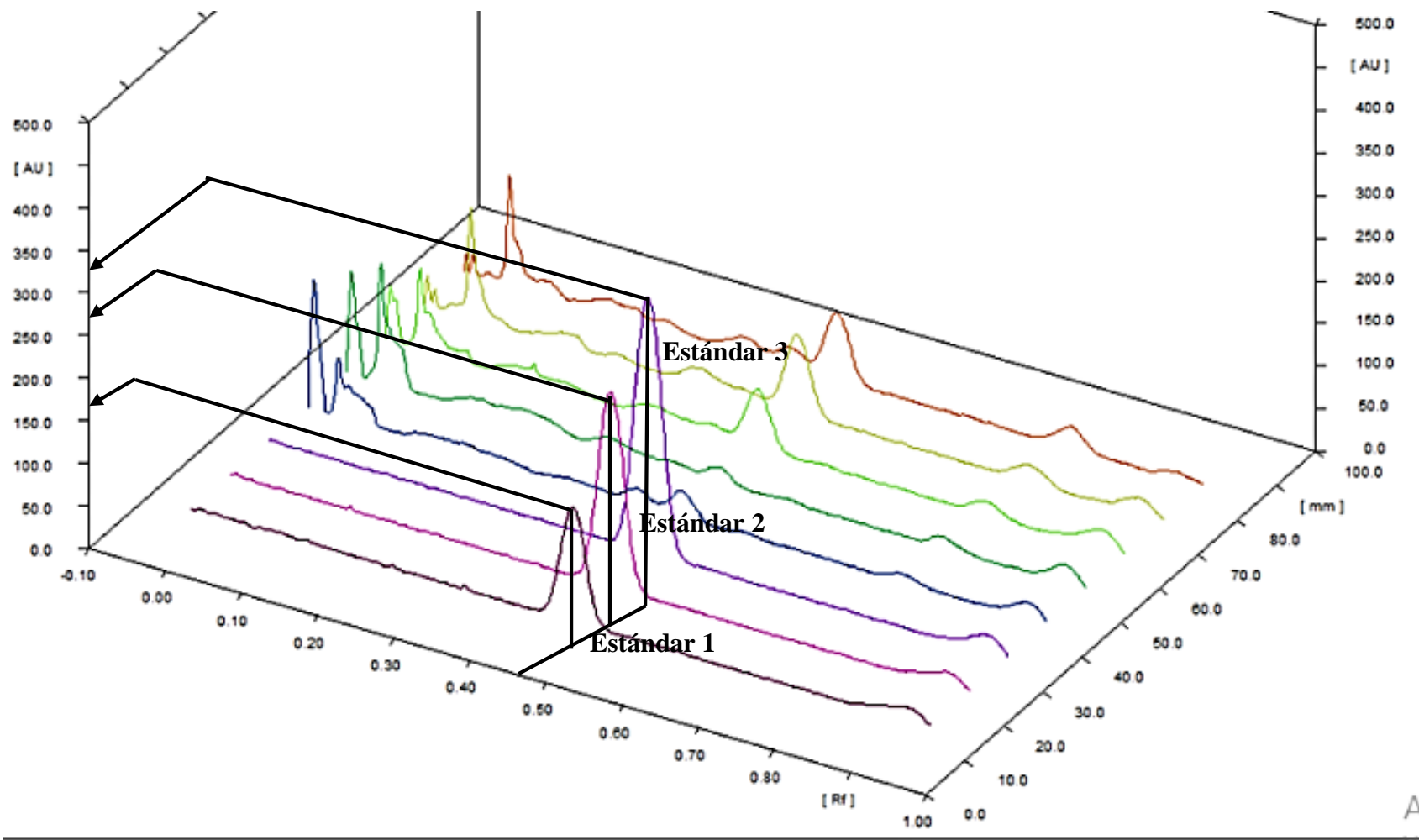


Gráfico 35. Cromatogramas de las muestras estándar del contenido de cafeína

Fuente: Datos de winCATS Elaborado por: Autora

3.5.1.2. Contenido de cafeína en las muestras de café con ganoderma y azúcar (a3b1) visualizado a 264nm

En el cromatograma (ver gráfico 36) se observan los picos del contenido de cafeína de las muestras a3b1 donde:

Réplica 1 tiene una concentración de cafeína de 55 $\mu\text{g/ml}$, 50 AU (unidad astronómica), radio frecuencia (Rf) de 0.45 y con una longitud de onda de 43mm.

Réplica 2 tiene una concentración de cafeína de 44 $\mu\text{g/ml}$, 39 AU, Rf de 0.45 y una longitud de onda de 55mm.

Réplica 3 tiene una concentración de cafeína de 103 $\mu\text{g/ml}$, 85 AU, Rf de 0.45 y con una longitud de onda de 63mm.

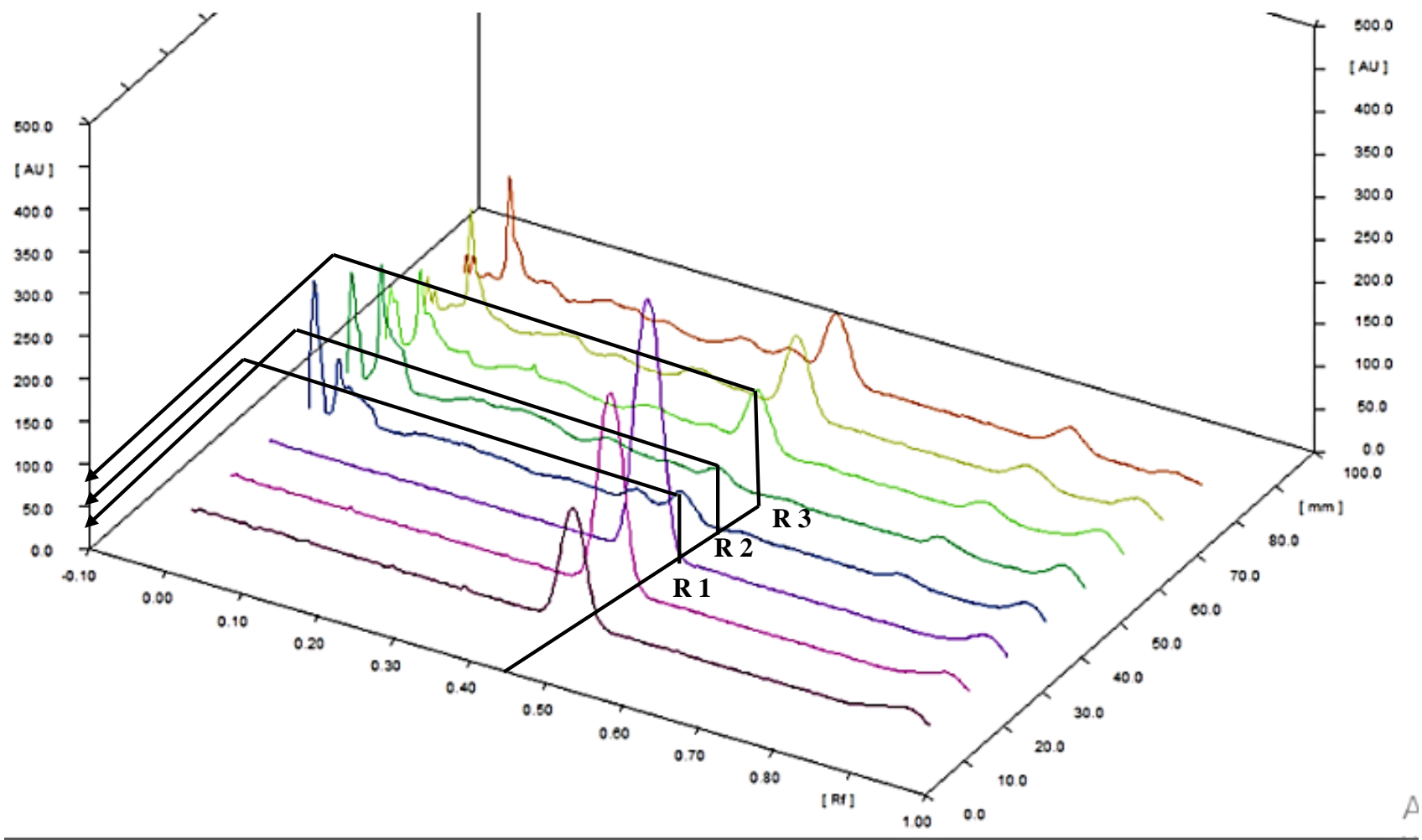


Gráfico 36. Cromatogramas de las muestras a3b1 del contenido de cafeína

Fuente: Datos de winCATS **Elaborado por:** Autora

3.5.1.3. Contenido de cafeína en las muestras de café con ganoderma y miel (a3b2) visualizado a 264nm

En los cromatogramas (ver gráfico 37,38) se observan los picos del contenido de cafeína de las muestras a3b2 donde:

Réplica 1 tiene una concentración de cafeína de 135 $\mu\text{g/ml}$, 110 AU (unidad astronómica), radio frecuencia (Rf) de 0.75 y con una longitud de onda de 43mm.

