

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**



**Desarrollo del Lexicón y Descriptores de Cervezas Artesanales  
mediante el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA)**

Por:

**Mariela Gerónimo Antonio**

**TESIS**

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Desarrollo del Lexicón y Descriptores de Cervezas Artesanales  
mediante el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA)

Por:

Mariela Gerónimo Antonio

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de  
INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

La cual fue revisada y aprobada por:



Dra. Xochitl Ruelas Chacón

Directora



Dra. Pilar Espitia Hernández

Codirectora

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Desarrollo del Lexicón y Descriptores de Cervezas Artesanales mediante el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA)

Por:

Mariela Gerónimo Antonio

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

La cual fue revisada y aprobada por:



Dra. Xochitl Ruelas Chacón  
Asesor Principal

COMITÉ ASESOR



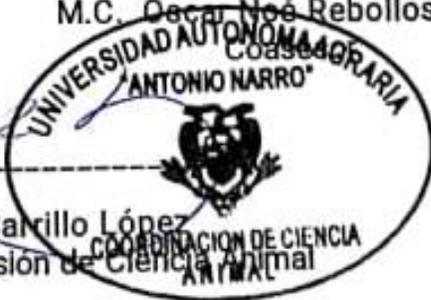
Dra. Pilar Espitia Hernández  
Coasesor



Dr. José Daniel Corona Flores  
Coasesor



M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla  
Coasesor



M.C. Pedro Carrillo López  
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Desarrollo del Lexicón y Descriptores de Cervezas Artesanales mediante el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA)

Por:

Mariela Gerónimo Antonio

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de  
INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

JURADO EXAMINADOR



Dra. Xochitl Ruelas Chacón

Presidente



Dra. Pilar Espitia Hernández

Vocal



Dr. José Daniel Corona Flores

Vocal



M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla

Vocal

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2024

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios**, por la vida de mis padres, porque cada día bendice mi vida con la hermosa oportunidad de estar y disfrutar, gracias por este nuevo triunfo.

**A mi “alma terra mater”** la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por formarme como profesionista, cuidarme y refugiarme en mi estancia.

**A mi asesora principal la Dra. Xóchitl Ruelas** Chacón por su paciencia y dedicación, por haberme apoyado, ayudado, aconsejado, gracias a estas acciones no hubiera sido posible este trabajo de tesis.

**Al M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla** por su valiosa participación y por el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo.

**A la Dra. Pilar Espitia** Hernández por su preciada participación y tiempo dedicado a la revisión de este trabajo.

**Al Dr. José Daniel Corona Flores** por su preciada participación y tiempo dedicado a la revisión de este trabajo.

**A mis amigos**, Ana Cristina, Fátima y Gregorio. Gracias por estar siempre, en las buenas y malas, por saber escuchar, por compartir momentos especiales e inolvidables. Gracias por su amistad dentro y fuera de la universidad.

**A los alumnos y alumnas de ICTA**, Blanca Rocío, Isabel, Kayssy Dayam, Paola Guadalupe, Verónica, Mayra Cecilia, Leydi Yaneth, Citlalli Monserrath, María Teresa, Gregorio, Víctor Manuel, Rigoberto y Marco Antonio. Por su ardua participación como jueces en la realización de este trabajo de tesis. Por mostrar en todo momento compromiso y dedicación.

# DEDICATORIA

## **A DIOS:**

Por la gran dicha de darme la vida; tu amor y tu bondad no tienen fin, me permites sonreír ante todos mis logros resultados de tu ayuda, gracias Dios por permitirme vivir y disfrutar de cada día.

## **A MIS QUERIDOS PADRES:**

Alba Antonio Hernández y Gerardo Gerónimo del Ángel.

Gracias a ti mami he aprendido a no rendirme. A confiar en mí. Te he visto darte todo, incluso cuando no tienes nada. Me enseñaste a valorar lo que tengo, me enseñaste que soy capaz. Soy una mujer fuerte porque fui criada por alguien más fuerte que yo. Te amo mami.

Gracias a ti papi por haberme enseñado que con esfuerzo, trabajo y constancia todo se consigue, tú siempre serás el primer hombre de mi vida y de mi corazón. Te amo tatito.

## **A MIS HERMANOS:**

Víctor Manuel, Francisco Javier y Luis Gerardo.

Gracias por estar y apoyarme siempre, procurando mi bienestar, motivándome a superarme cada día, a hacer frente con valentía a las adversidades, me brindan amor y la calidez de la familia a la cual amo.

A mis pequeñas sobrinas: Victoria Rubí, Alba Yamileth y Sara Mailin. Por todo el amor y alegría que han traído a la familia. Son mi recordatorio diario de que hay belleza en el mundo y que la vida es un regalo. Las quiero y amo más allá de las palabras.

## DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

La autora quien es la responsable directa, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega), reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio), comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia, omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas, emplear ideas o razonamientos de un autor sin citarlo, aplicar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente. Así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Mariela Gerónimo Antonio

# ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIA.....	II
DECLARACION DE NO PLAGIO .....	III
ÍNDICE DE CUADROS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	XI
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Hipótesis .....	3
1.2 Objetivos .....	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos .....	3
1.3 Justificación.....	3
2 REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1 Cerveza Artesanal .....	4
2.1.1 Antecedentes.....	5
2.1.2 Producción.....	5
2.1.3 Propiedades beneficiosas de la cerveza artesanal en la salud.....	7
2.1.4 Comercialización de la cerveza artesanal.....	8
2.1.5 Tipos de cerveza artesanal .....	8
2.2 Evaluación Sensorial.....	9
2.2.1 Tipos de jueces .....	10
2.2.2 Tipos de pruebas sensoriales .....	11
2.2.3 Lugares y diseño de pruebas sensoriales .....	12
2.2.4 Importancia y aplicación de la evaluación sensorial .....	13
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1 Materia Prima .....	14
3.2 Metodología.....	15
3.2.1 Fase de selección .....	15

3.2.2	Fase de inducción .....	16
3.2.3	Fase de generación de descriptores.....	16
3.2.4	Fase de selección de descriptores.....	16
3.2.5	Fase de entrenamiento .....	18
3.2.6	Fase de prueba .....	19
3.2.7	Fase de resultados.....	19
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
4.1	Análisis Estadístico.....	20
4.2	Valores promedio Del QDA de los 20 atributos.....	22
4.3	Análisis de Componentes Principales .....	35
5	CONCLUSIONES .....	47
6	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	48
7	ANEXOS .....	52
7.1	Análisis de varianza y medias LSD.....	52
7.1.1	Sabor dulce.....	52
7.1.2	Sabor amargo .....	52
7.1.3	Sabor ácido .....	53
7.1.4	Sabor tostado .....	53
7.1.5	Persistencia.....	54
7.1.6	Olor café .....	54
7.1.7	Olor dulce .....	54
7.1.8	Turbidez .....	55
7.1.9	Burbujeo .....	56
7.1.10	Gaseosa.....	56
7.1.11	Espuma .....	57
7.1.12	Color dorado.....	57
7.1.13	Color negro .....	58
7.1.14	Aroma hierbas aromáticas .....	58
7.1.15	Aroma malta.....	59
7.1.16	Aroma frutal .....	59

7.1.17	Aroma tostado.....	60
7.1.18	Aroma dulce.....	60
7.1.19	Aroma alcohol.....	61
7.1.20	Textura.....	61

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Especificaciones de calidad para cerveza de consumo seguro.....	6
Cuadro 2. Muestras estándares o anclas para la evaluación de los atributos de las cervezas artesanales. ....	14
Cuadro 3. Material para realizar la evaluación sensorial.....	15
Cuadro 4. Descriptores utilizados para explicar los parámetros de calidad deseados a las cervezas.....	17
cuadro 5. Resultados del ANOVA de las nueve cervezas artesanales y el estudio de Fisher, tomando en cuenta los 20 atributos, la significación de las diferencias se definió como $p>0.05$ . las letras iguales indican que no hubo diferencias significativas.....	21
cuadro 6. Valores de los componentes principales. ....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cervezas artesanales utilizadas.....	14
Figura 2. Jueces en la fase de generación de descriptores. ....	16
Figura 3. Jueces en la fase de entrenamiento.....	18
Figura 4. Jueces en la etapa de evaluación. ....	19
Figura 5. Jueces proporcionando los resultados de las muestras.....	19
Figura 6. Valores de la intensidad promedio del atributo <b>sabor amargo</b> en las nueve cervezas evaluadas.....	22
Figura 7. Resultados de la magnitud promedio del atributo <b>sabor dulce</b> de las nueve cervezas artesanales evaluadas. ....	23
Figura 8. Valores promedio del atributo <b>sabor acido</b> en las nueve cervezas evaluadas.....	23
Figura 9. Resultados de medias del atributo <b>sabor tostado</b> en las nueve cervezas artesanales evaluadas. ....	24
Figura 10. Valores de la intensidad promedio del <b>atributo persistencia</b> en las nueve cervezas evaluadas.....	25
Figura 11. Valores de la intensidad promedio del atributo <b>olor a café</b> en las nueve cervezas artesanales evaluadas. ....	25
Figura 12. Resultados de la intensidad promedio del atributo <b>olor dulce</b> de las nueve cervezas evaluadas.....	26
Figura 13. Promedios del atributo <b>aroma hierbas aromáticas</b> en las nueve cervezas artesanales evaluadas. ....	27
Figura 14. Valores promedio del atributo <b>aroma malta</b> en las nueve cervezas evaluadas.....	27
Figura 15. Resultados de medias del atributo <b>aroma frutal</b> en las nueve cervezas artesanales evaluadas. ....	28
Figura 16. Valores de la intensificación promedio del atributo <b>aroma tostado</b> en las nueve cervezas artesanales evaluadas.....	29
Figura 17. Resultados de la magnitud promedio del atributo <b>aroma dulce</b> en las nueve cervezas evaluadas.....	29
Figura 18. Valores de la intensidad promedio del atributo <b>aroma alcohol</b> en las nueve cervezas artesanales evaluadas. ....	30
Figura 19. Valores promedio del atributo <b>textura</b> en las nueve cervezas evaluadas. ....	31
Figura 20. Resultados de la magnitud del atributo <b>apariciencia turbidez</b> en las nueve cervezas evaluadas.....	31
Figura 21. Valores de la intensidad promedio del atributo <b>apariciencia burbujeo</b> en las nueve cervezas evaluadas. ....	32
Figura 22. Resultados de medias del atributo <b>apariciencia gaseosa</b> en las nueve cervezas evaluadas.....	33

Figura 23. Valores de la magnitud promedio del atributo <b>apariencia espuma</b> en las nueve cervezas artesanales evaluadas. ....	33
Figura 24. Resultados de la intensidad promedio del atributo <b>apariencia dorado</b> en las nueve cervezas evaluadas. ....	34
Figura 25. Valores promedio del atributo <b>apariencia negro</b> en las nueve cervezas artesanales evaluadas. ....	35
Figura 26. Análisis de Componentes Principales de sedimentación CP1 y CP2 de los principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas evaluadas (sabor). ....	36
Figura 27. Principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas evaluadas de puntuación CP1 y CP2 (sabor). ....	37
Figura 28. Principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas evaluadas de proyección CP1 y CP2 (sabor). ....	38
Figura 29. Análisis de Componentes Principales de dispersión CP1 y CP2 de los principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas artesanales evaluadas (sabor). ....	38
Figura 30. Análisis de Componentes Principales de sedimentación de los principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas evaluadas CP1 y CP2 (olor y textura). ....	39
Figura 31. Análisis de Componentes Principales de los principales descriptores sensoriales de puntuación CP1 y CP2 de las nueve cervezas evaluadas (olor y textura). ....	40
Figura 32. Análisis de Componentes Principales de proyección CP1 y CP2 de los principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas evaluadas (olor y textura). ....	40
Figura 33. PCA de dispersión CP1 y CP2 de los principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas artesanales evaluadas (olor y textura). ....	41
Figura 34. Análisis de Componentes Principales de sedimentación de los principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas artesanales evaluadas CP1 y CP2 (aroma). ....	41
Figura 35. PCA de puntuación de los principales descriptores sensoriales CP1 y CP2 de las nueve cervezas evaluadas (aroma). ....	42
Figura 36. Análisis de Componentes Principales de proyección de los principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas evaluadas CP1 y CP2 (aroma). ..	43
Figura 37. PCA de dispersión de los principales descriptores sensoriales CP1 y CP2 de las nueve cervezas evaluadas (aroma). ....	43
Figura 38. Análisis de Componentes Principales de sedimentación CP1 y CP2 de los principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas evaluadas (apariencia). ....	44
Figura 39. Análisis de Componentes Principales de los principales descriptores sensoriales de puntuación CP1 y CP2 de las nueve cervezas evaluadas (apariencia). ....	45

Figura 40. Análisis de Componentes Principales de proyección CP1 y CP2 de los principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas evaluadas (apariencia). ..... 45

Figura 41. Principales descriptores sensoriales de dispersión CP1 y CP2 de las nueve cervezas evaluadas (apariencia). ..... 46

## RESUMEN

La cerveza artesanal es un producto cada vez más popular y diverso, la cual tiene una historia extensa en nuestra cultura, y los ingredientes empleados para su elaboración producen características distintivas que la hacen única. Estas cualidades deben ser apreciadas en la actualidad para adaptarse a los distintos nichos de mercado.

La evaluación sensorial es un enfoque científico que estudia y cuantifica las reacciones humanas frente a las propiedades de los alimentos. Es un método valioso en la descripción de productos, empleando un panel de especialistas que evalúan minuciosamente las cualidades que identifican a productos.

El método del Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) permite obtener un perfil detallado mediante la evaluación sensorial por un panel entrenado, quienes generan un conjunto de términos descriptivos precisos y consistentes. Estos descriptores son esenciales para la caracterización de cervezas artesanales, facilitando su diferenciación en el mercado y proporcionando un lenguaje común entre productores y consumidores.

En este caso se realizó el estudio del análisis sensorial aplicando el QDA por ser un método muy completo.

El objetivo de este trabajo fue desarrollar un perfil descriptivo de cervezas artesanales, estableciendo un lexicón a través del método del análisis descriptivo cuantitativo (QDA). Este método es objetivo, eficiente y valioso, se empleó para describir las características sensoriales de nueve cervezas artesanales. En la investigación participaron 13 panelistas entrenados, quienes desarrollaron las características descriptivas de las cervezas artesanales basándose en un léxico descriptivo que ellos mismos definieron.

**Palabras claves:** Análisis descriptivo cuantitativo, análisis de componentes principales, cerveza artesanal, evaluación sensorial.

# 1 INTRODUCCIÓN

Desde tiempo atrás junto al vino, la cerveza es la bebida alcohólica que más ha evolucionado a lo largo de la historia y se ha expandido en cuanto a producción, consumo y distribución. La cerveza se define como la bebida obtenida de la fermentación alcohólica de un mosto procesado con cebada germinada (malta), sola o combinada con algunos otros cereales, sustancias amiláceas, lúpulo, levadura y agua.

La cerveza es una de las bebidas alcohólicas más consumidas a nivel mundial por ser un producto de consumo común, alta aceptación, siendo rica en nutrientes, como carbohidratos, aminoácidos, minerales, vitaminas y fitoquímicos, como los compuestos fenólicos (Zapata et al., 2019).

Esta bebida alcohólica, la cerveza se cataloga como una bebida fermentada con un bajo contenido de alcohol, rica en diversos nutrientes y llega a atribuir algunos otros efectos beneficiosos si el consumo es bajo o moderado y exento de riesgo para la salud (Diaz et al., 2022).

La cerveza industrial se diferencia de la artesanal, por su proceso de producción, que va desde la molienda de la malta hasta el embotellamiento, se realiza de forma manual. Además, no experimenta ningún proceso de filtración ni pasteurización, lo cual tiene la finalidad de que sus cualidades sensoriales se mantengan. La cerveza artesanal se distingue de la industrial siendo más atractiva en términos de sabor y presentación (Fisher, 2023).

En los últimos años, el interés por las cervezas artesanales ha ido en aumento. El aumento mundial en la popularidad de las cervezas artesanales en los últimos años se ha dado en las tradicionales ales, lagers o incluso estilos diferentes. Específicamente interesados en probar cervezas artesanales nuevas con diferentes sabores, aromas; probablemente se deba a los componentes nutricionales y beneficios para la salud asociado con el consumo moderado de cerveza.