Réplica 2 tiene una concentración de cafeína de 115 $\mu\text{g/ml}$, 99AU, Rf de 0.45 y una longitud de onda de 85mm.

Réplica 3 tiene una concentración de cafeína de 134 $\mu\text{g/ml}$, 102 AU, Rf de 0.43 y con una longitud de onda de 43mm.

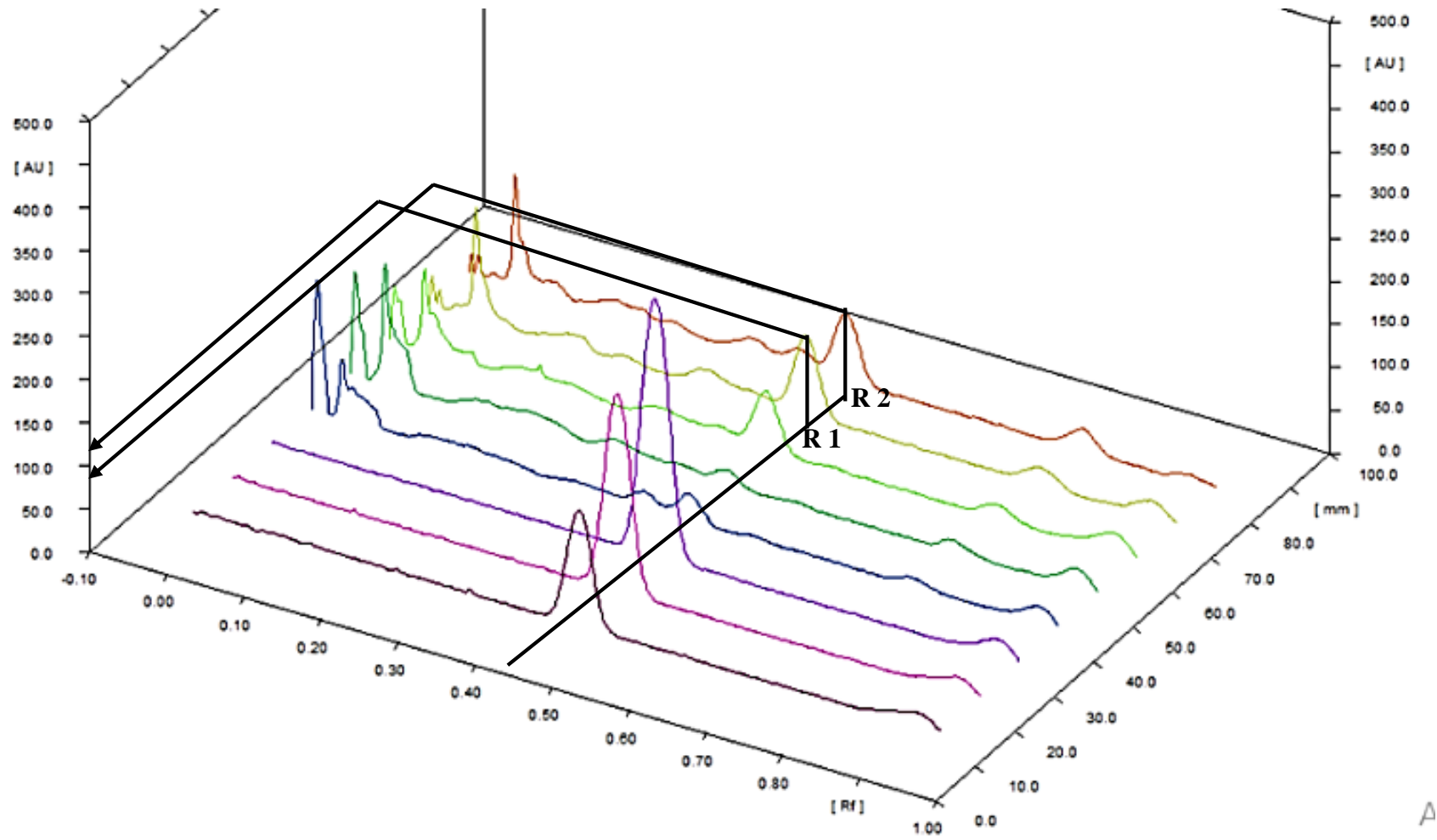


Gráfico 37. Cromatogramas de las muestras a3b2 del contenido de cafeína

Fuente: Datos de winCATS Elaborado por: Autora

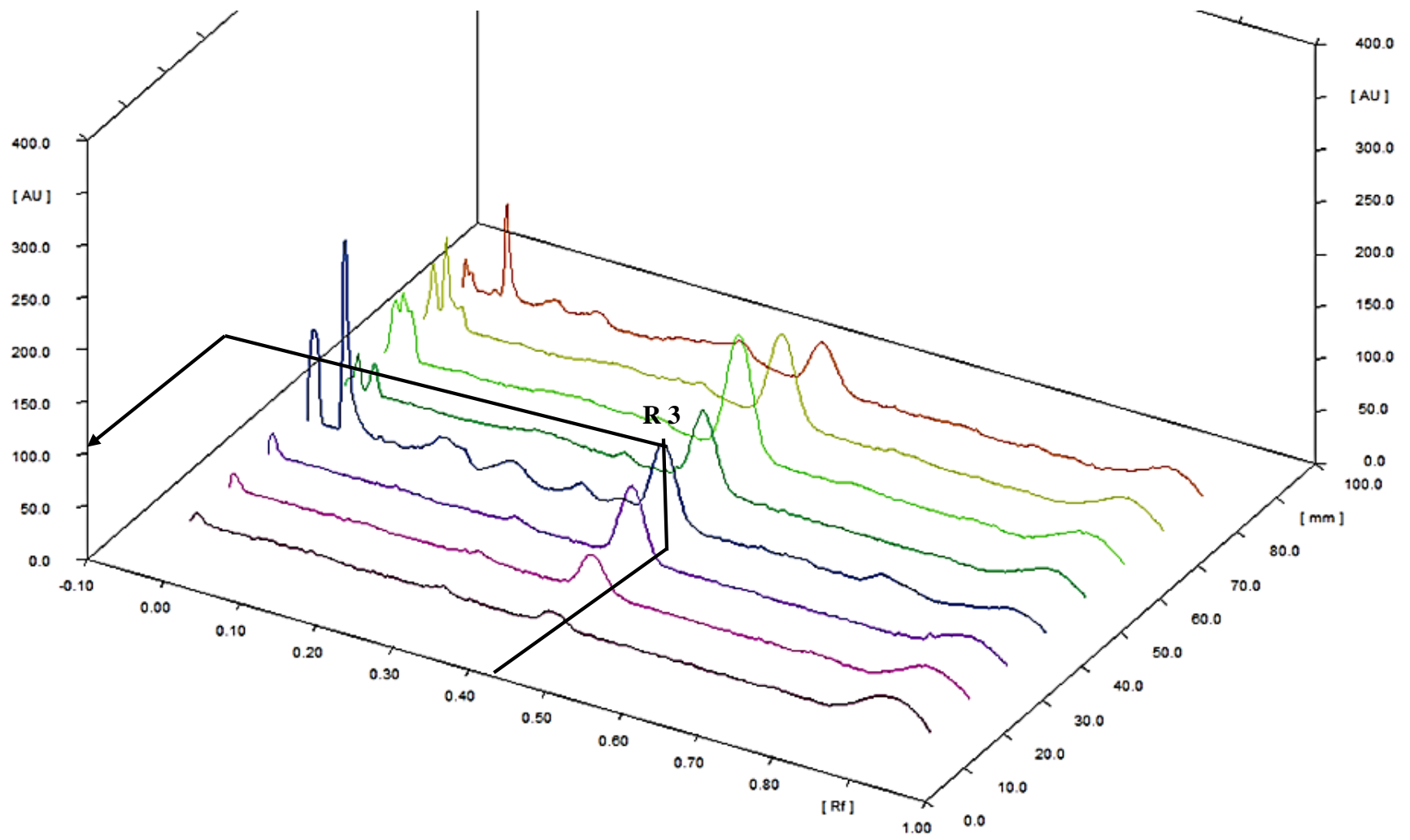


Gráfico 38. Cromatogramas de las muestras a3b2 del contenido de cafeína

Fuente: Datos de winCATS **Elaborado por:** Autora

3.5.1.4. Contenido de cafeína en las muestras de guayusa con azúcar (a2b1) visualizado a 264nm

En el cromatograma (ver gráfico 39) se observan los picos del contenido de cafeína de las muestras a21b1 donde:

Réplica 1 tiene una concentración de cafeína de 141 $\mu\text{g/ml}$, 80 AU (unidad astronómica), radio frecuencia (Rf) de 0.43 y con una longitud de onda de 55mm.

Réplica 2 tiene una concentración de cafeína de 214 $\mu\text{g/ml}$, 135 AU, Rf de 0.65 y una longitud de onda de 25mm.