La calidad de un producto se evalúa en función de sus características nutrimentales y sanitarias; mientras que su reconocimiento, aceptación o rechazo, así como la demanda por parte del consumidor, son factores determinantes para su éxito. La capacidad de medir los atributos sensoriales distintivos de productos de alta calidad es fundamental para el desarrollo y producción de productos que satisfagan las necesidades de los consumidores (Chapman et al., 2001). Por lo tanto, las cervezas artesanales necesitan herramientas analíticas adecuadas para su descripción y estudio. Los métodos del análisis sensorial son una alternativa fundamental para llevar a cabo estudios de la cerveza (Medoro et al., 2016).

La ciencia sensorial se define como el método científico utilizado para evocar, medir, analizar e interpretar respuestas a los alimentos percibidos a través de los

sentidos de la vista, tacto, olfato, gusto y oído (Yang & Lee, 2019). La evaluación sensorial es el instrumento más importante para evaluar las propiedades de la cerveza, su calidad y, por tanto, la aceptación del consumidor (Viejo et al., 2019).

Para perfilar un producto según todas sus características sensoriales percibidas, se hace uso de técnicas sensoriales descriptivas. El análisis descriptivo cuantitativo es uno de los métodos descriptivos más utilizados para describir el tipo y la intensidad de las propiedades sensoriales en la evaluación de productos (Ng, 2012).

El método de ANÁLISIS DESCRIPTIVO CUANTITATIVO (QDA) se utiliza para proyectar, de manera más completa, el perfil sensorial en cuanto a las características de apariencia, aroma, textura y sabor. El método identifica los atributos y los cuantifica en el orden en que aparecen (Priulli et al., 2022). Se basa principalmente en la capacidad de preparar a los panelistas para medir los atributos de un producto para obtener una descripción cuantitativa general del producto que pueda ser sujeto a un análisis estadístico (Chapman et al., 2001). Los panelistas determinan los atributos clave del producto y las escalas de intensidad del producto; están capacitados para identificar y evaluar constantemente las propiedades del producto (Puri et al., 2016).

## **1.1 HIPÓTESIS**

Las cualidades sensoriales de las cervezas artesanales se logran caracterizar utilizando el método del ANÁLISIS DESCRIPTIVO CUANTITATIVO (QDA).

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL**

Aplicar el ANÁLISIS DESCRIPTIVO CUANTITATIVO (QDA) para caracterizar las cualidades sensoriales de cervezas artesanales.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Crear un panel de jueces entrenados.
- Desarrollar un léxico descriptivo.
- Evaluar mediante la técnica de QDA (ANÁLISIS DESCRIPTIVO CUANTITATIVO) una serie de cervezas artesanales empleando los descriptores generados.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

La cerveza artesanal es una bebida alcohólica ampliamente valorada en todo el mundo a lo largo del tiempo debido a sus características únicas, como su sabor, aroma y color, que la distinguen de otras variedades existentes. En los últimos años, ha adquirido una creciente relevancia en el mercado gracias a sus propiedades particulares. Tanto las cervezas industriales como las artesanales han sido sometidas a análisis fisicoquímicos a distinción de lo sensorial. Comprender las características que hacen especiales a las cervezas artesanales es fundamental para satisfacer las expectativas del público, por lo que la evaluación sensorial es una herramienta esencial para medir la calidad percibida de esas bebidas por lo que se aplicó el método del QDA para caracterizar y describir las cualidades sensoriales de las cervezas artesanales.

## 2 REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 CERVEZA ARTESANAL

(Saullo et al., 2018) definen a la cerveza como aquella bebida alcohólica, obtenida fermentando agua en conjunto con levadura, el almidón de cebada u otros cereales. De un peculiar sabor amargo y con un color que va del amarillo hasta el negro.

La cerveza es una bebida alcohólica obtenida mediante la fermentación, básicamente se compone por cuatro ingredientes esenciales como lo es el agua, lúpulo, cebada y levadura. La cerveza también puede contener algunos otros ingredientes como los granos sin maltear llamados adjuntos y saborizantes (Viejo et al., 2019).

Asimismo, la cerveza artesanal se define como una bebida alcohólica única, distinta, además de innovadora, creativa, típica y auténtica, son producidas principalmente en microcervecerías con recetas específicas según preferencias de los consumidores o recetas que van de generación en generación. Las cervezas artesanales al tener una gran variedad de sabores le da la ventaja de ser percibidos ante el consumidor como de mejor calidad (Jardim et al., 2018).

La cerveza artesanal se distingue de la cerveza industrial por sus características únicas y diferentes de las ya existentes cervezas industriales. Las cervezas artesanales son de estilos nuevos, sabores y aromas únicos (Humia et al., 2020).

Cada uno de los ingredientes que se emplean en la fabricación de la cerveza aporta características importantes como se mencionan a continuación.

El agua, es el componente más importante y está presente en la cerveza en un 90 por ciento, y el lúpulo es el encargado de proporcionarle a la cerveza estabilidad, aroma, sabor o amargor.

La levadura es el microorganismo responsable de producir etanol a través del proceso de fermentación. la cebada por su parte, se utiliza en la elaboración de malta debido a su alta concentración de azúcares, los cuales son esenciales para llevar a cabo la fermentación en la producción de cerveza. Los adjuntos, pueden ser malteados o no malteados, asimismo, pueden ser sustituidos o integrados además de la malta, algunos como: arroz, mijo, maíz, tubérculos y algunos secundarios como frutas, hierbas y especias (Callejo et al., 2016).

Una de las bebidas alcohólicas más populares y consumidas a nivel mundial es la cerveza. Además, la cerveza es una bebida rica en nutrientes como los carbohidratos, aminoácidos, minerales, vitaminas, y fitoquímicos, algunos de los cuales son compuestos fenólicos (Zapata et al., 2019).

Las cervezas artesanales tienden a no utilizar aditivos artificiales o químicos, sino, por el contrario, naturales. Estas cervezas no se pasteurizan y tampoco se filtran, por lo tanto los aromas y sabores peculiares de la cerveza se mantienen (Washington & Salazar, 2018).

Se consideran cervezas artesanales solo a aquellas que se fabrican a una pequeña escala, usando ingredientes locales, no pasteurizados, sin filtración, sin aditivos, deben estar naturalmente fermentados (Jaeger et al., 2020).

### **2.1.1 ANTECEDENTES**

La cerveza representa una de las prácticas biotecnológicas más antiguas y nobles de la humanidad, en conjunto con el pan de cebada, incluso era conocida como “pan líquido”. Es increíble si su creación se debió a una contaminación accidental o bien a la curiosidad del hombre (Ferreira, 2014).

Se conoce a la cerveza como una bebida alcohólica con al menos 6,000 años. Hay indicios que indican que surgió en la Mesopotamia a partir de la fermentación de granos (Fisher et al., 2023). Desde tiempos lejanos la cerveza se ha mantenido presente en las culturas y civilizaciones, ellos lograban fabricar su propia bebida alcohólica, y dada su escala de producción se pueden considerar como cervezas artesanales (Callejo et al., 2016).

La fabricación de la cerveza comenzó a llevarse a cabo en monasterios y tabernas puesto que disponían con los ingredientes, gracias a las buenas tierras agrícolas y conocimientos de los procesos de producción (González, 2019).

(Díaz, 2022) considera a la cerveza como un alimento con mayor valor nutricional en la dieta. Es una de las bebidas alcohólicas que a través de los años se ha catalogado de importancia en cuestiones de consumo social y además ha sufrido modificaciones mediante la introducción de nuevos sabores, estilos desde procesos técnicos, científicos y automatización (Jaeger et al., 2018).

Con el pasar de los años la cerveza se ha ido transformando, desde sus cualidades hasta sus componentes añadiéndoles diferentes cereales, no cabe duda que para la fabricación de la cerveza no hay mejor cereal que la cebada, esta se reconoce por contener lo indispensable para la formación de la levadura (Huatay & Lector, 2019).

### **2.1.2 PRODUCCIÓN**

En la actualidad la cerveza puede ser fabricada con cualquier tipo de cereal, el cual debe procesarse (Pino et al., 2018).

La producción de cerveza consta de ciertos pasos:

1. La selección de la materia prima: cebada, malta, lúpulo, levaduras y agua.

2. Molienda y maceración: molienda se trituran los granos (cebada), se debe evitar que los granos queden demasiado molido o excesivamente grandes. Posterior la malta molida se somete a un proceso de maceración a distintas temperaturas, aplicadas de forma escalonada regularmente de 65°C–75°C, este procedimiento favorece la degradación del almidón en azúcares fermentables.
3. Lavado de granos: es necesario para extraer los azúcares absorbidos en los granos.
4. Cocción: consiste en hervir de manera vigorosa el mosto, por lo menos 1 hora.
5. Fermentación: una vez enfriado, se debe de inocular las levaduras para que lleven a cabo la conversión de azúcares en alcohol y CO<sub>2</sub>.
6. Maduración y acondicionamiento: después de la fermentación, se deben de precipitar los polifenoles, proteínas y remanentes de levadura que enturbian la cerveza, en un periodo aproximado de 10 días. El acondicionamiento y tiempo de duración de una cerveza dependerá de la cantidad de alcohol que tendrá la cerveza.

La cerveza tiende a producirse en dos fases diferentes: el cocimiento, donde se logra el mosto cervecero en combinación con la malta y lúpulo en forma de un líquido azucarado; y por último la fermentación, momento en el cual el líquido se somete a enfriamiento junto con la levadura, en este proceso se transforman los azúcares fermentables en alcohol y CO<sub>2</sub>, con el tiempo se generan variedades de compuestos los cuales contribuyen en los aromas característicos de la cerveza (Corrales, 2020).

Como requisito, la cerveza debe de acatar con los siguientes requerimientos para que sea apta para su consumo cuadro 1 (Pino et al., 2018).

Cuadro 1. Especificaciones de calidad para cerveza de consumo seguro.

Especificaciones	Límites
<b>Acidez total</b>	<0.3%
<b>Anhídrido carbónico</b>	>3 g/L
<b>Glicerina</b>	<3 g/L
<b>Ph</b>	3.5-5
<b>Cenizas</b>	<0.4% en masa
<b>Metales pesados</b>	Cobre: <1.0 ppm Zinc: <1.0 ppm Plomo: <0.2 ppm Arsénico: <0.1 ppm Cobalto: <50 ppb
<b>Ácido fosfórico</b>	<0.12 g por 100 g de cerveza
<b>Hidratos de carbono</b>	<7.5 por 100 g de cerveza

En la elaboración de cerveza artesanal es indispensable no usar aditivos químicos que alteren su composición y desarrollo natural en su proceso de fermentación, cuyo contenido de alcohol a la temperatura de 15°C, sea mayor a 2% por volumen, pero que no exceda de 12% por volumen (Marco Normativo CNDH, 2020).

### **2.1.3 PROPIEDADES BENEFICIOSAS DE LA CERVEZA ARTESANAL EN LA SALUD**

La cerveza tradicionalmente se elabora a partir de ingredientes naturales. Los polifenoles son los que contribuyen las propiedades funcionales de la cerveza, los encontramos en la malta (70-80%) y lúpulo (30%), son los principales antioxidantes naturales. Investigaciones han demostrado que el consumo moderado de cerveza puede tener propiedades antiinflamatorias y antioxidantes; tiene ciertos beneficios para la densidad ósea y para la prevención de enfermedades coronarias (Salanta et al., 2020).

Algunos polifenoles están relacionados con actividades biológicas como, actividades antioxidantes, anticancerígenas o antimicrobianas. Promueve la salida del colesterol, llega a inhibir la deposición de lípidos en la pared vascular. Acción protectora sobre las capacidades de aprendizaje y memoria. Aporta un valor energético y macroelementos. Beneficia al sistema cardiovascular en enfermedades crónicas asociadas con el estrés oxidativo como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares, las enfermedades neurodegenerativas, la osteoporosis o la diabetes tipo II, contribuye positivamente a cambiar el perfil lipídico y la sensibilidad a la insulina. Así, se da a conocer que los fenoles de la cerveza ayudan a reducir la presión arterial y reducen el riesgo de enfermedades cardiovasculares al aumentar la concentración de óxido nítrico en el plasma. La adición de frutas llega a beneficiar a las cervezas con ácidos fenólicos como el ácido cafeico, ferúlico, p-cumárico y vainílico; que han sido probados considerablemente por sus propiedades cardioprotectoras, neuroprotectoras y antivirales (Salanta et al., 2020).

En los últimos años el lúpulo es un icono, ya que, además de proporcionarle sabores y aroma a la cerveza, tiene un efecto antiviral y anti-VIH del xantohumol, un flavonoide fenilado aislado del lúpulo (Callejo et al., 2016).

La cerveza es una fuente rica en nutrientes como vitaminas, minerales, fibras solubles, polifenoles y flavonoides.

El valor nutricional y los efectos sobre la salud de las cervezas artesanales pueden variar significativamente según los ingredientes utilizados, la receta y el proceso de elaboración general. Tiene un impacto nutricional beneficioso en la dieta siempre y cuando su consumo sea moderado (Salanta et al., 2020).

## **2.1.4 COMERCIALIZACIÓN DE LA CERVEZA ARTESANAL**

Actualmente, el mercado de la cerveza artesanal en México tiene un valor aproximado a los 100 millones de pesos y de mantenerse la tendencia de crecimiento de los últimos años, ésta cifra podría duplicarse. Además, nuestro país ocupa el cuarto sitio mundial en cuanto a producción de este tipo de cerveza, pues a nivel nacional se fabrican 110 millones de hectolitros.

A raíz del éxito de algunas empresas cerveceras, la oferta del producto naturalmente fue incrementándose, cada vez más personas en el mundo se empezaron a dedicar a dicha actividad comercial y a raíz del auge de la globalización y el libre mercado, cervezas extranjeras exportaron sus productos de cerveza a México, generando aún más competencia en el sector.

En cuanto al panorama mundial, el tamaño del mercado de la industria de la cerveza artesanal en 2015 estaba valuado en 85 millones de dólares, sin embargo, de acuerdo a un reporte de Grand View Research Inc, se estima que para antes del 2025 tendrá un valor de 502.9 mil millones de dólares a una tasa de crecimiento anual de 19.9% en buena medida por el aumento de la demanda hacia este tipo de productos. Y es precisamente gracias también a dicho incremento en la demanda, que los gobiernos de países como Australia, Nueva Zelanda, China, y por supuesto México comienzan a promover la producción de cerveza artesanal y la apertura de nuevas cervecerías gracias a la contribución al desarrollo económico y generación de empleo que éstas impulsan (Marco Normativo CNDH, 2020).

## **2.1.5 TIPOS DE CERVEZA ARTESANAL**

Dependiendo el tipo de fermentación utilizado en la elaboración de la cerveza es quizás la característica que permite diferenciar los distintos tipos de cerveza en cuanto a su estilo y reconocimiento por el consumidor. Dada sus características se distinguen las siguientes:

### **2.1.5.1 CERVEZA ARTESANAL DE FERMENTACIÓN ALTA O ALE**

Las cervezas de tipo Ale se fabrican a altas temperaturas que van de 18-24°C, a estas temperaturas las levaduras fermentan adecuadamente. Generalmente este tipo de cerveza se distingue por sus múltiples sabores y aromas. Se conocen por poseer aromas frutales, florales, especiados y con sabores afrutados, percibidos a los paladares muy complejos.

Generalmente se utiliza levadura de fermentación superior hidrofóbica, principalmente cepas de la especie *Saccharomyces cerevisiae*. Además, estas cervezas presentan aromas y sabores afrutados que están relacionados con la presencia de esteres y productos secundarios (Burini et al., 2021).

Cuenta con diferentes variedades, por ejemplo:

- Pale Ale son cervezas elaboradas a partir de maltas pálidas y fuertemente aromatizadas con lúpulo y poco dulce.
- Bitter es el término utilizado para Pale Ale de barril.
- Brown Ale son amargas elaboradas con maltas que otorgan un color intenso, más dulces y con menor lúpulo que las pálidas.
- Mild Ale es una cerveza suave equivalente a una cerveza de barril.
- Stout o Porter son cervezas muy oscuras, algunas intensamente amargas o muy dulces.
- Ipa de color ámbar caracterizada por su amargor (contiene a partir de 40 IBU), sus aromas son intensos y una alta concentración de lúpulos. Existen las siguientes variedades: English Ipa, American Ipa, Session Ipa y Doublé Ipa (Kross, 2022).

Estas cervezas se logran fermentar en un periodo muy corto aproximadamente dos semanas y consumirse a pocos días de terminar la fermentación (Castañeda et al., 2018).

#### **2.1.5.2 CERVEZA ARTESANAL DE FERMENTACIÓN BAJA O LAGER**

Esta cerveza se elabora a baja temperatura alrededor de los 5 – 15 °C, y la levadura empleada es *Saccharomyces pastorianus*, este se sedimenta en el fondo de la cerveza para lograr la fermentación (Burini et al., 2021). Este tipo de cerveza es el más predominante en el mundo con más del 90% de su producción a nivel mundial.

Se pueden encontrar las siguientes variedades:

- Pilsener, Hell o Pale es una cerveza elaborada con malta pálida, son carentes de sabor dulce y aromatizadas con lúpulo.
- Munich, Dunkel o Dark son elaboradas con maltas oscuras, algunas veces ligeramente dulces y son más fuertes que las pálidas.
- Bock, Marzen o Marzenbier son cervezas de gran fuerza elaboradas sólo en ciertas épocas del año (Callejo., 2016).

## **2.2 EVALUACIÓN SENSORIAL**

El análisis sensorial es una ciencia que tiene su base en la década de 1940 del siglo XX, dado que la evaluación de los alimentos en aquella época carecía de sofisticación y sistematización. Esta disciplina se utiliza para evocar, medir, analizar e interpretar las respuestas percibidas a través de los sentidos humanos (Severiano, 2019).

La Asociación Brasileña de Normas Técnicas (ABNT, 1963) define a la evaluación sensorial como la ciencia responsable de estudiar la medición, cuantificación de los productos alimenticios o materias primas evaluadas a través de los cinco

sentidos. Es un instrumento probado y validado para determinar la calidad de los alimentos (Priulli et al., 2022).

Los análisis sensoriales lo llevan a cabo grupos de catadores, los llamados jueces, a través de paneles de degustadores, lo hacen con ayuda de sus sentidos como instrumento de trabajo. Los jueces se seleccionan y capacitan para alcanzar una alta confiabilidad, sensibilidad y reproducibilidad en las sesiones, de ahí depende la veracidad de los resultados (Lawless & Heymann, 1999). Aunque el análisis sensorial tiene la misma aceptación que el método instrumental, tiene la ventaja de una mayor sensibilidad (Wittig, 2001).

### **2.2.1 TIPOS DE JUECES**

La cantidad de jueces para que una prueba sensorial se lleve a cabo depende del tipo de prueba que se vaya a emplear. En la actualidad se conocen cuatro tipos de jueces: juez consumidor, juez semientrenado o de laboratorio, juez entrenado y el juez experto.

#### **2.2.1.1 JUEZ CONSUMIDOR**

Generalmente son personas tomadas al azar, este juez se emplea únicamente para las pruebas afectivas y de aceptación. Los jueces consumidores por lo general llevan a cabo las pruebas en lugares como tiendas, escuelas o en la calle (30 a 40 jueces como mínimo).

#### **2.2.1.2 JUEZ SEMIENTRENADO O DE LABORATORIO**

Son personas que han tomado un entrenamiento teórico parecido al de los jueces entrenados, estos realizan pruebas sensoriales frecuentemente, poseen ciertas habilidades, y normalmente participan en pruebas discriminativas sencillas (10 a 25 jueces por panel como máximo).

#### **2.2.1.3 JUEZ ENTRENADO**

Es una persona que dispone de suficiente habilidad para detectar ciertas propiedades sensoriales, sabor o textura en particular, se le han otorgado ciertas enseñanzas teóricas y prácticas acerca de la evaluación sensorial y se le da a conocer lo que se quiere medir en una prueba sensorial. Estos actúan para pruebas descriptivas o discriminativas (7 a 15 jueces por panel).

#### **2.2.1.4 JUEZ EXPERTO**

Es aquel que posee de una gran experiencia en degustar determinados alimentos, atesora de una gran sensibilidad para percibir las diferencias entre las muestras y así poder distinguir y llevar a cabo la evaluación de un alimento. La habilidad, experiencia y criterio son tan acertados que solo es cuestión de contar con su respuesta. Trabaja solo y se dedica únicamente o permanente a un producto (Sancho et al., 2002).

## 2.2.2 TIPOS DE PRUEBAS SENSORIALES

Las pruebas sensoriales llevan a cabo varias pruebas según sea la finalidad para la cual se ejecute. Existen tres tipos de pruebas:

Pruebas afectivas: el juez expresa su reacción subjetiva ante un producto indicado, en donde evidencia si le gusta o no, o bien si prefiere algún otro producto. Suelen llevarse a cabo con la participación de panelistas sin experiencia o únicamente consumidores (Cárdenas et al., 2018).

Entre las pruebas afectivas se encuentran las siguientes:

- Pruebas de preferencia: Conocer la preferencia de un consumidor habitual sobre un producto de otro.
- Pruebas de grado de satisfacción: se hace uso de esta prueba cuando hay más de dos muestras a la vez, medir las sensaciones producidas por el alimento en el juez.
- Pruebas de aceptación: evalúa el deseo de una persona para adquirir un producto, es lo que se llama aceptación, y no solo depende de la impresión agradable o desagradable que el juez reciba al probar un alimento, sino también de aspectos culturales socioeconómicos, hábitos, entre otros (Sancho et al., 2002).

Pruebas discriminativas: las pruebas discriminativas o de diferencia son métodos analíticos que permiten diferenciar entre dos muestras y un patrón. Son usadas en control de calidad para evaluar si las muestras de un lote están siendo producidas con calidad uniforme o si son comparables a estándares.

Entre las pruebas discriminativas más populares se conocen las siguientes:

- Prueba apareada: se utiliza para determinar si hay diferencia perceptible entre dos muestras. En esta prueba se presenta solamente dos muestras al juez y se le pide que las compare en cuanto a alguna característica sensorial e indique cuál de las dos tiene mayor intensidad de dicha propiedad.
- Dúo trio: En esta prueba se presentan al juez tres muestras, una identificada como referencia (R) y las otras dos marcadas con una clave para ocultar su identidad; una de estas dos muestras deberá necesariamente ser igual a la referencia.
- Prueba triangular: se utiliza para determinar si existe diferencia sensorialmente perceptible entre dos muestras, comparando tres muestras a la vez, de las cuales dos son iguales entre sí y la otra diferente.
- Prueba de ordenamiento: Es una prueba muy sencilla, en la cual se da a los jueces tres o más muestras que difieren en una sola propiedad, y se les pide que las pongan en orden mayor o menor de dicha propiedad. Es conveniente usar en la instrucción de “colóquelas de la muestra menos dulce a la más dulce”, para no confundir a los jueces (Sancho et al., 2002).

Pruebas descriptivas: las pruebas descriptivas son los instrumentos más empleados para la descripción y cuantificación de los atributos sensoriales como: el aroma, apariencia, sabor, textura y sonido de un producto, por medio de un panel. Estas pruebas ayudan identificar las descripciones sensoriales completas de un producto.

Los métodos descriptivos más populares son los siguientes:

- El perfil de sabor: se trata de un método cualitativo que consiste en describir el olor y sabor holístico de un producto, así como sus características individuales. Los jueces de prueba deben de estar bien capacitados no solo en el producto que evalúan sino también en el método.
- El perfil de textura: este método fue desarrollada en 1963 por Brandt y Szczesniak y tiempo más tarde fue mejorada por Civile y Szczesniak, quienes describieron el análisis de textura de un alimento en términos de sus características mecánicas, geométricas y de contenido de grasa y humedad, así como del orden en que estas se presentan desde la primera mordida del producto hasta la masticación completa (Lawless & Heymann, 1999).
- El ANÁLISIS DESCRIPTIVO CUANTITATIVO (QDA): Este se originó en 1974 por Stone y Sidel. El objetivo del método es identificar y cuantificar las propiedades sensoriales de un producto. La información obtenida se utiliza para crear un modelo multidimensional que define los parámetros que describen a uno o más productos (Manfugas, 2007). Para que el análisis descriptivo cuantitativo pueda llevarse a cabo completamente hace uso del análisis de varianza (ANOVA): es una técnica estadística que se usa para comparar la media de tres o más grupos y determinar si existen diferencias significativas entre ellas, y del análisis de componentes principales (PCA), es una herramienta estadística invaluable para reducir conjuntos de datos complejos y así comprender mejor los factores que determinan la calidad y las relaciones sensoriales de los productos (Vidal et al., 2020).

### **2.2.3 LUGARES Y DISEÑO DE PRUEBAS SENSORIALES**

En una prueba sensorial es necesario tomar en cuenta ciertos detalles a la hora de comenzar una evaluación. Una forma de agrupar las pruebas sensoriales es dividir en cuanto al tipo de evaluador. Evaluación sensorial que requiere de jueces entrenados (se realiza en laboratorios.), y evaluación sensorial que requiere de jueces consumidores (se realiza al aire libre, en tiendas, supermercados, etc.).

El área donde se realiza la prueba debe de ayudar a crear un espacio ideal, ya sea un laboratorio, un supermercado, etc. Las cabinas deben ser individuales, sin olores y ruidos molestos, las paredes de colores neutros, excelente iluminación. El área debe ser un lugar agradable y cómoda. Además, debe de incluir una sala de preparación de las muestras.

Las muestras deben estar presentadas adecuadamente, codificadas con tres dígitos aleatorizados. Estas tienen que presentar la temperatura de evaluación adecuada, si se servirá solo o acompañado, si se trabaja con jueces entrenados no debe evaluar muchas muestras por sesión, para evitar la fatiga y cansancio en el evaluador y el horario normalmente se hace entre 10:00 am–1:00 pm, un horario óptimo para evaluar (Severiano, 2019).

#### **2.2.4 IMPORTANCIA Y APLICACIÓN DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL**

La evaluación sensorial o las pruebas sensoriales son utilizadas en diversos tipos de industrias, tales como la industria alimentaria, la perfumería, la farmacéutica, la industria de pinturas, etc.

Los análisis sensoriales dentro de la industria alimentaria es una herramienta importante de asegurar la aceptación de un producto por parte del consumidor.

Es de suma eficiencia ya que con estos se miden los atributos de los diferentes productos, ayuda a realizarse un estudio más eficiente acerca de lo que se está evaluando, estos pueden participar dentro del control de calidad, el desarrollo de productos nuevos y hasta la probabilidad de que el producto que está saliendo al mercado sea el vencedor.

Día con día la evaluación sensorial de alimentos cobra más importancia en la industria alimentaria, dada a las exigencias del mercado competitivo actual y a su repercusión en el desarrollo de cualquier empresa o entidad productora (Lawless & Heymann, 1999).

Esta herramienta es usada también en:

- Control de calidad de materias primas y establecimiento de normas y especificaciones.
- Control del proceso de fabricación: Influencia en el cambio de materia prima, ingredientes y/o cambios en las condiciones del proceso.
- Influencia del almacenamiento y/o empaque (vida útil).
- Establecimiento de los límites y grados de calidad.
- Desarrollo y lanzamiento de productos nuevos.
- Comunicación a los consumidores de las características de un producto.
- Pruebas de mercado para nuevos productos, preferencias del consumidor.
- Investigación de factores que influyen en el olor y aroma de los alimentos.
- Investigación de aromas, etc.

## 3 MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 MATERIA PRIMA

En la realización del presente trabajo se utilizaron 9 cervezas artesanales mexicanas, con 3 marcas distintas y de cada marca se usaron 3 tipos de cerveza, como: marca Minerva “Pale Ale”, “Ipa”, “Stout”; marca Libertad “Blonde Ale”, “Session Ipa”, “Stout”; y la marca Santo Negro “Pale Ale”, “Ipa”, “Oatmeal Stout”, adquiridas en los centros comerciales de Saltillo, Coahuila (fig. 1).



Figura 1. Cervezas artesanales utilizadas.

El cuadro 1 se muestran las muestras que sirvieron como estándares (anclas) para la evaluación de los atributos de las cervezas artesanales analizadas.

Cuadro 2. Muestras estándares o anclas para la evaluación de los atributos de las cervezas artesanales.

Reactivo	Descripción
Agua mineral	Topo chico®
Salsa de soya	Maggi®
Agua natural	Ciel®
Cerveza	Indio®
Fruta en almíbar	Great Value®
Miel de agave clara	Tía Ofilia®
Miel de agave oscura	Tía Ofilia®
Kéfir	Lifeway®
Galletas habaneras	Gamesa®
Queso	La villita®
Clara de huevo	San Juan®

<b>Tequila</b>	
<b>Yogurt</b>	Nutrileche®
<b>Concentración de cafeína 0.1 %</b>	Sigma®
<b>Café soluble (granos)</b>	Nescafé®
<b>Incentivos (snacks)</b>	Varios

Además de las muestras estándares se utilizaron los siguientes materiales para poder realizar las sesiones de evaluación sensorial de las muestras de cervezas artesanales (cuadro 2).

Cuadro 3. Material para realizar la evaluación sensorial.

Material	Descripción
<b>Vasos de unicel</b>	Dart®
<b>Vasos de plástico</b>	Reyma®
<b>Vasos de plástico No. 0</b>	Dart®
<b>Tapas de plástico No. 0</b>	Dart®
<b>Popotes</b>	Biofase®
<b>Platos de unicel</b>	Reyma®
<b>Platos pasteleros</b>	Dart®
<b>Servilletas</b>	Lys®
<b>Palillos</b>	Palillos Pingüino®
<b>Bolígrafos</b>	Bic®
<b>Hojas de evaluación</b>	Office Depot®

## 3.2 METODOLOGÍA

La metodología que se siguió fue la que marca la metodología del ANÁLISIS DESCRIPTIVO CUANTITATIVO (QDA), la cual consiste en siete fases: fase de selección, fase de inducción, fase de generación de descriptores, fase de selección de descriptores, fase de entrenamiento, fase de prueba y fase de resultados.

### 3.2.1 FASE DE SELECCIÓN

Se promovió una convocatoria para dar a conocer quién estaría interesado (a) en participar en el proyecto, posteriormente se elaboró un cuestionario que se aplicó a las personas interesadas en participar para obtener información personal como nombre, edad, teléfono, correo electrónico, nivel de escolaridad, estado de salud, hábitos alimenticios, y la disponibilidad de cada uno para participar en cada una de las sesiones de trabajo tanto de entrenamiento como de evaluación. Con la

información obtenida se realizó la preselección de los jueces que integraron el panel.

### **3.2.2 FASE DE INDUCCIÓN**

Durante esta fase se les dio una plática introductoria a los integrantes del panel para crear en ellos una visión general de la ciencia de la evaluación sensorial, y del proyecto en el cual participarían. Además, se les habló de la importancia que tendría un comportamiento adecuado por parte de ellos durante las sesiones y se les hizo ver que la seriedad, concentración y sobre todo la puntualidad y responsabilidad jugarían un papel de suma importancia durante todo el proceso.

### **3.2.3 FASE DE GENERACIÓN DE DESCRIPTORES**

En esta etapa los jueces integrantes del panel evaluaron de manera individual, una serie de cervezas artesanales para obtener descriptores que describían las características sensoriales de los mismos y los cuales nos ayudaron para evaluar las cervezas artesanales problema (Fig. 2).



Figura 2. Jueces en la fase de generación de descriptores.

### **3.2.4 FASE DE SELECCIÓN DE DESCRIPTORES**

Durante esta etapa los jueces realizaron en consensos la selección de los descriptores que realmente describen los atributos de las cervezas artesanales a

evaluar. Se estableció una definición clara y precisa, lo que permitió que todos pudieran evaluar ese atributo sin ninguna dificultad (Cuadro 3).

Cuadro 4. Descriptores utilizados para explicar los parámetros de calidad deseados a las cervezas.