Réplica 3 tiene una concentración de cafeína de 161 $\mu\text{g/ml}$, 90 AU, Rf de 0.43 y con una longitud de onda de 75mm

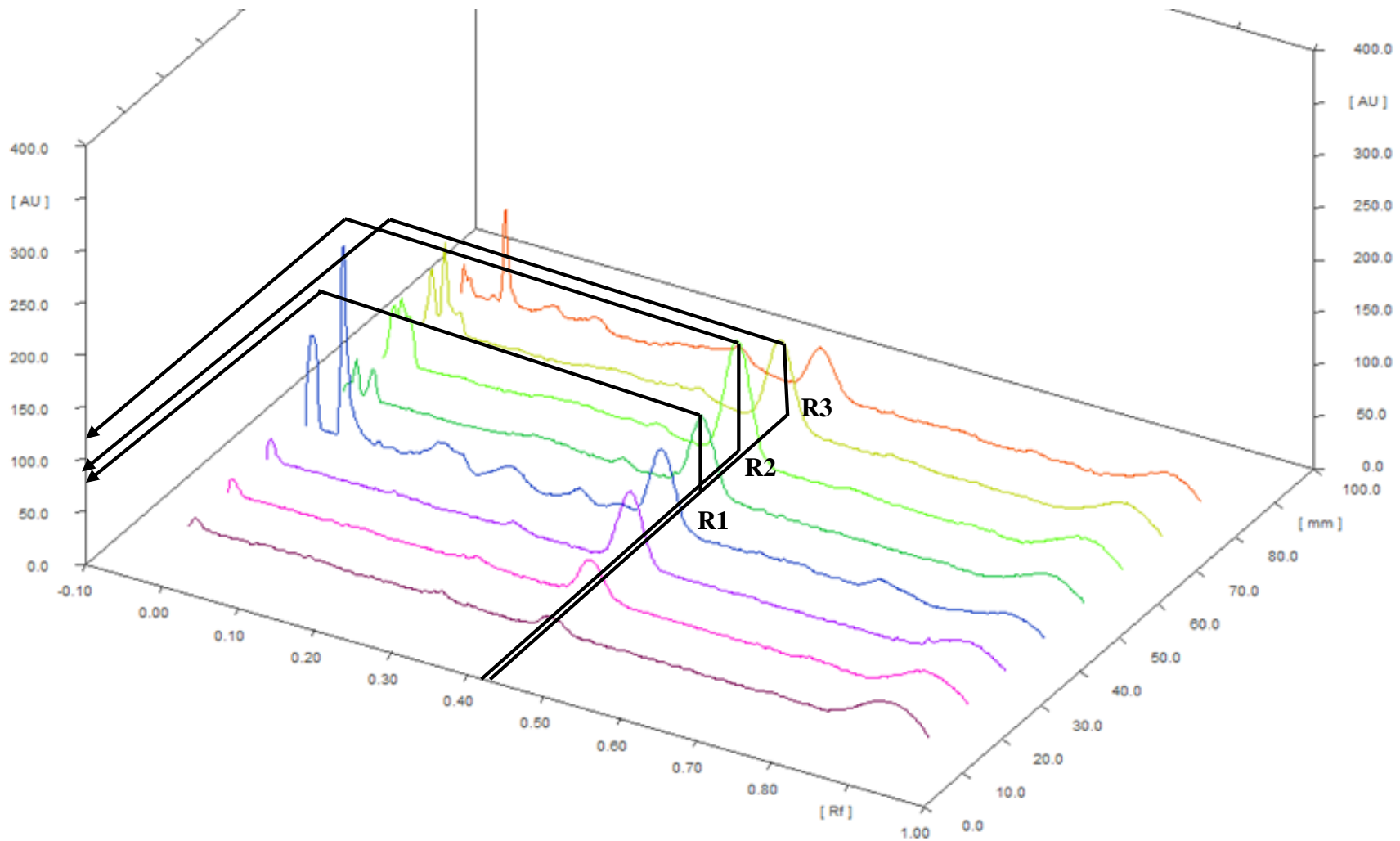


Gráfico 39. Cromatogramas de las muestras a2b1 del contenido de cafeína

Fuente: Datos de winCATS **Elaborado por:** Autora

3.5.1.5. Contenido de cafeína en las muestras de guayusa con miel (a2b2) visualizado a 264nm

En el cromatograma (ver gráfico 40, 41) se observan los picos del contenido de cafeína de las muestras a2b2 donde:

Réplica 1 tiene una concentración de cafeína de 79 $\mu\text{g/ml}$, 70 AU (unida astronómica), radio frecuencia (Rf) de 0.43 y con una longitud de onda de 85mm.

Réplica 2 tiene una concentración de cafeína de 66 $\mu\text{g/ml}$, 97 AU, Rf de 0.42 y una longitud de onda de 50 mm.

Réplica 3 tiene una concentración de cafeína de -2 $\mu\text{g/ml}$, 70 AU, Rf de 0.42 y con una longitud de onda de 55mm