Descriptores	Definición
<b>Turbidez (apariencia)</b>	Medida del grado de transparencia que pierde un líquido incoloro por presencia de partículas en suspensión.
<b>Burbujeo (apariencia)</b>	Formación de glóbulos de una sustancia en el interior de otra, generalmente gas en un líquido.
<b>Gaseosa (apariencia)</b>	Cuando un líquido se encuentra en estado de gas o desprende gas.
<b>Espuma (apariencia)</b>	Masa de burbujas que se forman en la superficie de algunos líquidos.
<b>Dorado (apariencia)</b>	Es un color amarillo-naranja de saturación fuerte, que evoca el aspecto cromático de oro casi puro.
<b>Negro (apariencia)</b>	Es un aspecto oscuro-ámbar, se puede percibir como ausencia casi total de la luz.
<b>Amargo (sabor)</b>	Sensación percibida por el sentido del gusto similar al café muy concentrado, que puede ser desagradable y duradero.
<b>Dulce (sabor)</b>	Sensación percibida por el sentido del gusto de notas de mieles, jarabes o azúcar, que pueden ser suaves y agradables al paladar.
<b>Ácido (sabor)</b>	Sensación percibida por el sentido del gusto a agrio o vinagre, que puede ser áspero o pulsátil.
<b>Tostado (sabor)</b>	Sensación percibida por el sentido del gusto con notas a alquitrán o carbono.
<b>Persistencia (sabor)</b>	Duración o existencia de la bebida o atributos de la bebida por cierto tiempo en el interior de la boca.
<b>Café (olor)</b>	Sensación de olfatación orthonasal (nariz) de las sustancias volátiles del café.
<b>Dulce (olor)</b>	Sensación de olfatación orthonasal (nariz) de las sustancias volátiles de mieles, jarabes o azúcar.
<b>Textura (textura)</b>	Conjunto de propiedades físicas derivadas de la estructura del líquido mismo que es detectada o percibida de manera fuerte o leve por la lengua y encías de la boca (más líquido o fluido) o (más viscoso o consistente).
<b>Hierbas aromáticas (aroma)</b>	Olfatación retronal de los compuestos volátiles que se desprenden de la cerveza con notas de varias hierbas aromáticas.
<b>Malta (aroma)</b>	Olfatación retronal de los compuestos volátiles que se desprenden de la cerveza con notas a malta.
<b>Frutal (aroma)</b>	Olfatación retronal de los compuestos volátiles que se desprenden de la cerveza con notas de varias frutas.

<b>Tostado (aroma)</b>	Olfatación retronasal de los compuestos volátiles que se desprenden de la cerveza con notas de grano tostado.
<b>Dulce (aroma)</b>	Olfatación retronasal de los compuestos volátiles que se desprenden de la cerveza con notas de mieles, jarabes o azúcar.
<b>Alcohol (aroma)</b>	Olfatación retronasal de los compuestos volátiles que se desprenden de la cerveza con notas de alcohol etílico.

### 3.2.5 FASE DE ENTRENAMIENTO

En esta fase se realizaron varias sesiones donde se utilizaron los descriptores seleccionados (Cuadro 3). El objetivo de dichas sesiones fue el que los jueces se familiarizaran con la técnica, descriptores y cervezas problema, además de que agudizaran la sensibilidad para la descripción de los atributos de cada cerveza Artesanal (Fig. 3).



Figura 3. Jueces en la fase de entrenamiento.

### 3.2.6 FASE DE PRUEBA

Se inicia con las sesiones de prueba en donde los jueces evaluaron las cervezas artesanales problema (Fig. 4). De cada cerveza los jueces marcaron en una escala de 1 a 11.5 cm la cuantificación del atributo que evaluaron para cada muestra de cerveza problema en el formato correspondiente.

Antes de cada prueba se prepararon todos los materiales y espacios necesarios para que cada sesión se realizara de la manera más adecuada posible.



Figura 4. Jueces en la etapa de evaluación.

### 3.2.7 FASE DE RESULTADOS

Después de cada una de las sesiones de trabajo se recolectaron los datos que cada juez proporcionaba en el formato de evaluación (Fig. 5).



Figura 5. Jueces proporcionando los resultados de las muestras.

## **4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de cada atributo utilizando un diseño completamente en bloques aleatorizado. Dado que la prueba reveló diferencias significativas se realizó un estudio de las medias utilizando el método LSD (Least Significant Difference) de Fisher para identificar diferencias significativas. La significación de las diferencias se definió como  $P > 0.05$ .

CUADRO 5. Resultados del ANOVA de las nueve cervezas artesanales y el estudio de Fisher, tomando en cuenta los 20 atributos, la significación de las diferencias se definió como  $p > 0.05$ . las letras iguales indican que no hubo diferencias significativas

ATRIBUTOS	MUESTRAS								
	Minerva P. Ale	Libertad B. Ale	Santo Negro P. Ale	Minerva Ipa	Libertad S. Ipa	Santo Negro Ipa	Minerva Stout	Libertad Stout	Santo Negro O. Stout
Sabor amargo	6.01±2.48ab	4.93±2.48bc	6.96±2.73ab	5.77±3ab	3.5±3.44c	5.28±3.29abc	6.53±3.29ab	7.24±2.01a	6.22±2.29ab
Sabor dulce	2.19±1.59a	3.55±2.3a	2.22±1.75a	3.6±2.51a	2.21±2.07a	3.75±2.03a	2.17±2.60a	2.49±2.23a	2.07±2a
Sabor ácido	2.65±1.80b	2.51±1.89b	2.85±1.75b	3.19±2.26b	3.19±1.75b	2.92±2.14b	3.32±2.23b	4.63±2.37a	3.05±2.45b
Sabor tostado	3.11±3.06c	1.74±1.91d	2.38±2.44cd	2.88±2.98cd	1.78±1.47cd	2.3±2.03cd	8.05±2.40a	6.81±2.64ab	6.35±3.13b
Persistencia	3.72 ±2.45bc	2.9±1.97c	3.45±2.58c	3.43±2.77c	3.96±2.72bc	3.63±2.39bc	6.11±2.59a	6.02±2.42a	4.98±1.69ab
Olor café	1.73±1.94c	1.36 ±1.76c	1.54±1.93c	1.22±1.53c	1.13±1.67c	1.28±1.83c	5.57±2.92a	5.59±2.74a	3.71±2.83b
Olor dulce	4.05±2.45abc	4.21±2.71abc	5.98±2.69a	4.5±2.46abc	5.7±2.18ab	5.63±3.12ab	3.23±3.12c	3.55±3.17c	3.75±2.99bc
Aroma hierbas aromáticas	3.54±1.80ab	2.46±2.14ab	3.42±2.07ab	2.8±1.92ab	4.26±2.61a	3.58±2.81ab	1.74±2.31b	1.46±1.71b	1.62±1.95b
Aroma malta	2.8±2.82a	2.8±2.58a	2.68±3.21a	3.12±3.36a	2.52±2.70a	2.4±2.88a	3.02±2.99a	2.74±2.62a	3.06±3.11a
Aroma frutal	2.42±1.46bc	2.66±1.72abc	4.02±2.74ab	3.12±1.51abc	3.94±1.08ab	4.5±1.23a	2.08±2.32bc	2.42±2.72bc	1.22±1.71c
Aroma tostado	5.4±4.3b	2.44±2.11c	4.52±4.34bc	3.94±3.62bc	3.42±3bc	2.48±2.32c	8.74±2.53a	8.76±2.27a	8.32±2.28a
Aroma dulce	2.62±2.05a	2.86±2.43a	3.06±2.01a	3.72±2.26a	2.6±1.20a	2.76±2.18a	1.78±1.22a	1.96±1.42a	1.94±1.48a
Aroma alcohol	5.52±3.51ab	4.74±3.63b	5.02±2.37ab	5.26±3.29ab	5.34±2.80ab	5.58±2.88ab	6.96±2.78ab	7.04±2.61ab	7.52±1.49a
Textura	1.9±1.70c	1.38±1.33c	2.01±1.92c	1.54±1.26c	1.84±1.37c	2.26±2.10bc	3.69±2.32a	3.35±2.44ab	4.43±2.79a
Apariencia turbidez	3.72±2.07c	2.88±1.53c	3.85±2.35c	2.33±1.34c	3.36±1.63c	3.3±1.44c	7.83±2.81a	7.41±2.58ab	6.21±2.80b
Apariencia burbujeo	2.81±2.31abcd	3.48±2.51ab	3.87±2.70a	1.68±1.34de	1.53±1.12e	2.56±1.77bcde	2.98±3.20abc	2.03±1.98cde	3.09±2.34abc
Apariencia gaseosa	1.9±1.85ab	2.88±2.76ab	3.21±2.55a	1.72±1.56b	1.52±1.37b	2.55±2.77ab	2.48±2.45ab	2.03±2.04ab	3.16±2.64a
Apariencia espuma	1.03±0.96d	1.4±1.41bcd	2.62±2.31a	1.31±1.50cd	1.4±1.57bcd	2.14±1.88abc	1.23±1.38d	1.12±1.29d	2.16±1.95ab
Apariencia dorado	7.7±2.11a	2.17±2.80d	3.35±1.93cd	1.72±1.61d	2.08±1.60d	3.53±1.42bcd	5.92±5.61abc	6.05±5.49ab	7.47±4.55a
Apariencia negro	1.94±8.8b	2.4±4.34b	2.01±3.90b	2.25±4.02b	2.16±3.85b	2.27±4.06b	6.28±4a	6.4±2.29a	4.13±3.69ab

## 4.2 VALORES PROMEDIO DEL QDA DE LOS 20 ATRIBUTOS

Como se muestra en la gráfica de columnas (Fig. 6), y de acuerdo con el atributo sabor amargo se observa que, la cerveza que mostró una mayor intensidad en amargor fue la cerveza Libertad “Stout” y la cerveza que presentó una intensidad menor de amargor fue la cerveza Libertad “Session Ipa”. Esto se debe a que los sabores de las “Stout” son bastante fuertes, altamente tostadas, amargas y lupuladas (Gordon, 2015).

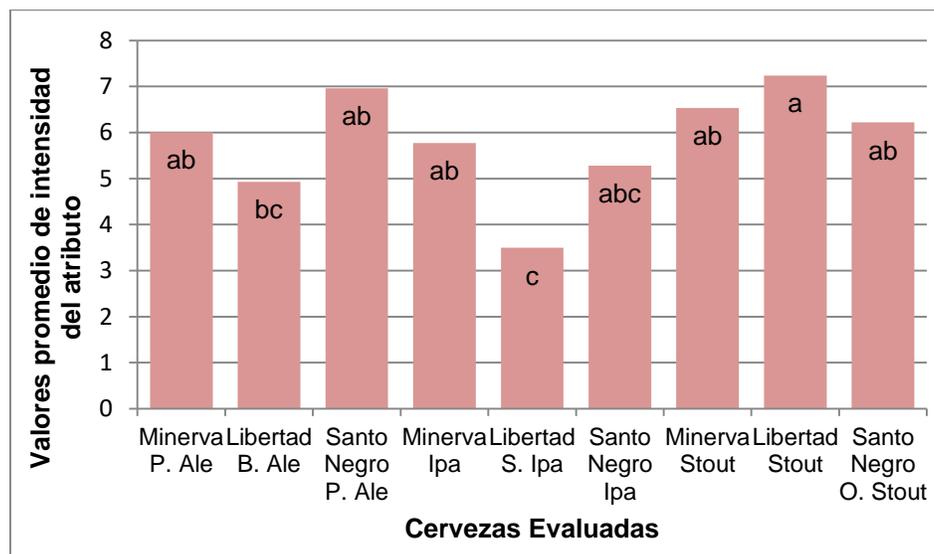


Figura 6. Valores de la intensidad promedio del atributo **sabor amargo** en las nueve cervezas evaluadas.

En la siguiente gráfica de columnas (Fig. 7), se observa que no hubo diferencia significativa entre las cervezas. Pudiera deberse a que poseen sabores frutales, florales similares (Gordon, 2015).

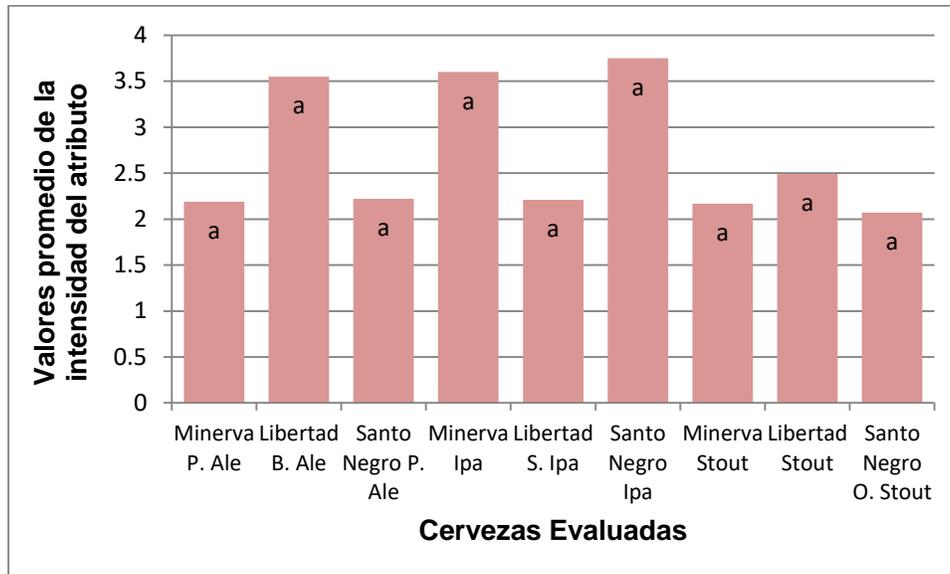


Figura 7. Resultados de la magnitud promedio del atributo **sabor dulce** de las nueve cervezas artesanales evaluadas.

En la siguiente gráfica de columnas (Fig. 8), se observa que la cerveza Libertad “Stout” fue la que presentó diferencias significativas a  $P > 0.05$ . Esto puede deberse a que las cervezas Stout son más complejas e intensas, la Libertad “Stout” posee notas bien marcadas a lo tostado, café, cacao y ahumado pudiendo acercarse a un sabor ácido, el resto de las cervezas no presentaron diferencias significativas, pudiendo ser iguales a  $P > 0.05$  (251, 2020).

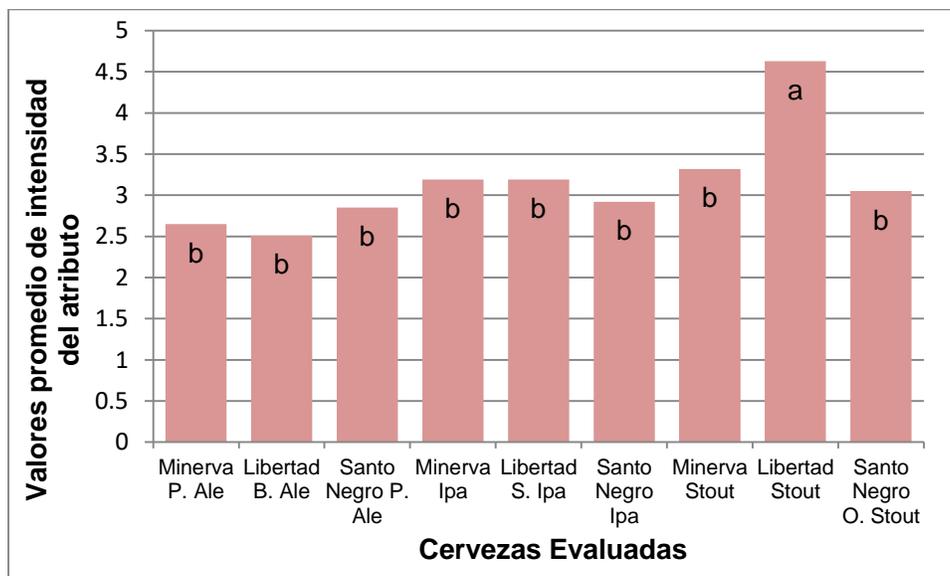


Figura 8. Valores promedio del atributo **sabor ácido** en las nueve cervezas evaluadas.

En la Figura 9, se presenta la gráfica de columnas del atributo sabor tostado, se puede observar, la cerveza con el atributo sabor tostado con intensidad más notoria es Minerva “Stout”, enseguida Libertad “Stout” y Santo Negro “Oatmeal Stout”; y se puede ver que las demás cervezas poseen valores bajos al sabor tostado en especial Libertad “Blonde Ale”. Las cervezas “Stout” son de sabores a tostado, a cacao, café y ahumado gracias a su malta tostada.