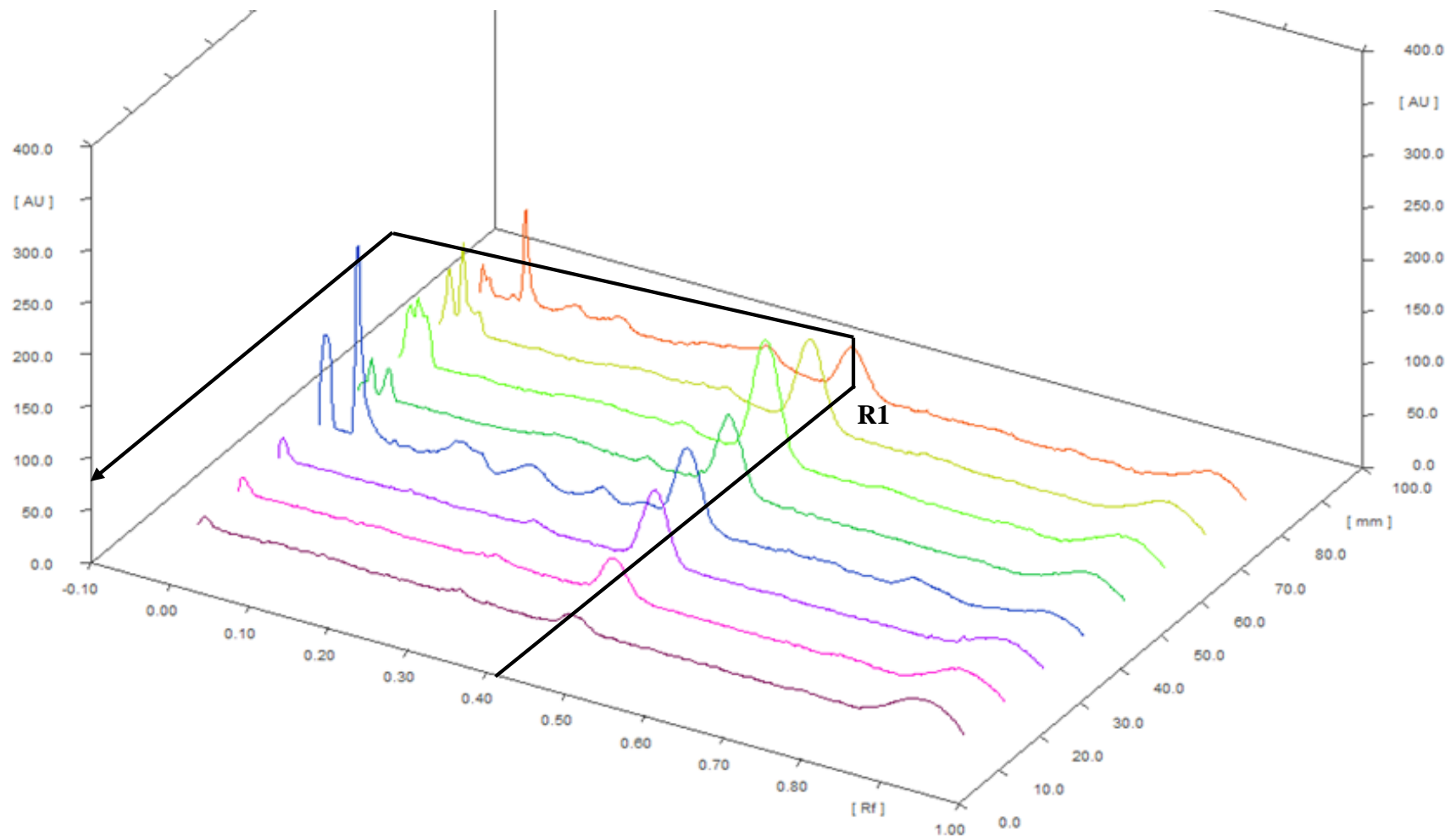


Gráfico 40. Cromatogramas de las muestras a2b2 del contenido de cafeína

Fuente: Datos de winCATS **Elaborado por:** Autora

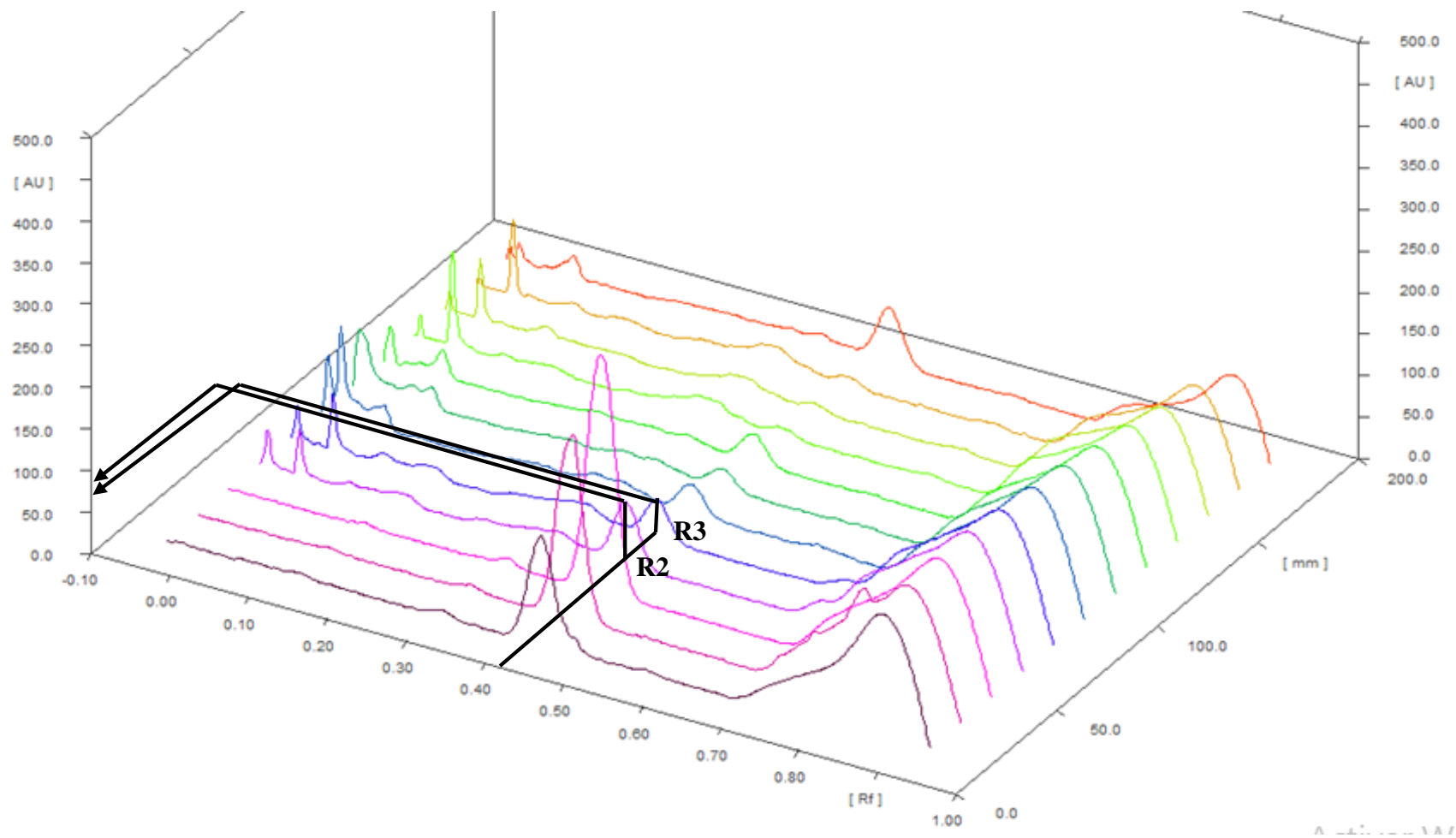


Gráfico 41. Cromatogramas de las muestras a2b2 del contenido de cafeína

Fuente: Datos de winCATS **Elaborado por:** Autora

3.5.1.6. Contenido de cafeína en las muestras de té negro con azúcar (a1b1) visualizado a 264nm

En el cromatograma (ver gráfico 42) se observan los picos del contenido de cafeína de las muestras a1b1 donde:

Réplica 1 tiene una concentración de cafeína de $-21 \mu\text{g/ml}$, 53 AU (unida astronómica), radio frecuencia (Rf) de 0.43 y con una longitud de onda de 65mm.

Réplica 2 tiene una concentración de cafeína de $-48 \mu\text{g/ml}$, 48 AU, Rf de 0.43 y una longitud de onda de 96 mm.

Réplica 3 tiene una concentración de cafeína de $-23 \mu\text{g/ml}$, 70 AU, Rf de 0.43 y con una longitud de onda de 115mm

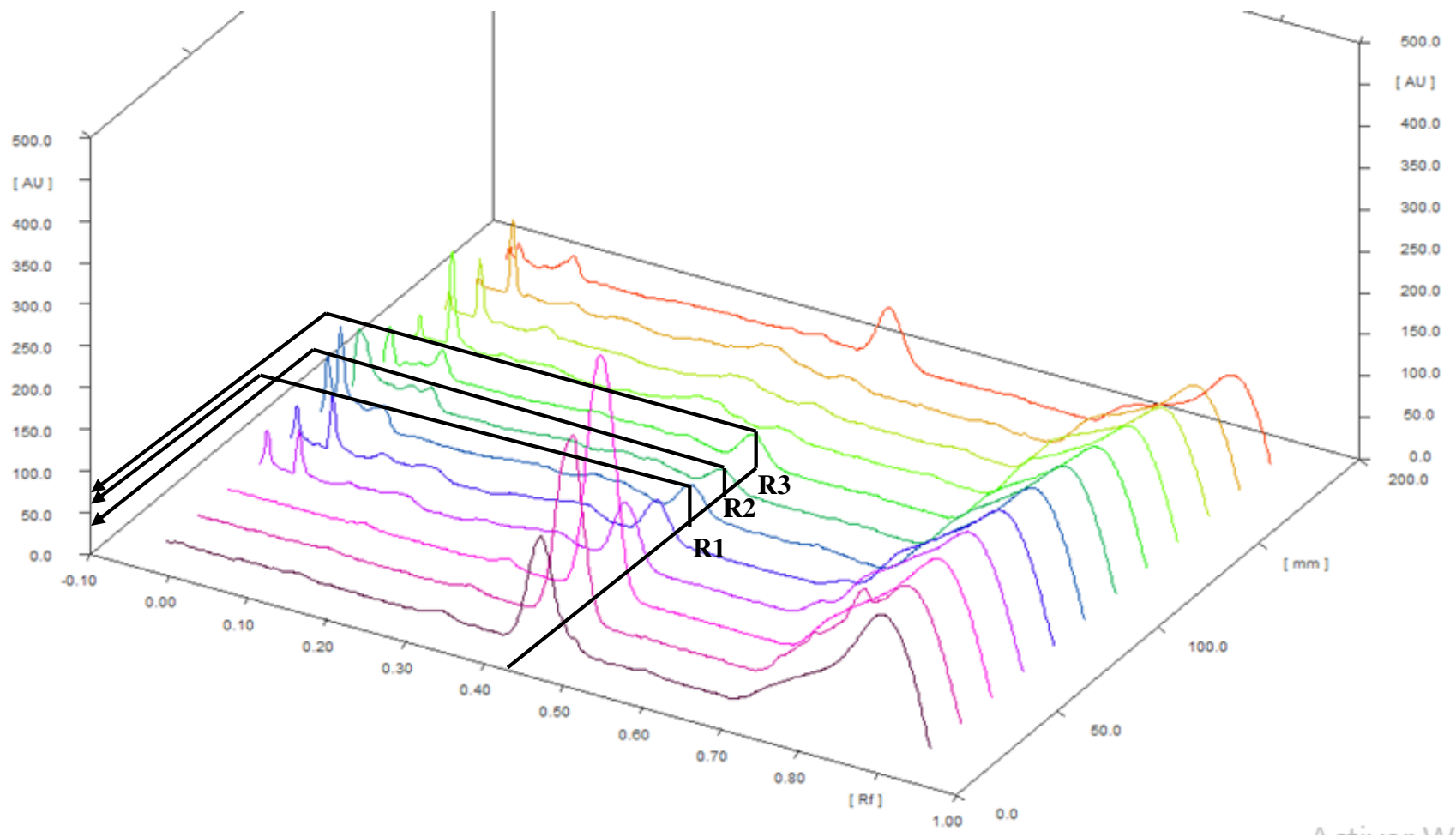


Gráfico 42. Cromatogramas de las muestras a1b1 del contenido de cafeína

Fuente: Datos de winCATS **Elaborado por:** Autora

3.5.1.6. Contenido de cafeína en las muestras de té negro con miel (a1b2) visualizado a 264nm

En el cromatograma (ver gráfico 43) se observan los picos del contenido de cafeína de las muestras a1b1 donde:

Té inicial tiene una concentración de cafeína de 52 μg , 90 AU, Rf de 0.44 y con una longitud de 190mm

Réplica 1 tiene una concentración de cafeína de -79 $\mu\text{g/ml}$, 25 AU (unida astronómica), radio frecuencia (Rf) de 0.43 y con una longitud de onda de 140mm.