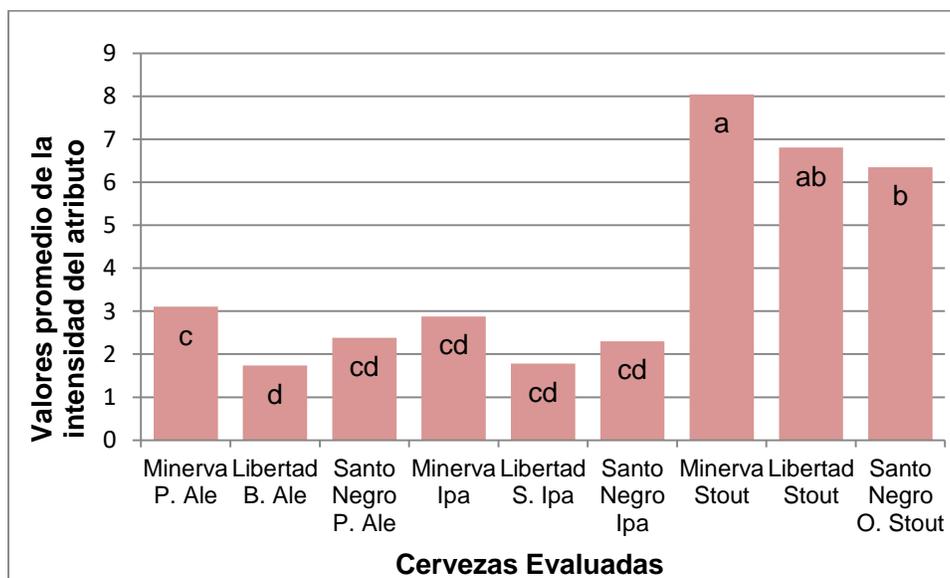


Figura 9. Resultados de medias del atributo **sabor tostado** en las nueve cervezas artesanales evaluadas.

En la siguiente gráfica de columnas (Fig. 10), se puede apreciar que el atributo de persistencia que presentó una mayor intensidad fue la cerveza Minerva “Stout” con un valor de 6.11 y en menor intensidad encontramos a la cerveza Libertad “Blonde Ale” con un valor de 2.9. Pudiera deberse a las notas de sabor fuerte a café recién tostado y chocolate amargo, además posee un 6% de volumen de alcohol la Minerva “Stout” (Belga, 2024). Sin embargo, la cerveza Libertad “Blonde Ale” es de sabor con notas suaves a malta y lúpulo tanto en nariz como en paladar, perfectamente bien equilibrada, fácil de tomar y muy refrescante (251, 2020).

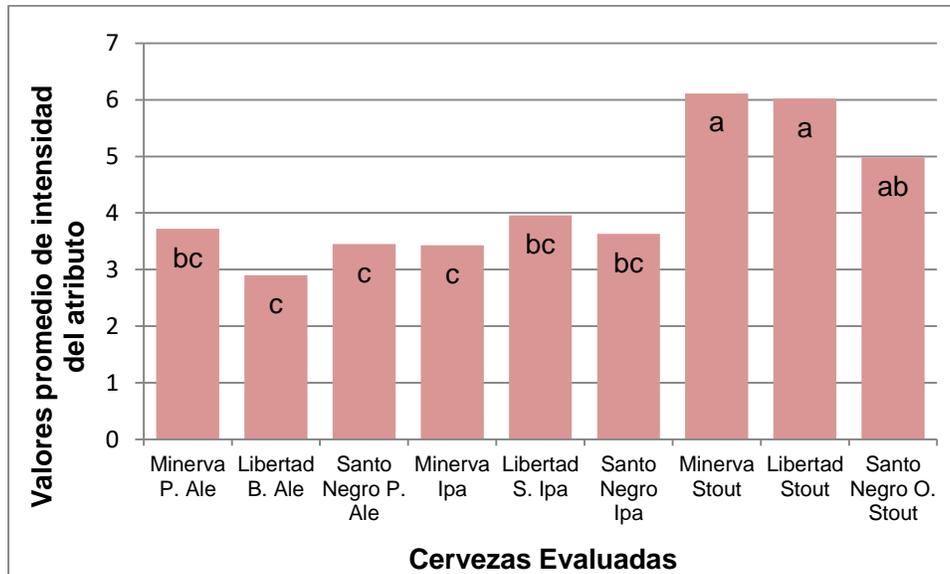


Figura 10. Valores de la intensidad promedio del **atributo persistencia** en las nueve cervezas evaluadas.

La gráfica de columnas nos muestra los promedios de los atributos de olor a café, percibimos que la cerveza con olor a café más fuerte se encuentra la cerveza Libertad “Stout”, seguida de Minerva “Stout” y Santo Negro “Stout”. Las demás cervezas no presentaron diferencias significativas entre sí en cuanto a este atributo a  $P > 0.05$ . En menor olor a café se encuentra Libertad “Session Ipa” (Fig. 11). Las cervezas tipo “Stout”, tienen notas a café tostado, por el contrario “Session Ipa” tiene notas herbales, florales y frutales provenientes de los lúpulos (Cervexxa, 2019).

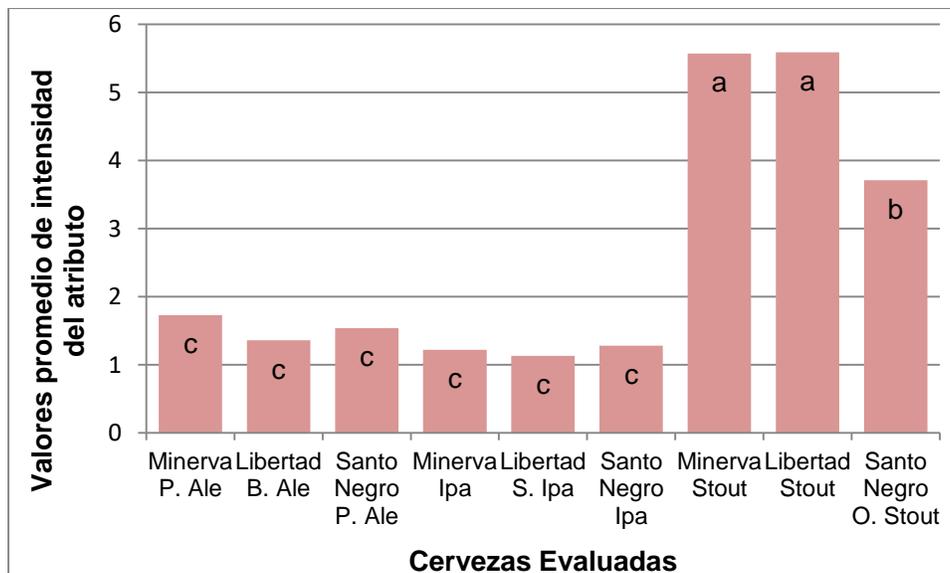


Figura 11. Valores de la intensidad promedio del atributo **olor a café** en las nueve cervezas artesanales evaluadas.

Enseguida se muestran los promedios de los atributos de olor dulce, se puede observar, la cerveza con mayor olor a dulce se encuentra la Santo Negro “Pale Ale” y con menor olor a dulce Minerva “Stout” (Fig. 12). La cerveza Santo Negro “Pale Ale” se distingue por poseer notas a malta con toques de caramelo y lúpulo que difiere entre moderado y bajo, es refrescante y equilibrada, fácil de tomar (Cebu, 2020).

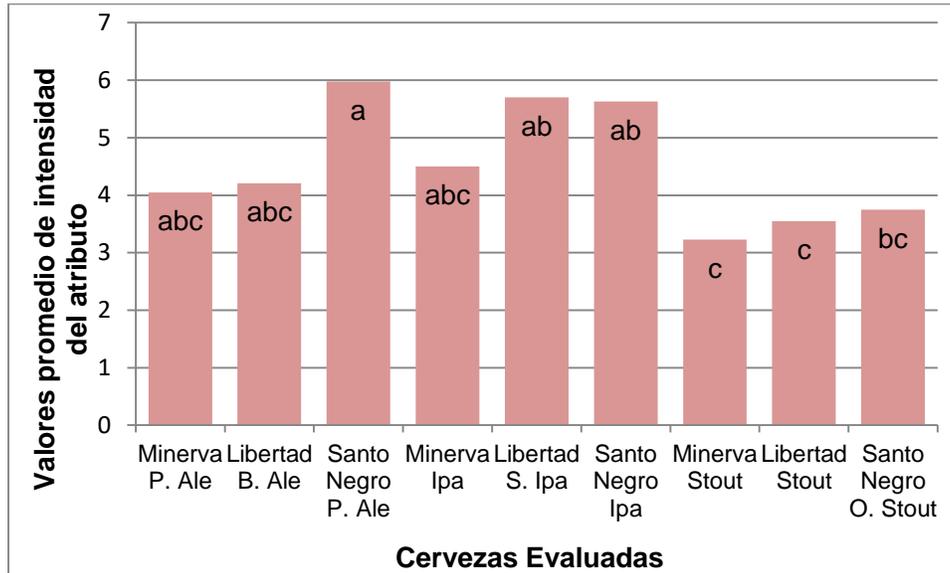


Figura 12. Resultados de la intensidad promedio del atributo **olor dulce** de las nueve cervezas evaluadas.

Los promedios del atributo aroma a hierbas aromáticas se muestran en la siguiente gráfica (Fig. 13), donde podemos observar que la cerveza Libertad “Session Ipa” es la que presenta una intensidad mayor. Las cervezas de tipo “Stout” son la que presentaron en menor aroma. “Session Ipa” se distingue por compartir notas herbales, florales y frutales provenientes de los lúpulos (Cervexxa, 2019).

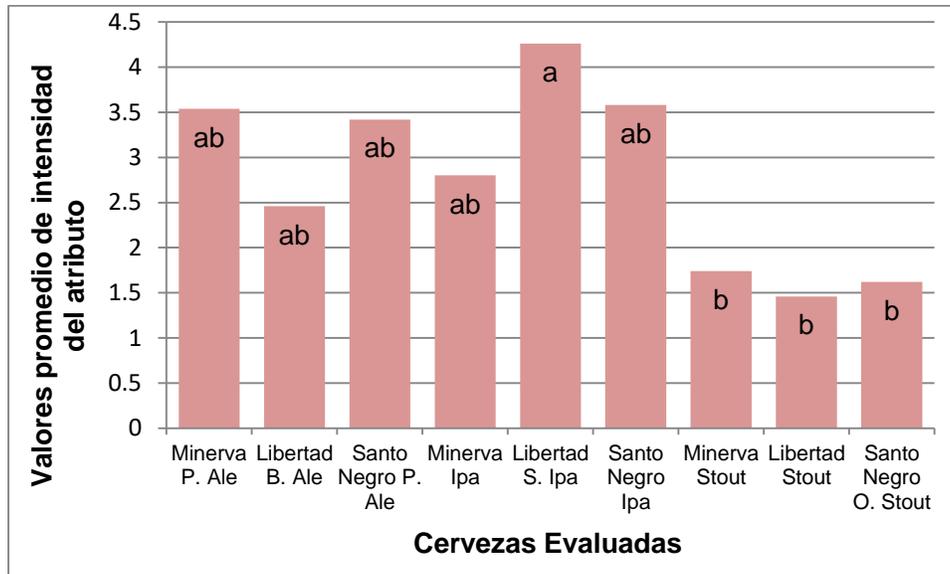


Figura 13. Promedios del atributo **aroma hierbas aromáticas** en las nueve cervezas artesanales evaluadas.

En la siguiente gráfica de columnas se puede observar las intensidades promedio del atributo aroma a malta (Fig. 14). Donde se observa que las cervezas Minerva “Pale Ale” y Libertad “Blonde Ale” comparten el promedio con valor de 2.8, significa que ambas cervezas poseen la misma intensidad en aroma a malta, puesto que las cervezas son fabricadas a base de malta. Se aprecia que la mayoría de las cervezas no presentan diferencias significativas a  $P > 0.05$ , ya que poseen valores próximos.

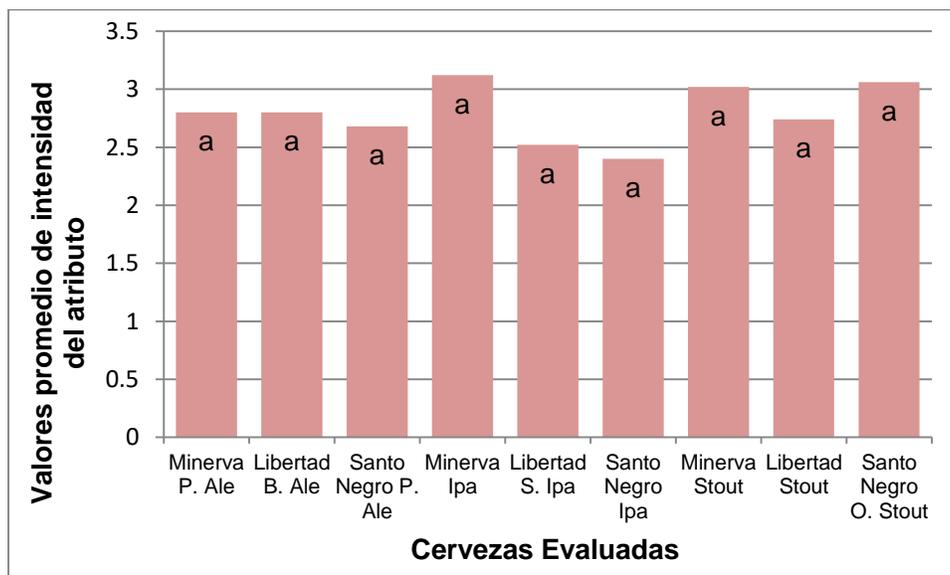


Figura 14. Valores promedio del atributo **aroma malta** en las nueve cervezas evaluadas.

Se pueden observar a la cerveza Santo Negro “Ipa” con el promedio mayor y por el contrario Santo Negro “Oatmeal Stout” con el promedio menor referentes al atributo aroma frutal (Fig. 15). Puede deberse a las características frutales y cítricas que posee Santo Negro “Ipa”, ya que el “Oatmeal Stout” posee características contrarias (Cebu, 2020).

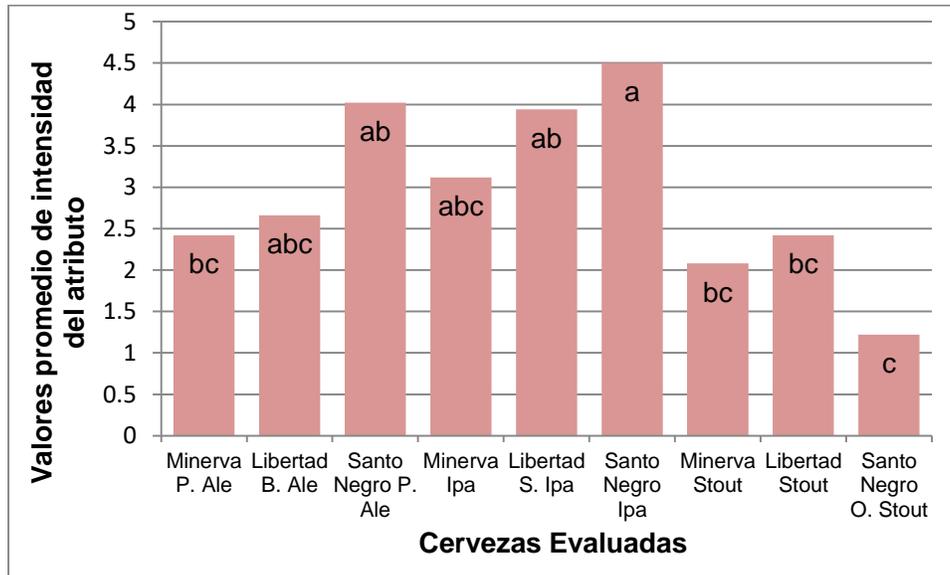


Figura 15. Resultados de medias del atributo **aroma frutal** en las nueve cervezas artesanales evaluadas.

El atributo aroma tostado, representado en la gráfica de columnas, muestra que las cervezas con mayor intensidad fueron Libertad “Stout” seguida de las otras dos “Stout” de las marcas Minerva y Santo Negro. Por otro lado, la cerveza Libertad “Blonde Ale” presentó el valor más bajo de aroma tostado (Fig. 16). La cerveza Libertad “Stout” se distingue por ser una cerveza compleja e intensa, y una de las favoritas de los amantes de este estilo. Es dulce y de gran cuerpo, con notas bien marcadas a lo tostado, café, cacao y ahumado provenientes de las maltas (Alambique, 2020).

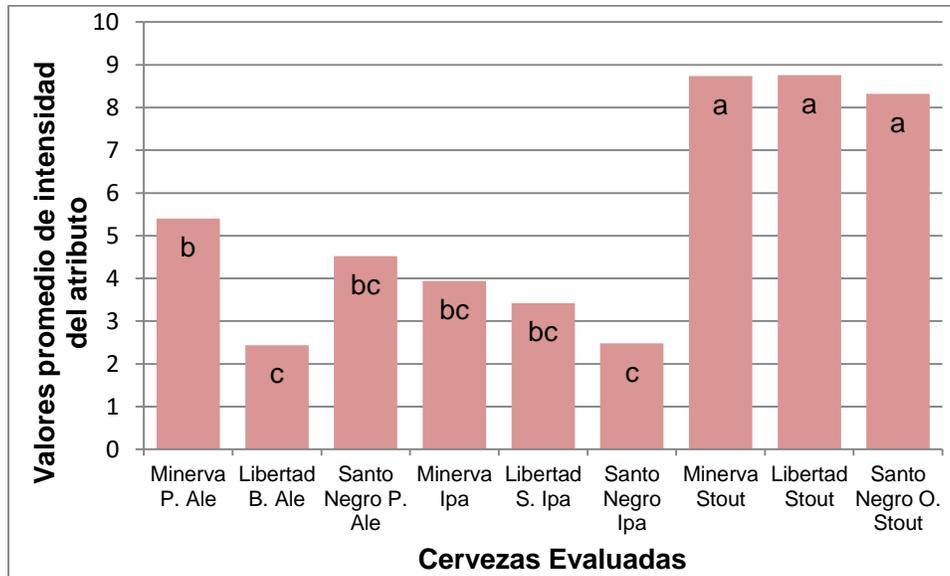


Figura 16. Valores de la intensificación promedio del atributo **aroma tostado** en las nueve cervezas artesanales evaluadas.

Numéricamente hubo diferencias, pero estadísticamente no hubo diferencias significativas a  $P > 0.05$ , de acuerdo a lo que se muestra en la (Fig.17). La cerveza Minerva “Ipa” es una cerveza con un pronunciado aroma frutal y frescos cítricos, su amargor deja en la boca un sabor memorable, ya que está elegantemente balanceado entre la mezcla selecta de lúpulos y el dulzor de la malta especial (Minerva, 2013).

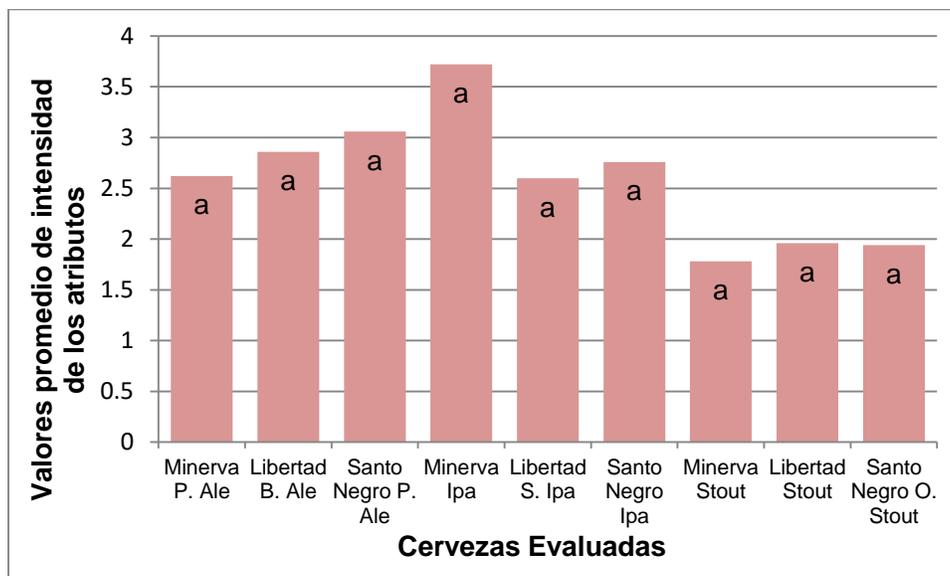


Figura 17. Resultados de la magnitud promedio del atributo **aroma dulce** en las nueve cervezas evaluadas.

El análisis muestra que la cerveza Santo Negro “Oatmeal Stout” presenta una intensidad elevada en el atributo de aroma a alcohol, mientras que la cerveza Libertad “Blonde Ale” exhibe la menor intensidad en este aspecto (Fig. 18). Por otro lado, el resto de las cervezas no presentan diferencias significativas en este atributo  $P > 0.05$ . Esto puede atribuirse al mayor contenido de alcohol de la cerveza “Oatmeal Stout” que alcanza un volumen de 6.5% (Cebu, 2020).

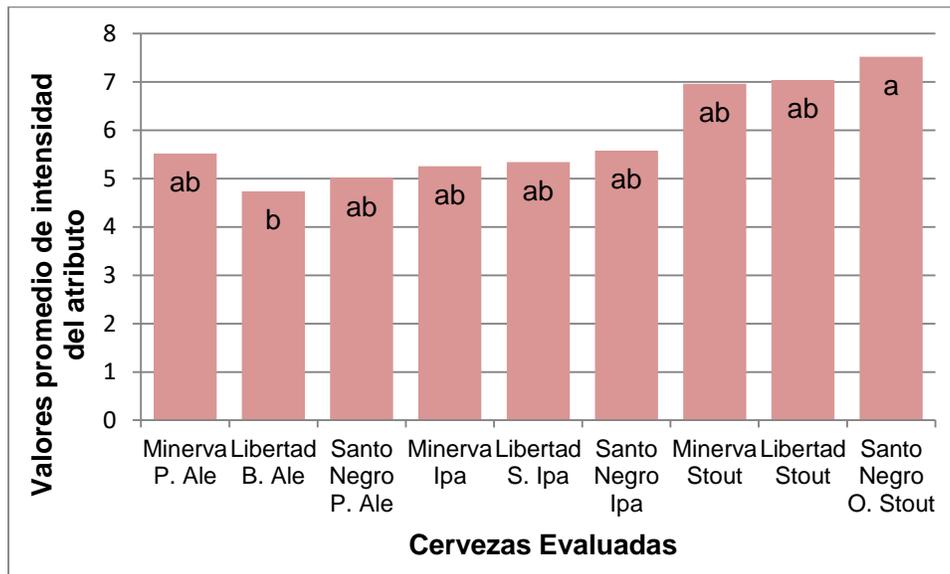


Figura 18. Valores de la intensidad promedio del atributo **aroma alcohol** en las nueve cervezas artesanales evaluadas.

El atributo textura representada en la gráfica (Fig. 19) permite apreciar que las cervezas Santo Negro “Oatmeal Stout” y Minerva “Stout” revelaron una textura más densa, seguido de Libertad “Stout” y Santo Negro “Ipa”. En contraste, el resto de las cervezas evaluadas no presentaron diferencias significativas encontrándose en ellas texturas más ligeras. Esto puede deberse a que un mosto más denso contiene más azúcares y produce más alcohol. Sin embargo, si el mosto es menos denso, significa que contiene menos azúcares y por tanto menos alcohol (Malte, 2024). De la cerveza Minerva “Pale Ale” a Libertad “Session Ipa” se aprecia que no hay diferencias significativas a  $P > 0.05$ , es decir, su textura podría ser similar (Fig. 19).

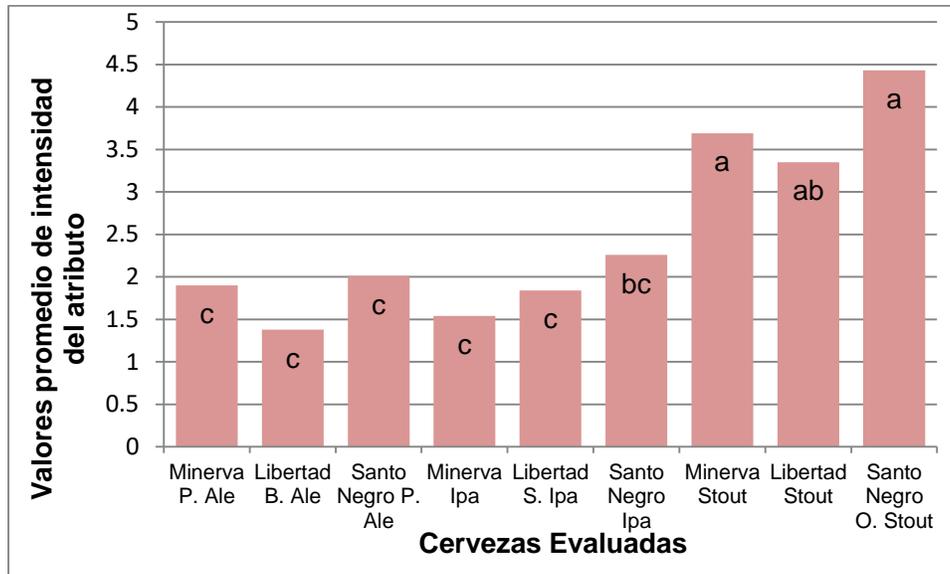


Figura 19. Valores promedio del atributo **textura** en las nueve cervezas evaluadas.

La evaluación demuestra que la cerveza con el mayor nivel de turbidez es Minerva “Stout”, seguida de Libertad “Stout” y Santo Negro “Oatmeal Stout”. En tanto que, las demás cervezas analizadas no mostraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), presentando niveles de turbidez similares (Fig. 20). Esto se debe a que las cervezas de tipo “Stout” son de colores oscuros, Minerva “Ipa” se distingue por su color dorado brillante (Minerva, 2013).

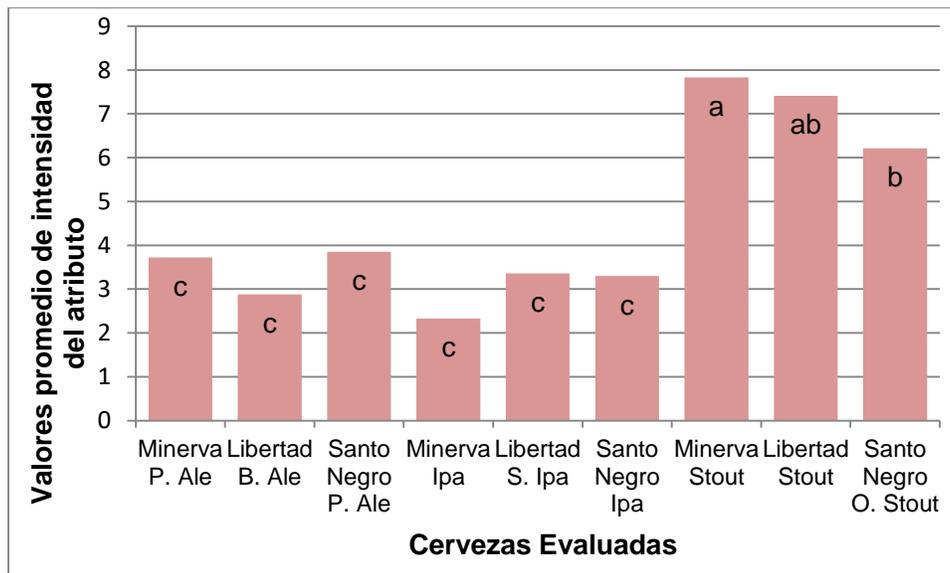


Figura 20. Resultados de la magnitud del atributo **apariciencia turbidez** en las nueve cervezas evaluadas.

La siguiente gráfica (Fig. 21), nos muestra a Santo Negro “Pale Ale” como la cerveza con apariencia de burbujeo mayor y a Libertad “Session Ipa” con un burbujeo menor. La percepción visual de burbujas está relacionada con la carbonatación de la cerveza, el dióxido de carbono es el gas usado más comúnmente, aunque las mezclas de dióxido de carbono/nitrógeno pueden alterar la percepción visual (The Brewers Association, 2013).

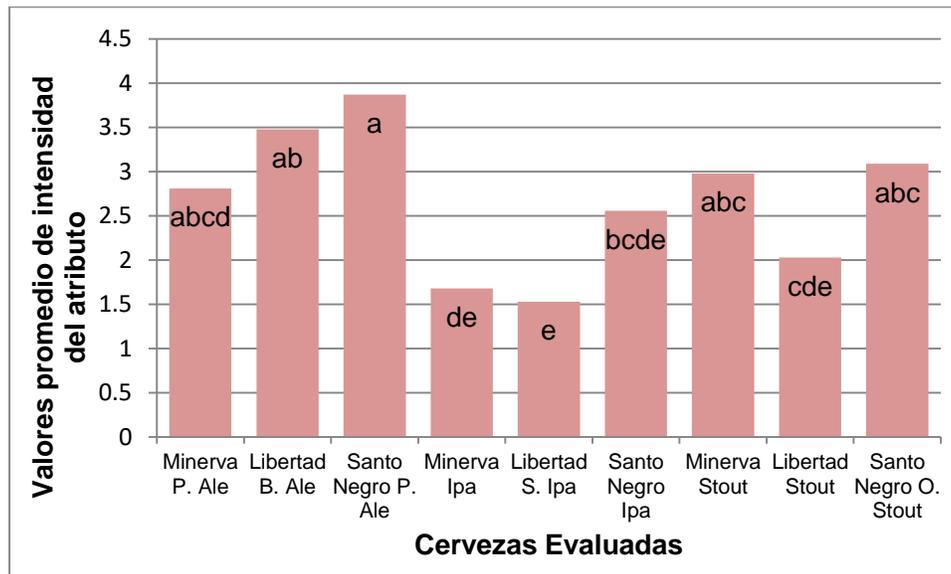


Figura 21. Valores de la intensidad promedio del atributo **apariciencia burbujeo** en las nueve cervezas evaluadas.

En la figura 22, se observa que las cervezas “Pale Ale” y “Oatmeal Stout” de la marca Santo Negro presentan un nivel en el atributo de apariencia gaseosa. En contraste, las cervezas Libertad “Session Ipa” y Minerva “Ipa” muestran los niveles más bajos en este atributo. Las demás cervezas evaluadas exhibieron niveles de apariencia gaseosa similares.

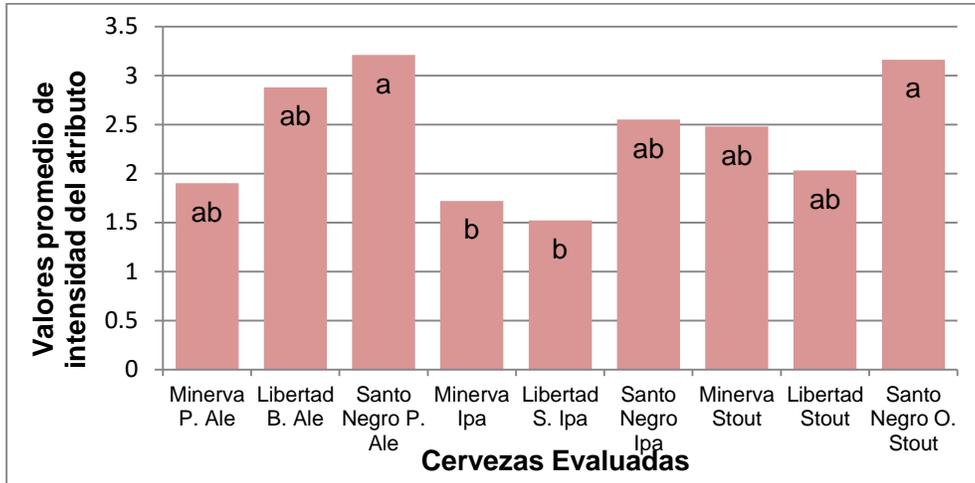


Figura 22. Resultados de medias del atributo **apariencia gaseosa** en las nueve cervezas evaluadas.