Réplica 2 tiene una concentración de cafeína de -85 $\mu\text{g/ml}$, 35 AU, Rf de 0.43 y una longitud de onda de 150 mm.

Réplica 3 tiene una concentración de cafeína de -79 $\mu\text{g/ml}$, 33 AU, Rf de 0.43 y con una longitud de onda de 130mm

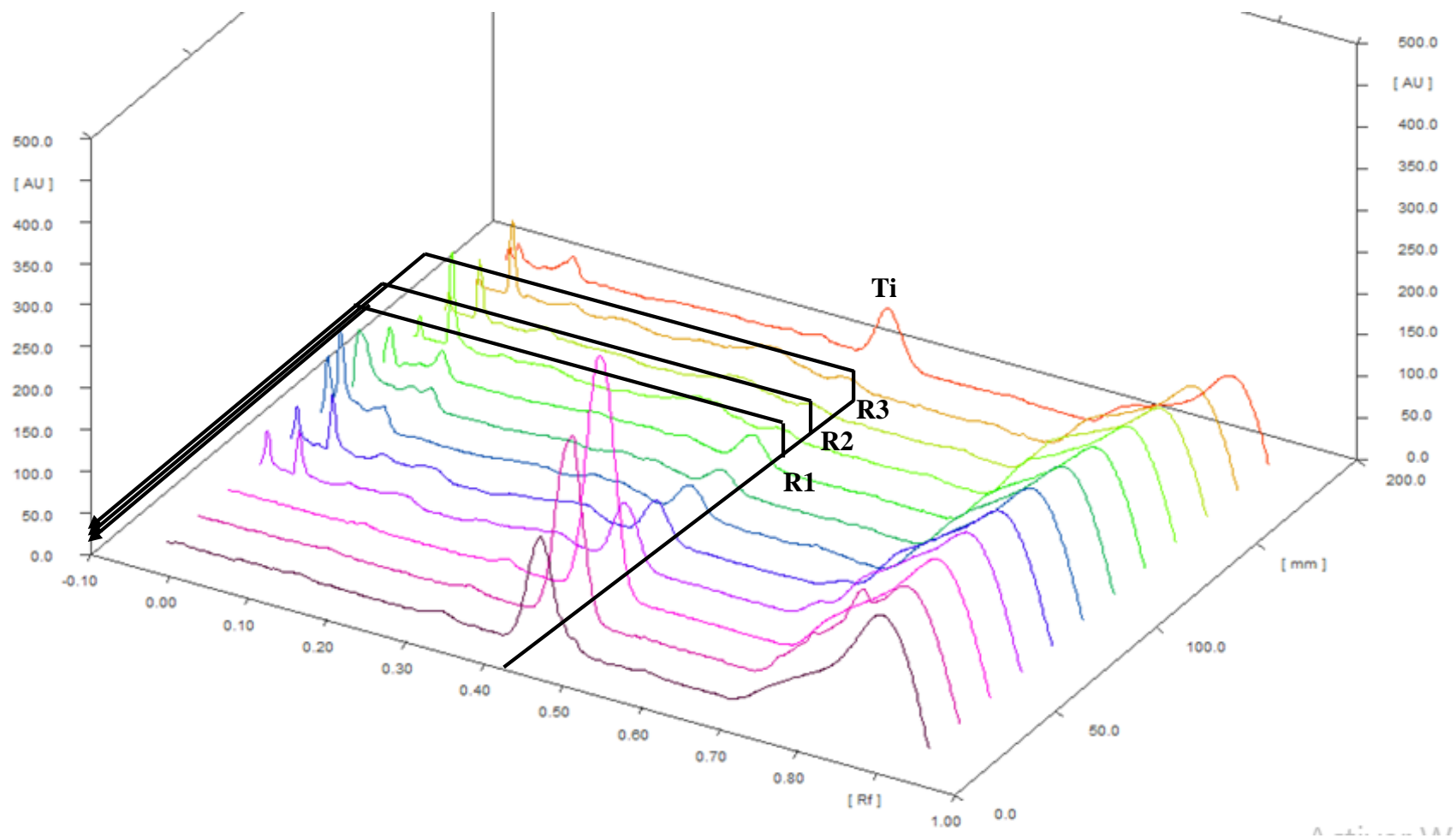


Gráfico 43. Cromatogramas de las muestras a1b2 del contenido de cafeína

Fuente: Datos de winCATS **Elaborado por:** Autora

3.6 Discusión

Durante los 15 días de fermentación se presentó una variación en los análisis fisicoquímicos de los diferentes fermentados de la bebida (pH, acidez y °brix) donde establece la normativa ecuatoriana INEN de alimentos con pro-bióticos (NTE INEN 2395:2011) que los valores aptos para el consumo humano deben estar en un rango de 3.8 a 4 en pH, 0.3-0.45% en acidez y 12-13 °brix.

El pH en el tratamiento de té negro con azúcar fue de 2.6, acidez de 1.33% y °brix de 12 existiendo un incremento de 16 °brix en los días 3,4 y 5; por tanto, no es apto para el consumo humano debido a que los valores fisicoquímicos se encuentran fuera del rango y no presenta estabilidad durante el tiempo de fermentación. Esto puede deberse a que en el transcurso de la fermentación el hongo Kombucha no adquirió suficiente cafeína o edulcorante para su proceso de fermentación inhibiendo las propiedades beneficiosas que aporta el hongo (**Vargas, 2011**)

Mientras tanto en el tratamiento de té negro con miel se obtuvo un pH de 2.6, acidez de 2.20% y °brix de 12 donde se observó un incremento de 16.4 °brix en los días 3,4,5; variación que se encuentra fuera del rango permitido y no apta para el consumo humano. Según (**Alfredo, 2007**), la miel para este tipo de fermentación no es ideal, ya que presenta un pH muy bajo y un grado de bactericida que contiene varias enzimas fermentadoras que hace que el té de Kombucha se fermente rápidamente debido a la producción del ácido acético en mayor cantidad.

En el tratamiento de guayusa con azúcar se registró un pH de 2.66, acidez de 1.71 y °brix de 16.7; valores considerados aptos para el consumo humano. Debido a que la guayusa concede al SCOBY nitrógeno para obtener una mejor fermentación liberando de manera paulatina su contenido de cafeína y permitiendo que durante el tiempo de fermentación el hongo pueda consumir suficiente cafeína y sacarosa para estabilizarse y producir Vitamina C (**Laura, 2019**).

En el tratamiento de guayusa con miel se registró un pH de 2.5, acidez de 3.37 y °brix de 13.2 no apto para el consumo humano, debido a la naturaleza dispersa de los datos fisicoquímicos. Según **Morales (2014)**, desde el punto de vista nutricional y toxicológico la miel no es apta para fermentados de largo plazo ya que posee un pH muy bajo y hace que la infusión de Kombucha se fermente de una forma acelerada dejando al SCOBY sin alimento.

En el tratamiento de café con ganoderma y azúcar se presentó un pH de 2.8, acidez de 1.6 y °brix de 12.5, fuera del rango permitido. Debido a que la seta de ganoderma presente en el café posee una fuente alta de antioxidantes similares al SCOBY de Kombucha lo que hace que en conjunto se produzca una fermentación acelerada y un incremento en sus propiedades fisicoquímicas; adicionalmente la seta de ganoderma presenta un amargor extremadamente fuerte, aportando ese sabor al fermentando de Kombucha (**Seng, 2004**).

En la mezcla de café con ganoderma y miel se obtuvo un pH de 2.6, acidez de 2.79% y 11 °brix, fuera del rango permitido. Debido a que la miel contiene diversos compuestos que son rápidamente metabolizados y transformados por los microorganismos que integran la simbiosis del hongo Kombucha y junto al café de ganoderma hacen que la fermentación sea acelerada y en ocasiones afecte la naturaleza de la celulosa del hongo Kombucha por el amargor que presenta la seta de ganoderma. (**Vargas, 2011**)

En el análisis de cromatografía de capa fina de alta resolución se observó que los datos de cafeína de las diferentes infusiones fermentadas disminuyen o sobrepasan al valor establecido inicialmente de 16.64mg/g. Debido a que los sustratos usados no generan la misma cantidad de cafeína y no son aptas para una buena fermentación del hongo Kombucha. En varios estudios previos, los investigadores utilizan té negro para las pruebas de fermentación del hongo Kombucha, además se evidencia las relaciones de proporcionalidad entre la concentración de pH, acidez y °brix.

Finalmente, en el análisis sensorial el tratamiento con más aceptación por los panelistas fue la infusión fermentada de guayusa con azúcar, con las siguientes características: un 50% describe que su sabor es muy agradable, un 50% de los panelistas describe que su olor es agradable, al menos el 67% de los evaluados mencionan que la mezcla presenta poca acidez, y en términos de dulzor un 50% describe un dulzor agradable y el otro 50% menciona un dulzor muy agradable. Por otra parte la infusión fermentada de té negro con azúcar fue considerada como la segunda opción con un 60% en sabor agradable, 56% en dulzor agradable, 39% en olor ligero y un 56% en poca acidez.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- ❖ Se determinó la concentración de cafeína a partir de té negro, hoja de guayusa y café con ganoderma, durante la fermentación del Hongo Kombucha en un periodo de 15 días obteniendo como la mejor bebida tanto en sus propiedades sensoriales como en sus propiedades fisicoquímicas el fermento de guayusa con azúcar.
- ❖ En el análisis de los diferentes cromatogramas visualizados mediante HPTLC, se observó que el tratamiento de guayusa con azúcar es el más aceptado, presentando una mayor concentración de cafeína con un valor promedio de 0.17 mg/g en relación las demás muestras de: café con ganoderma y azúcar presenta una concentración de 0.0673 mg/g, café con ganoderma y miel con una concentración de 0.128 mg/g, guayusa y azúcar con una concentración de 0.172 mg/g, guayusa y miel con una concentración de 0.0476 mg/g, té negro y azúcar con una concentración de -0.0306 mg/g y té negro y miel con una concentración de -0.081 mg/g.
- ❖ Al finalizar la etapa de fermentación se concluyó que en el quinceavo y último día de análisis las propiedades fisicoquímicas de las diferentes muestras (tabla 28) no fueron catalogadas aptas para el consumo humano según NTE INEN 2395: 2011, donde existió una gran variación en las propiedades fisicoquímicas.
- ❖ El análisis sensorial demostró que la percepción más agradable por los panelistas en cuanto a olor, sabor, dulzor y acidez fue la mezcla de guayusa con azúcar con al menos un 50% de aceptación, seguida de la mezcla de té negro con azúcar que también presentó un 50% en aceptación; descartando las mezclas que contiene como edulcorante la miel como el café con ganoderma, guayusa, té negro con menos del 50% de aceptación por la presencia de percepciones de acidez alta descartadas para el consumo humano.

4.2. Recomendaciones

- ❖ Se recomienda realizar pruebas de fermentación con guayusa y té negro utilizando únicamente azúcar como edulcorante para determinar el punto de equilibrio en la concentración de cafeína de cada muestra, donde el uso del azúcar nos ayuda a obtener una bebida más refinada y con mayor valor nutricional en comparación al uso de miel como edulcorante donde la miel no es apta para fermentaciones largas por su baja cantidad de azúcar.
- ❖ Realizar una comparativa entre normas nacionales e internacionales de las propiedades fisicoquímicas en bebidas fermentadas, de tal forma que se pueda determinar un rango aceptable en el que las mezclas sean consideradas aptas para el consumo humano que puedan ser en un periodo de 15 días o menos.
- ❖ Es recomendable desarrollar los análisis de percepción sensorial con un número mayor de panelistas pre entrenados dado que esto permitirá obtener un criterio objetivo sobre la aceptación de una bebida fermentada destinada al consumo o venta masiva.

BIBLIOGRAFÍA

- Abshenas, J., Derakhshanfar, A., Hosein Ferdosi, M., & Hasanzadeh, S. (2011). Protective effect of kombucha tea against acetaminophen-induced hepatotoxicity in mice: A biochemical and histopathological study. *Comparative Clinical Pathology*. doi:10.1007/s00580-011-1273-9
- Afsharmanesh, M., & Sadaghi, B. (2013). Kombucha tea) as antimicrobial growth promoters on growth, ileal nutrient digestibility, blood parameters, and immune response of broiler chickens. *Comparative Clinical Pathology* . doi:10.1007/s00580-013-1676-x
- Arias, F. (2006). *El proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. Caracas - Venezuela: EPISTEME, C.A.
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación* (6° ed.). Episteme.
- Battikh, H., Bakhroufa, A., & Ammar, E. (2012). Antimicrobial effect of Kombucha analogues. *LWT - Food Science and Technology*, 47(1). Recuperado el 9 de enero de 2020, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643812000023>
- Bhattacharya , S., Gachhui , R., & Sil , P. (2011). Hepatoprotective properties of kombucha tea against TBHP-induced oxidative stress via suppression of mitochondria dependent apoptosis. *Pathophysiology*. Recuperado el 9 de enero de 2020, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21388793>
- Blanc , P. (febrero de 1996). *Characterization of the tea fungus metabolites*. Recuperado el 9 de enero de 2020, de <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00128667>
- Carral Mahía, E. M. (2011). *Determinación analítica de la cafeína en diferentes productos comerciales*. Tesis de grado, Universitat Politècnica de Catalunya, Departamento de Química Industrial , Barcelona. Recuperado el 01 de febrero de 2020, de

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/11148/Mem%C3%B2ria.pdf>

CheChu, S., & Chen, C. (2005). Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of kombuch. *Food Chemistry*. Recuperado el 9 de enero de 2020, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814605005364>

Czaja, W., & Krystynowicz, A. (2006). *Microbial cellulose--the natural power to heal wounds*. Recuperado el 9 de enero de 2020, de <https://www.semanticscholar.org/paper/Microbial-cellulose--the-natural-power-to-heal-Czaja-Krystynowicz/e77d0fa2e39d4f0043d5d8d4c0ee92e945942a2e>

Davies , G., Parsek , M., Pearson , J., Iglewski , B., Costerton , J., & Greenberg , E. (1998). *The involvement of tea Kombucha a signals in the development of a bacterial biofilm*.

Dufresne, C., & Farnwor, E. (julio de 2000). Tea, Kombucha, and health: a review. *Food Research International*(33). Recuperado el 9 de enero de 2020, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996900000673>

El Taher, E. (2011). Kombucha: A new microbial phenomenon and industrial benefits. *The Regional Center for Mycology and Biotechnology*,. Recuperado el 9 de enero de 2020, de [http://www.aasd.byethost13.com/Volumes/aasdj7\(2\)2011/41-60.Eman.M.El-Taher.pdf?i=1](http://www.aasd.byethost13.com/Volumes/aasdj7(2)2011/41-60.Eman.M.El-Taher.pdf?i=1)

Fattori , S. B. (22 de OCTUBRE de 2004). *"LA MIEL" Propiedades, Composición Propiedades, Composición*. Recuperado el 9 de enero de 2020, de https://www.apiservices.biz/documents/articulos-es/la_miel_propiedades_composicion_y_analisis_fisico-quimico.pdf

- George, J., Sabapathy, S., Ramana, K., & Bawa, A. S. (diciembre de 2005). *Physico-Mechanical Properties of Chemically Treated Bacterial (Acetobacter xylinum) Cellulose Membrane*. Recuperado el 9 de enero de 2020, de https://www.researchgate.net/publication/225804718_Physico-Mechanical_Properties_of_Chemically_Treated_Bacterial_Acetobacter_xylinum_Cellulose_Membrane
- González Tellez, Olivares Vázquez, Espinoza-Raya, Ruíz-Durán, & Gómez-Pliego. (2018). Bebidas fermentadas nutraceuticas elaboradas a partir del hongo Kombucha y su uso potencial en el tratamiento de Síndrome metabólico. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3, 338-343. Recuperado el 02 de febrero de 2020, de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/4/56.pdf>
- GREENWALT, C., STEINKRAUS, K., & LEDF, R. (2000). Kombucha, the Fermented Tea: Microbiology, Composition, and Claimed Health Effects. *International Association for Food Protection*. Recuperado el 9 de enero de 2020, de <https://jfoodprotection.org/doi/pdf/10.4315/0362-028X-63.7.976>
- Jayabalana, R., Marim, S., & Swaminathan, K. (2007). Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation. *Food Chemistry*, 102(1). Recuperado el 9 de enero de 2020, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814606004250>
- Jiménez Torres, A., & Massa Sánchez, P. (2015). Producción de café y variables climáticas: El caso de Espíndola, Ecuador. *Economía*, XL(40). Recuperado el 9 de enero de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/1956/195648804006.pdf>
- Loncar, E., Malbasa, R., & Kolarov, L. (2007). METABOLIC ACTIVITY OF TEA FUNGUS ON MOLASSES AS A SOURCE OF CARBON. Recuperado el 9 de enero de 2020, de <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/1450-7188/2001/1450-71880132021L.pdf>