Se puede apreciar en la siguiente gráfica que el atributo que presentó mayor apariencia de espuma fue Santo Negro “Pale Ale”, esta cerveza presenta una espuma moderada (Cebu, 2020). Por otro lado, “Pale Ale” y “Stout” de la marca minerva, así como Libertad “Stout”, exhibieron una menor apariencia espumosa (Fig. 23). El vertido correcto y el uso de cristalería apto y limpio ayudan a promover las características de espuma correctas (The Brewers Association, 2013).

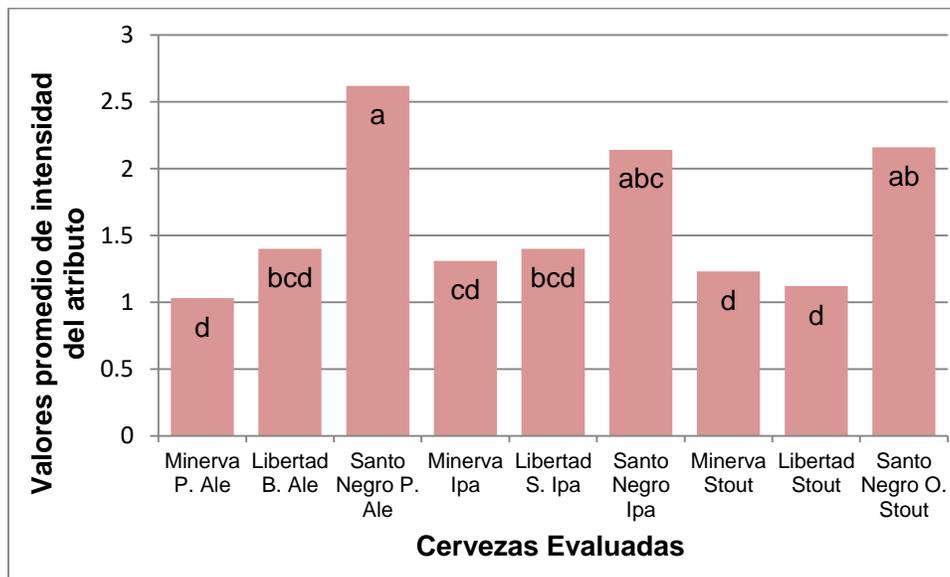


Figura 23. Valores de la magnitud promedio del atributo **apariencia espuma** en las nueve cervezas artesanales evaluadas.

Como se puede apreciar en la gráfica las cervezas Minerva “Pale Ale” y “Oatmeal Stout” de Santo Negro, demostraron una apariencia dorada más alta, mientras que en las cervezas de Libertad “Blonde Ale” y “Session Ipa”, así como Minerva “Ipa”, revelaron una menor coloración dorada (Fig. 24). Es posible que el anterior resultado se deba al balance de la malta caramelo, el cual es el ingrediente principal que proporciona color a la cerveza (Minerva, 2013).

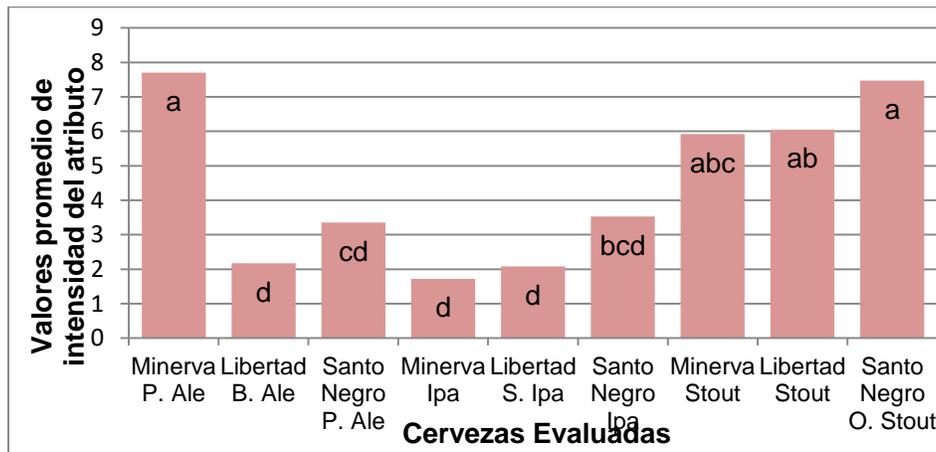


Figura 24. Resultados de la intensidad promedio del atributo **apariencia dorado** en las nueve cervezas evaluadas.

Las cervezas con apariencia más oscura son las de tipo “Stout”, de las marcas Libertad y Minerva, que se destacan por su color negro profundo. Esto se debe a que el lúpulo atenúa la intensidad de las maltas lo que les da un perfil similar al de un expreso hecho cerveza (Cervexxa, 2019), les sigue la “Oatmeal Stout” de Santo Negro. Por otro lado, el resto de las cervezas evaluadas no mostraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), presentando una tonalidad ámbar, por lo tanto, una menor apariencia negro (Fig. 25).

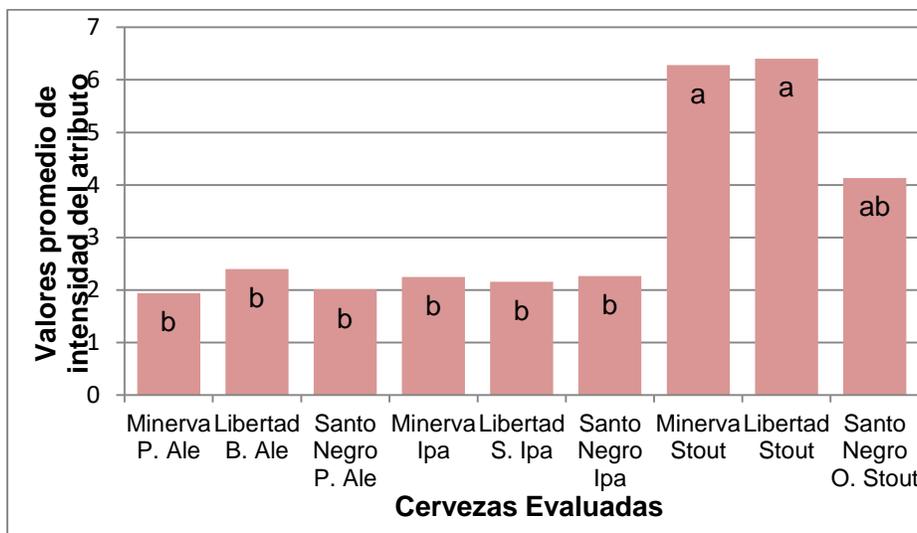


Figura 25. Valores promedio del atributo **apariciencia negro** en las nueve cervezas artesanales evaluadas.

### 4.3 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Se aplicó (PCA) Análisis de Componentes Principales, a los valores de medias de los 20 atributos para simplificar la interpretación de los datos de los nueve productos evaluados. Los valores más destacados se pueden encontrar en los CP1 y CP2 (Cuadro 5), y los descriptores evaluados se clasificaron en cuatro fases: fase gustativa de sabor, fase olfativa, fase gustativa aromática y fase visual.

CUADRO 6. Valores de los componentes principales.

Variable	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6
<b>FASE GUSTATIVA SABOR</b>						
Amargo	0.442	<b>0.838</b>	-0.126	-0.294		
Acido	<b>0.503</b>	-0.224	-0.719	0.423		
Tostado	<b>0.521</b>	0.011	0.671	0.528		
Persistencia	<b>0.530</b>	-0.497	0.128	-0.675		
<b>FASE OLFATIVA Y TEXTURA</b>						
Olor dulce	-0.353	<b>0.934</b>	0.051			
Olor café	<b>0.667</b>	0.213	0.714			
Textura	<b>0.656</b>	0.287	-0.698			
<b>FASE GUSTATIVA AROMÁTICA</b>						
Aroma aromáticas hierbas	0.068	<b>0.675</b>	0.115	-0.174	0.471	-0.523
Aroma malta	-0.163	<b>0.465</b>	-0.797	0.255	0.168	0.168

<b>Aroma frutal</b>	0.279	<b>0.555</b>	0.452	-0.006	0.354	0.534
<b>Aroma tostado</b>	<b>-0.500</b>	0.091	0.371	0.738	0.114	-0.215
<b>Aroma dulce</b>	<b>0.588</b>	-0.042	-0.082	0.198	0.547	-0.554
<b>Aroma alcohol</b>	<b>-0.544</b>	0.101	0.055	-0.566	0.558	-0.243
<b>FASE VISUAL</b>						
<b>Turbidez</b>	-0.095	<b>-0.674</b>	-0.045	0.287	-0.671	
<b>Burbujeo</b>	<b>0.585</b>	-0.247	0.018	0.250	0.227	
<b>Gaseosa</b>	<b>0.610</b>	-0.145	-0.031	0.232	0.205	
<b>Espuma</b>	<b>0.505</b>	0.173	-0.153	-0.651	-0.516	
<b>Dorado</b>	-0.082	<b>-0.608</b>	0.386	-0.593	0.346	
<b>Negro</b>	-0.124	-0.254	-0.908	-0.160	0.265	

Del análisis de componentes principales (CP) de los descriptores de la Fase gustativa de sabor podemos comentar que en la gráfica de sedimentación muestra la distancia del vector mayor en los primeros dos componentes, explicando el comportamiento de los atributos en cada componente en el cual existe mayor diferencia entre atributos (Fig. 26).

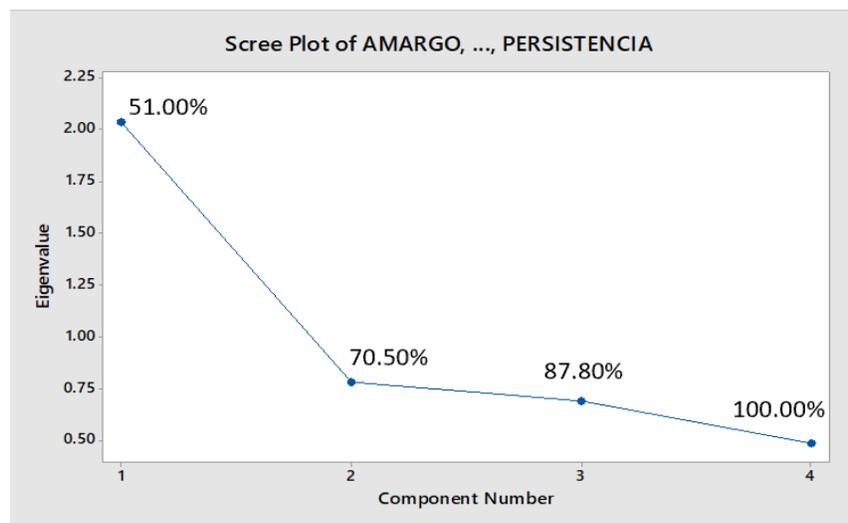


Figura 26. Análisis de Componentes Principales de sedimentación CP1 y CP2 de los principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas evaluadas (sabor).

Las cervezas "Santo Negro Stout", "Libertad Stout", "Minerva Stout" mantuvieron mayor presencia en el primer componente (Fig. 27), con valores positivos asociados con los atributos de persistencia, tostado, ácido y amargo (Fig. 28). Por otro lado, "Minerva Ipa", Santo Negro Ipa", "Libertad Ipa" se presentaron en mayor

parte hacia el segundo componente con valores negativos (Fig. 27), hacia los atributos de persistencia y tostado (Fig. 28).

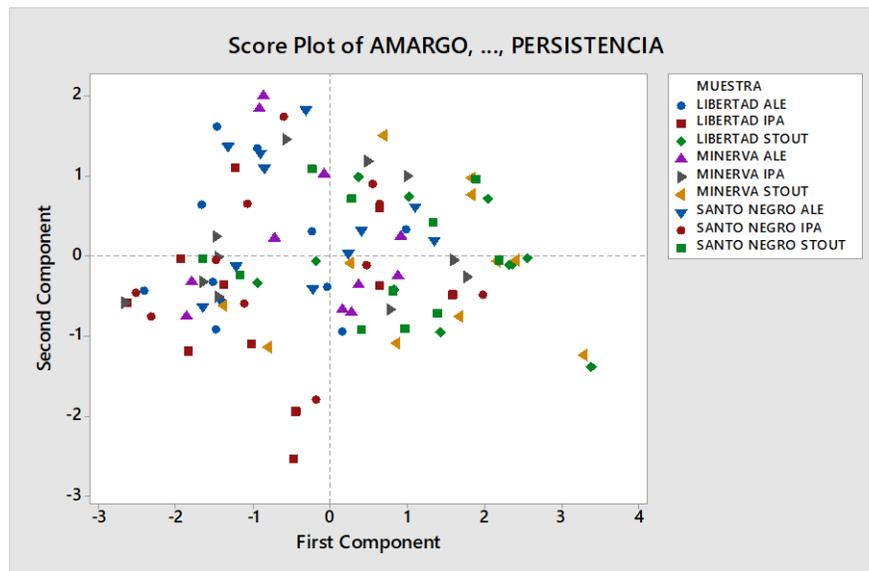


Figura 27. Principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas evaluadas de puntuación CP1 y CP2 (sabor).

El primer componente principal está relacionado positivamente con los atributos de sabor como: sabor amargo, sabor tostado, sabor ácido y persistencia, estos atributos proyectan una mayor longitud hacia el CP1, indicando las diferencias entre cada una de las cervezas (Fig. 28).

El segundo componente principal está relacionado negativamente con los atributos de sabor como: sabor ácido y persistencia, y relacionado positivamente con el sabor amargo y tostado, tales atributos muestran una mayor longitud en el CP2, mostrando las diferencias entre las cervezas (Fig. 28).

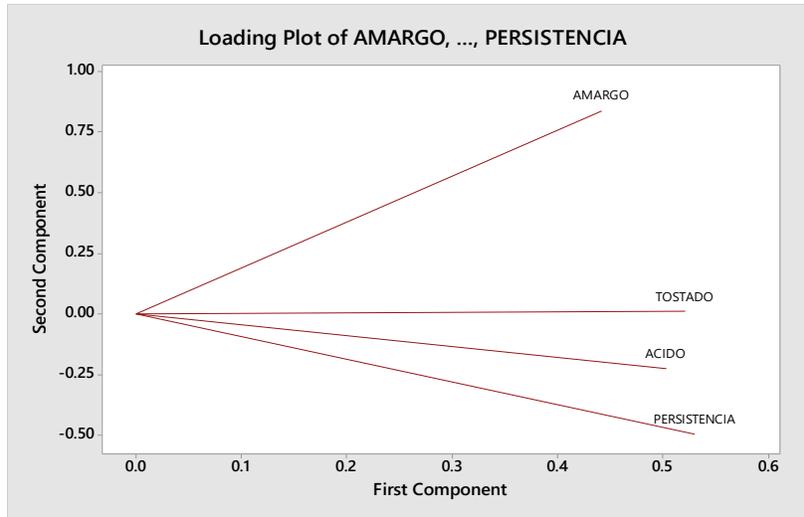


Figura 28. Principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas evaluadas de proyección CP1 y CP2 (sabor).

CP1 muestra una menor dispersión en donde se sitúan con valores positivos los atributos de persistencia, tostado y ácido, posterior el CP2 muestra una mayor dispersión positiva hacia el atributo amargo (Fig. 29).

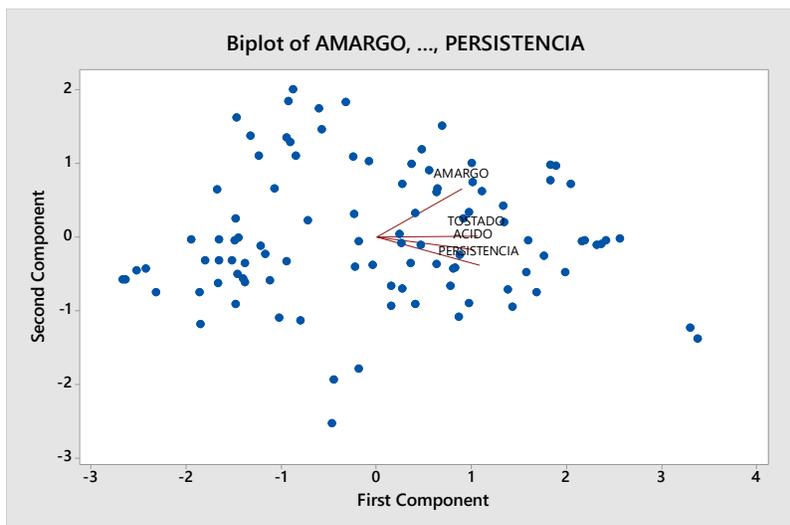


Figura 29. Análisis de Componentes Principales de dispersión CP1 y CP2 de los principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas artesanales evaluadas (sabor).