- Melo Gallegos, V. (2014). *Composición y Análisis Químico de la Especie Ilex guayusa Loes.* Quito: UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO. Recuperado el 17 de enero de 2020, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/3269/1/000110421.pdf>
- Morales Chicaiza, L. (2014). *DESARROLLO, ELABORACIÓN Y OPTIMIZACIÓN BROMATOLÓGICA DE UNA BEBIDA DE TÉ NEGRO FERMENTADA A BASE DE Manchurian fungus (KOMBUCHA) Y EVALUACIÓN DE SU ACTIVIDAD COMO POTENCIAL ALIMENTO FUNCIONAL.* ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, FACULTAD DE CIENCIAS, RIOBAMBA. Recuperado el 02 de febrero de 2020, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3918/1/56T00513%20U DCTFC.pdf>
- Morales, L. (2014). *Elaboración bromatológica de una bebida fermentada de té negro.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3422?mode=full>
- Oberle, M., & Griesinger, H. (2013). *Detection and Determination of Caffeine, Taurine and Arginine in Shampoos by HPTLC.* Recuperado el 17 de enero de 2020, de <https://www.sigmaaldrich.com/technical-documents/articles/analytix-reporter/caffeine-aurine-and-arginine-in-shampoos-by-hptlc.html>
- Pardo Lozano, R., Alvarez García, Y., Barral Tafalla, D., & Farré Albaladejo, M. (2007). Cafeína: un nutriente, un fármaco, o una droga de abuso. *Adicciones*, 19(3). Recuperado el 9 de enero de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/2891/289122084002.pdf>
- Radice, M., & Vidari, G. (2007). Caracterización fitoquímica de la especie *Ilex guayusa* Loes. y elaboración de un prototipo de fitofármaco de interés comercial. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*(6). Recuperado el 9 de enero de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047390002.pdf>

Robles Aedo, V. (2011). *Determinación de parámetros de fermentación para la producción de kombucha utilizando una población mixta de microorganismos denominado fermento de té*. tesis de grado, ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL, FACULTAD DE INGENIERÍA , Abancay. Recuperado el 02 de febrero de 2020, de http://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/418/T_0029.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Salamanca Grosso, G., Beltrán Olaya, M. A., & Gutiérrez Pedraza , D. A. (2014). EVALUACIÓN DE UN PROCESO DE FERMENTACIÓN ACÉTICA INDUCIDO POR KOMBUCHA SOBRE SUSTRATO DE FRUCTOSA. *Grupo de Investigaciones Mellitopolinológicas y Propiedades Físicoquímicas de Alimentos*. Recuperado el 9 de enero de 2020, de <https://www.eposters.net/pdfs/evaluacion-de-un-proceso-de-fermentacion-actica-inducido-por-kombucha-sobre-sustrato-de-fructosa.pdf>

Santistevan Méndez, M., Julca Otiniano, A., Borjas Ventura, R., & Tuesta Hidalgo, O. (2014). CARACTERIZACIÓN DE FINCAS CAFETALERAS EN LA LOCALIDAD DE JIPIJAPA (MANABÍ, ECUADOR). *Ecología Aplicada*, 13(2). Recuperado el 9 de enero de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/341/34132815013.pdf>

Stevens, N. (2000). *Kombucha. El Té Extraordinario*. Cincinnati.

Suárez Ijujes, M. (2011). *Cálculo del tamaño de la muestra*. Recuperado el 17 de enero de 2020, de <https://www.monografias.com/trabajos87/calculo-del-tamano-muestra/calculo-del-tamano-muestra.shtml>

Vargas Mora, F. J. (2011). *ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA REFRESCANTE FERMENTANDO LA SIMBIOSIS KOMBUCHA CON EL OBJETO DE MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LOS CONSUMIDORES DE*

BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Recuperado el 9 de enero de 2020, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1759/1/SBQ5%20Ref3399.pdf>

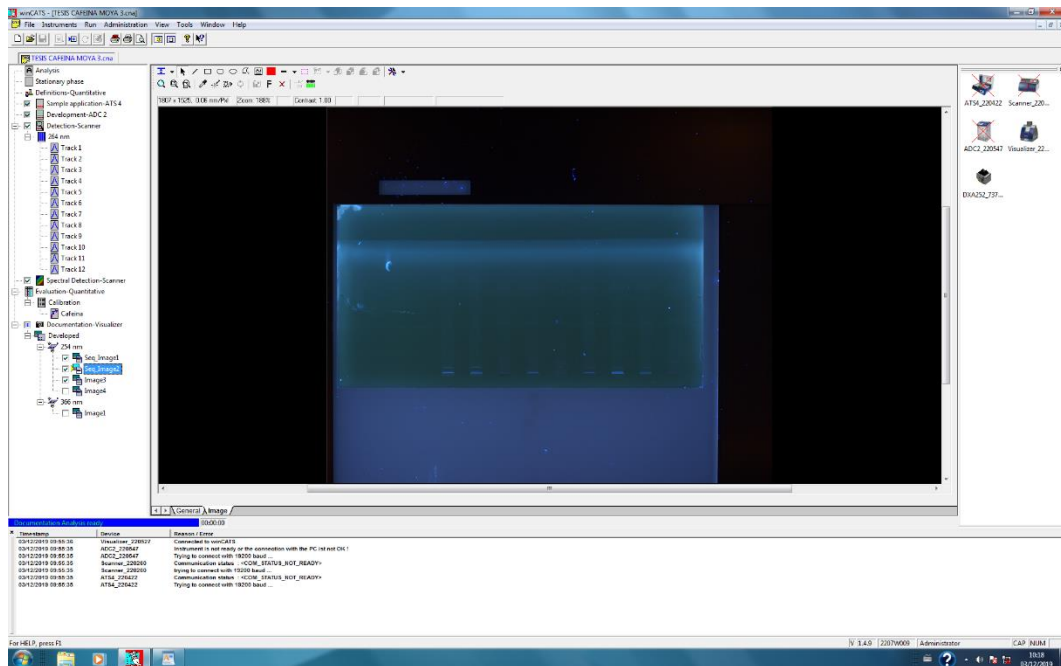
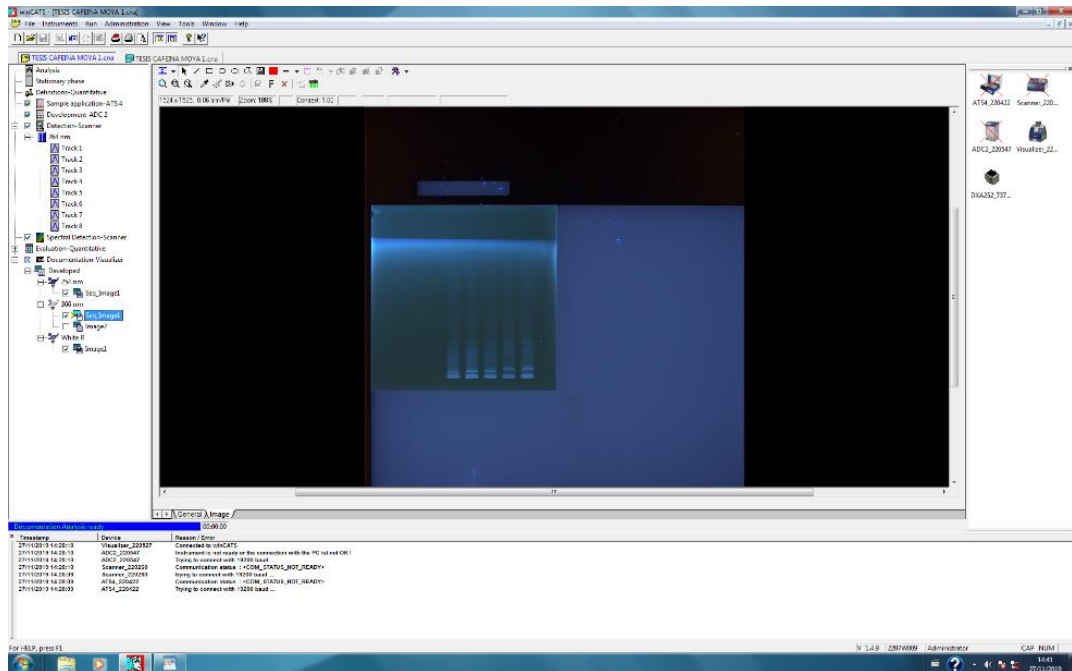
Vīna, I., Semjonovs, P., Linde, R., & Deniņa, I. (2014). Current Evidence on Physiological Activity and Expected Health Effects of Kombucha Fermented Beverage. *Journal of Medicinal Food*, 17(2). Recuperado el 9 de enero de 2020, de <https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/jmf.2013.0031>

Zúñiga García, W. A. (2015). *Elaboración de té de guayusa (Ilex guayusa Loes) con la adición de ácido cítrico y edulcorante bajo en calorías*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Recuperado el 9 de enero de 2020, de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/15873>

ANEXOS

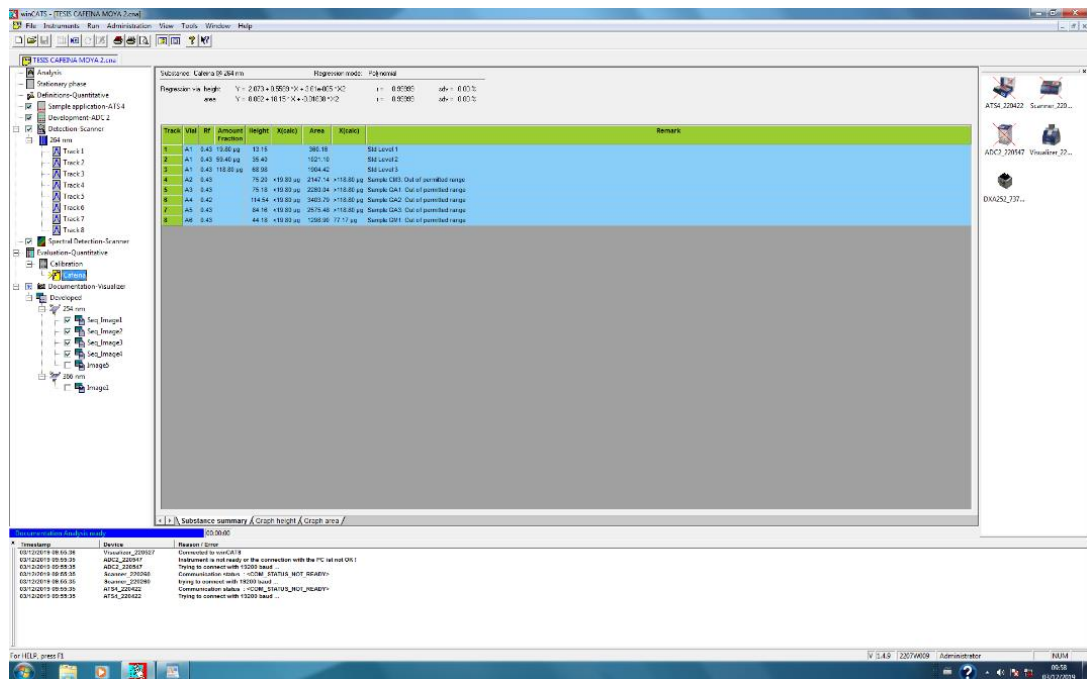
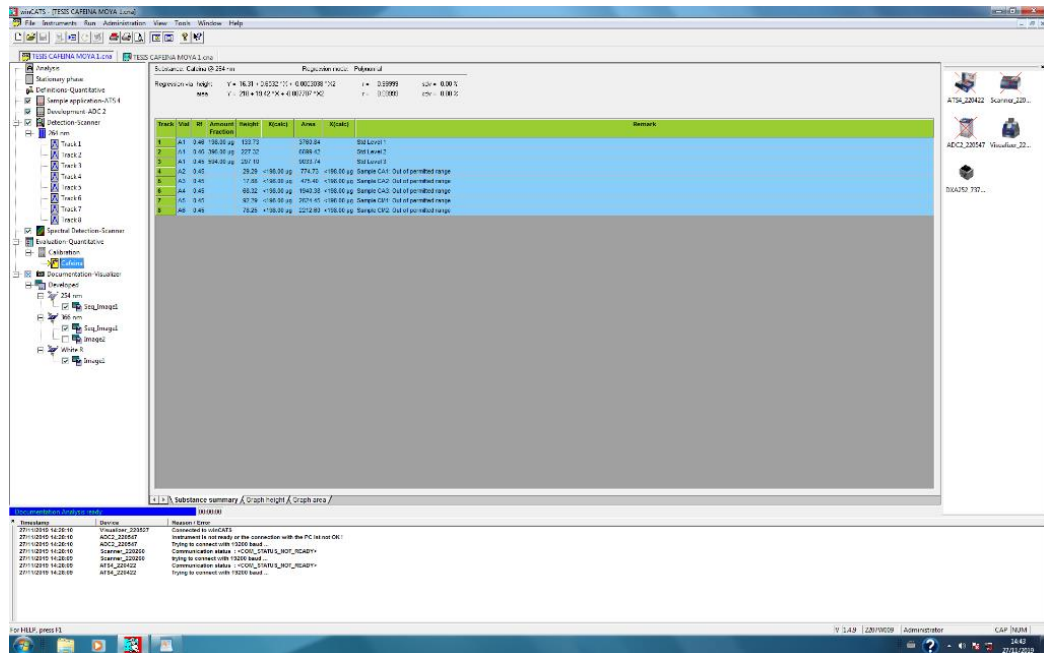
ANEXO 1:

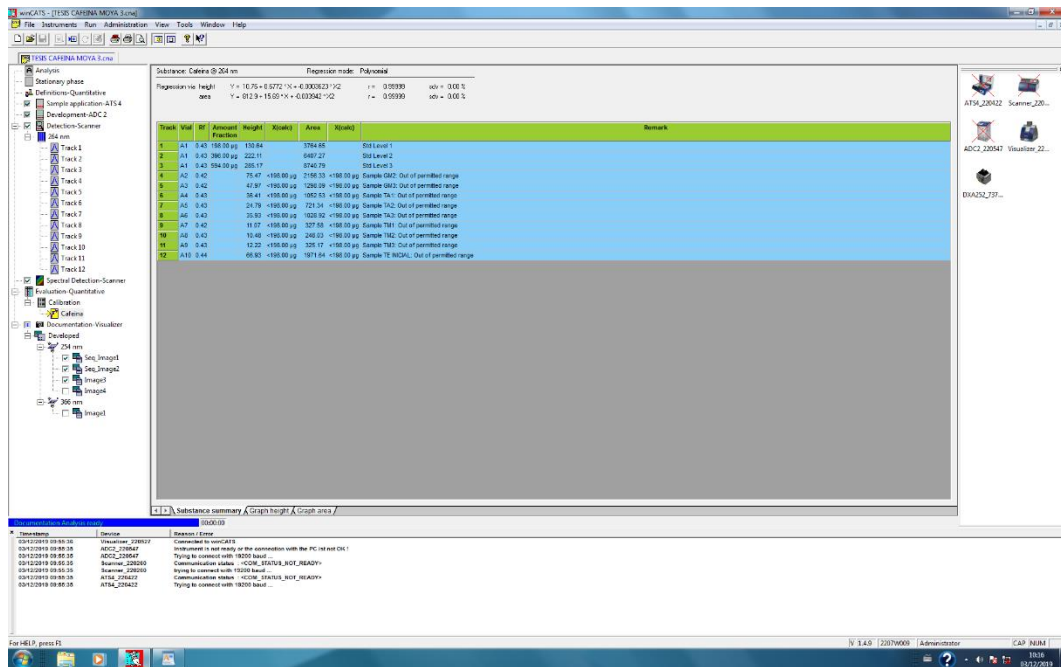
HPTLC: visualización de la cantidad de cafeína en placas de silica gel a 254nm



ANEXO 2:

Ecuaciones para calcular el contenido de café

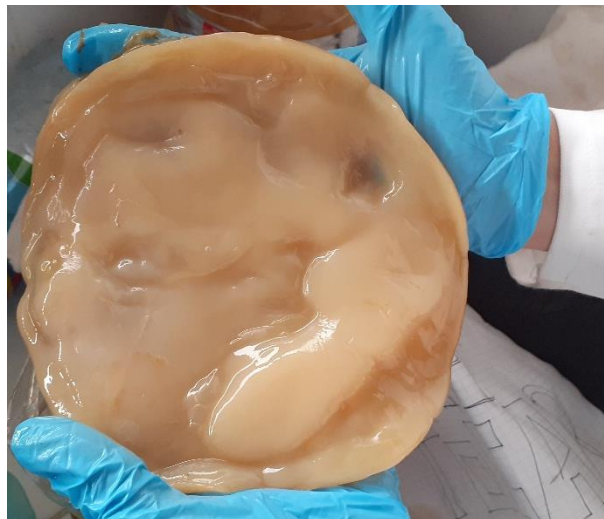




ANEXO 3:

Fotografías del proceso de la investigación

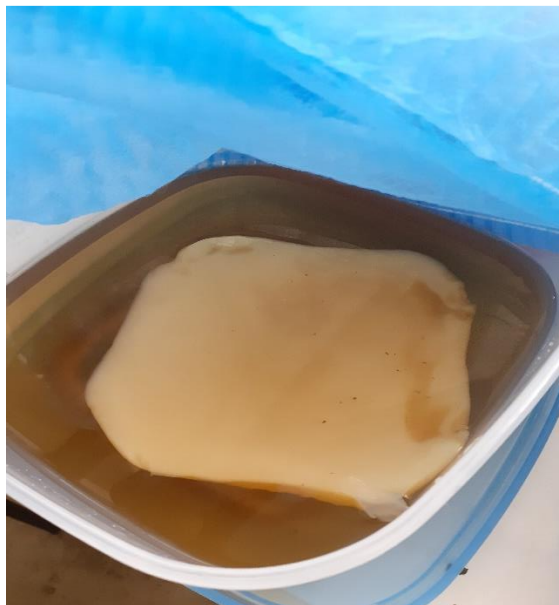
Scoby del hongo Kombucha



Adición de edulcorantes



Scoby en la infusión



Infusiones para el proceso de fermentación



ANEXO 4:

Equipos HPTLC para lectura de cafeína



Inyección de muestras en la placa silica gel