Del análisis de componentes principales (CP) de los descriptores de la Fase olfativa y de textura se puede comentar que la distancia entre los vectores presenta la conducta de los atributos dentro de cada componente resaltando los dos primeros componentes donde se encuentran más diferencias entre los atributos (Fig. 30).

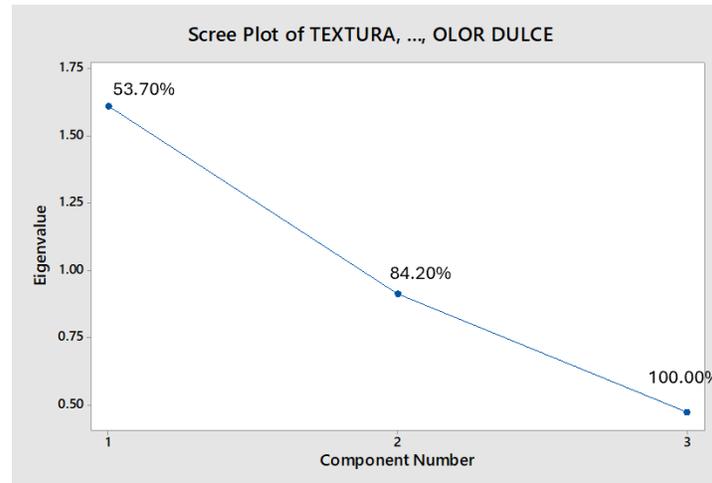


Figura 30. Análisis de Componentes Principales de sedimentación de los principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas evaluadas CP1 y CP2 (olor y textura).

Las cervezas que presentaron mayor presencia hacia el primer componente con valores positivos fueron "Minerva Stout", "Santo Negro Stout", "Libertad Stout" (Fig. 31), referentes al atributo de textura y olor a café (Fig. 32). Posterior a las cervezas "Santo Negro Ale", "Libertad Ale", "Minerva Ale", "Libertad Ipa" y "Santo Negro Ipa" mantuvieron una superior presencia positiva hacia el segundo componente (Fig. 35), de acuerdo con el atributo de olor dulce (Fig. 32).

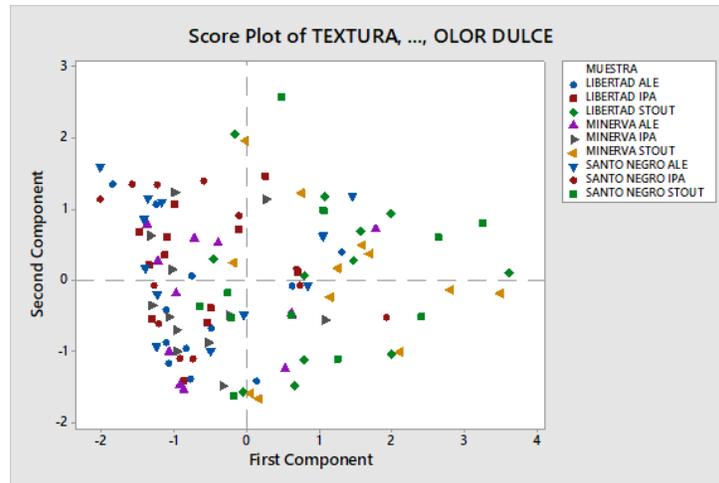


Figura 31. Análisis de Componentes Principales de los principales descriptores sensoriales de puntuación CP1 y CP2 de las nueve cervezas evaluadas (olor y textura).

En la figura 32, se observa que el primer componente responde positivamente al olor café y textura, posterior al segundo componente este es asociado positivamente al olor dulce, señalando las diferencias que existen entre las cervezas.

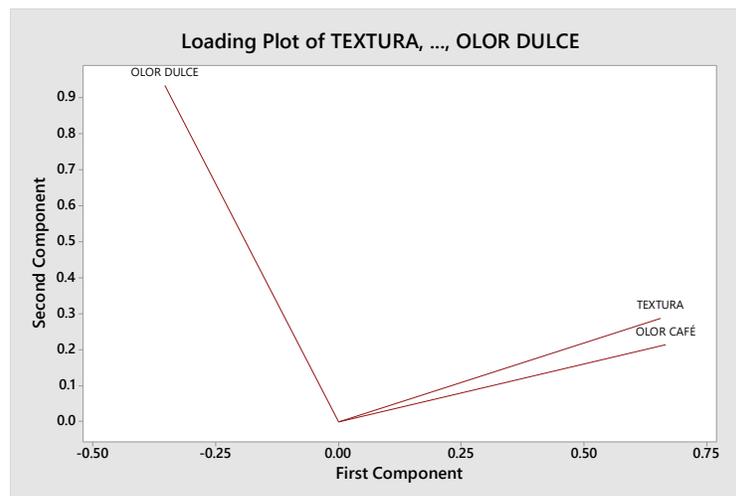


Figura 32. Análisis de Componentes Principales de proyección CP1 y CP2 de los principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas evaluadas (olor y textura).

En cuanto al gráfico de dispersión, se observa que hay una mayor dispersión en el CP1, mientras que en el segundo la mayoría de las

observaciones se sitúan en la parte superior con valores positivos referentes al atributo olor dulce (fig. 33).

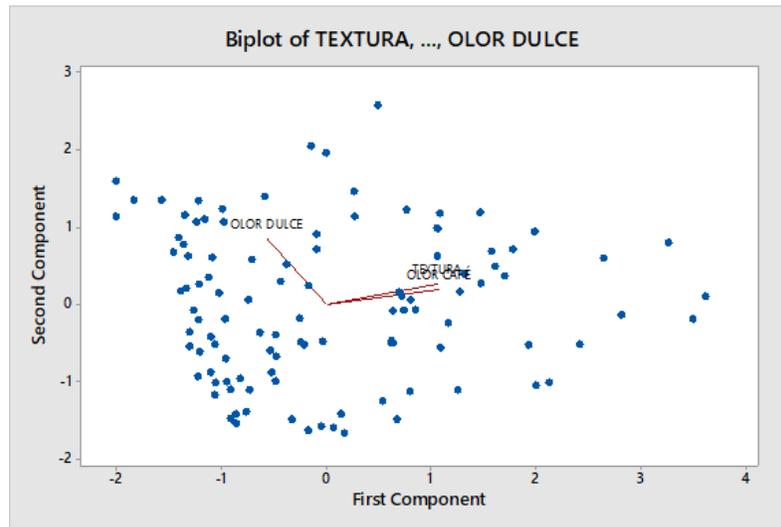


Figura 33. PCA de dispersión CP1 y CP2 de los principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas artesanales evaluadas (olor y textura).

Del análisis de componentes principales (CP) de los descriptores de la Fase gustativa aromática podemos comentar que el vector que muestra una mayor distancia se encuentra entre el segundo y primer componente mostrando la conducta de los atributos en cada componente señalando que hay más diferencias entre los atributos (Fig. 34).

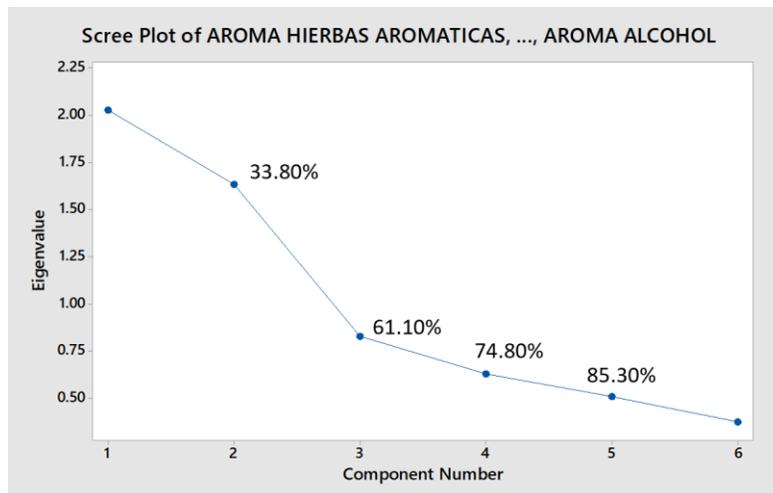


Figura 34. Análisis de Componentes Principales de sedimentación de los principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas artesanales evaluadas CP1 y CP2 (aroma).

Las muestras “Libertad Stout”, “Minerva Stout”, Santo Negro Stout” tuvieron una mayor presencia en el segundo componente (Fig. 35), con valores negativos hacia el atributo de aroma dulce (Fig. 36). Por otra parte, “Santo Negro Ale”, “Libertad Ipa”, “Santo Negro Ipa”, “Minerva Ipa” encontrados en mayor parte en el segundo componente (Fig. 35), con valores positivos en cuanto a los atributos de aroma a hierbas aromáticas, aroma frutal y aroma a malta (Fig. 36).

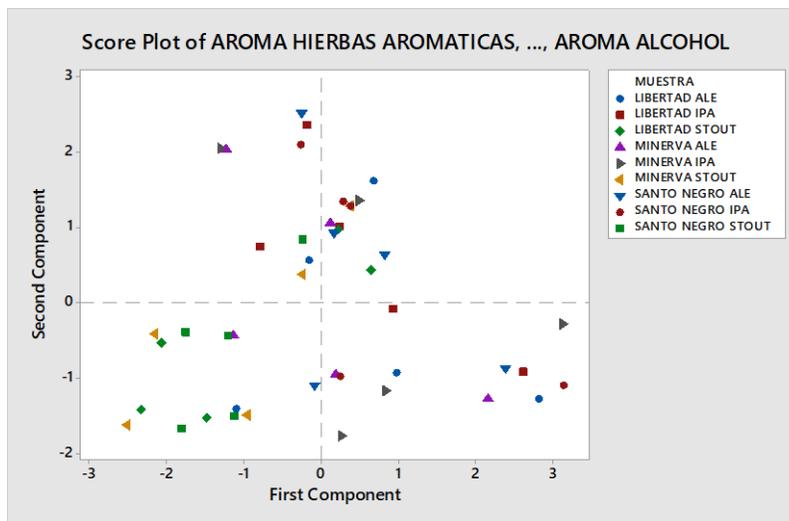


Figura 35. PCA de puntuación de los principales descriptores sensoriales CP1 y CP2 de las nueve cervezas evaluadas (aroma).

Como se observa en la figura 36, el primer Componente Principal muestra una asociación positiva con los atributos de aroma dulce, aroma frutal y hierbas aromáticas, mientras que se relaciona negativamente con los atributos de aroma a alcohol y tostado. Por su parte el segundo componente, presenta una asociación positiva con los atributos aroma a hierbas aromáticas, aroma frutal y aroma a malta, los cuales exhiben una mayor longitud hacia el CP2, lo que refleja las diferencias encontradas entre cada cerveza.

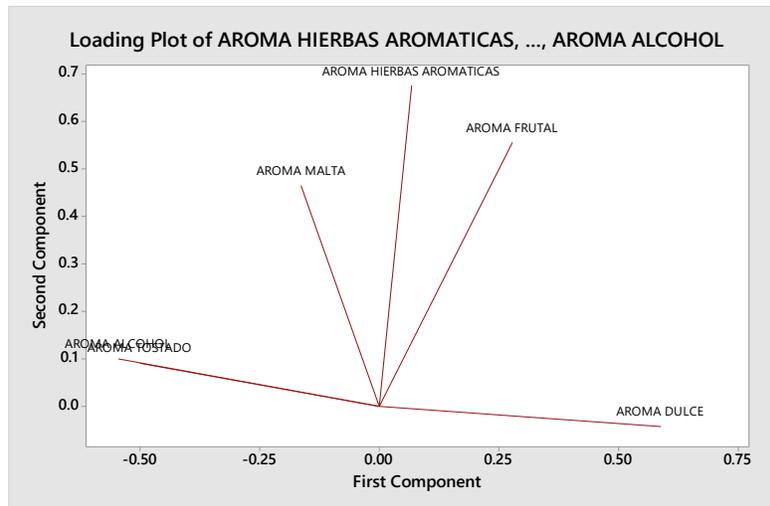


Figura 36. Análisis de Componentes Principales de proyección de los principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas evaluadas CP1 y CP2 (aroma).

El CP1 mostró una mayor dispersión positiva referente al atributo de aroma dulce, a diferencia del CP2 tuvo mayor presencia positiva hacia los atributos aroma a hierbas aromáticas, aroma frutal y aroma a malta (Fig. 37).

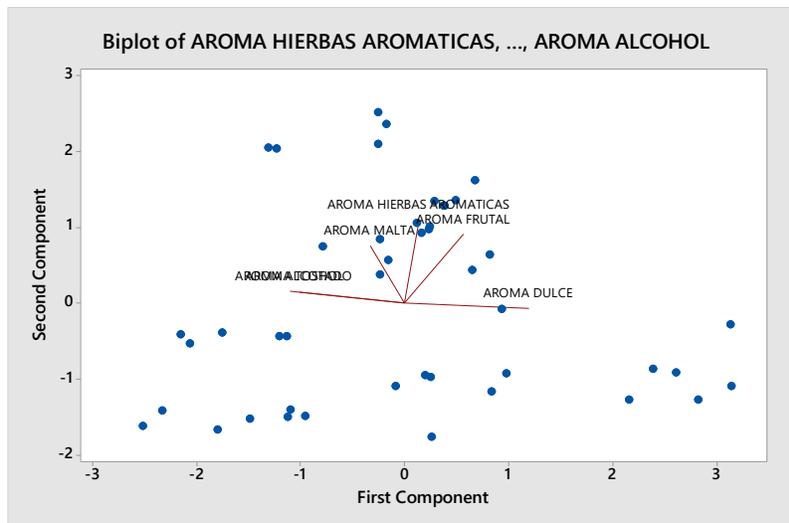


Figura 37. PCA de dispersión de los principales descriptores sensoriales CP1 y CP2 de las nueve cervezas evaluadas (aroma).

Del análisis de componentes principales (CP) de los descriptores de la fase visual se puede comentar que la gráfica de sedimentación muestra que la distancia de los vectores entre los tres primeros componentes es superior mostrando el comportamiento de los atributos dentro de cada componente acentuando en los dos primeros componentes donde hay más diferencias entre los atributos (Fig. 38).

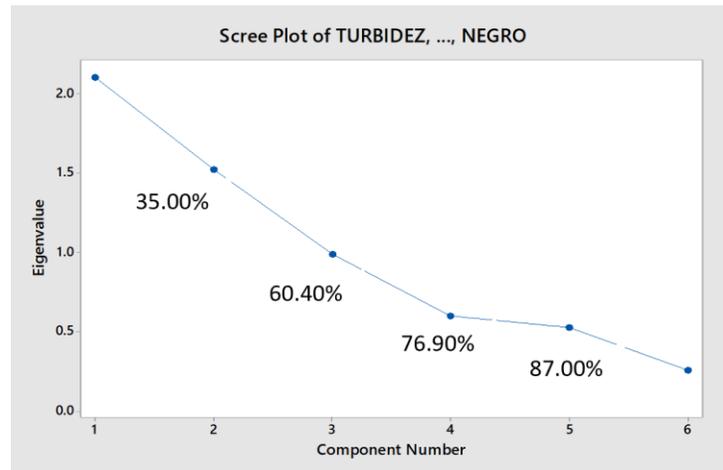


Figura 38. Análisis de Componentes Principales de sedimentación CP1 y CP2 de los principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas evaluadas (aparición).

“Libertad Ipa”, “Minerva Ipa” y “Santo Negro Ipa” fueron las cervezas que mostraron valores negativos hacia el primer componente (Fig. 39), referente al atributo negro (Fig. 40). Las cervezas “Santo Negro Stout”, “Minerva Stout” y “Libertad Stout” se manifestaron hacia el segundo componente negativamente (Fig. 39), respecto a los atributos de turbidez y dorado (Fig. 40). Por último, las cervezas “Santo Negro Ale”, Santo Negro Ipa”, “Libertad Ale” y “Minerva Ale” indicaron una mayor presencia en el primer componente (Fig. 39), con valores positivos con relación a los atributos de gaseosa, burbujeo y espuma (Fig. 40).

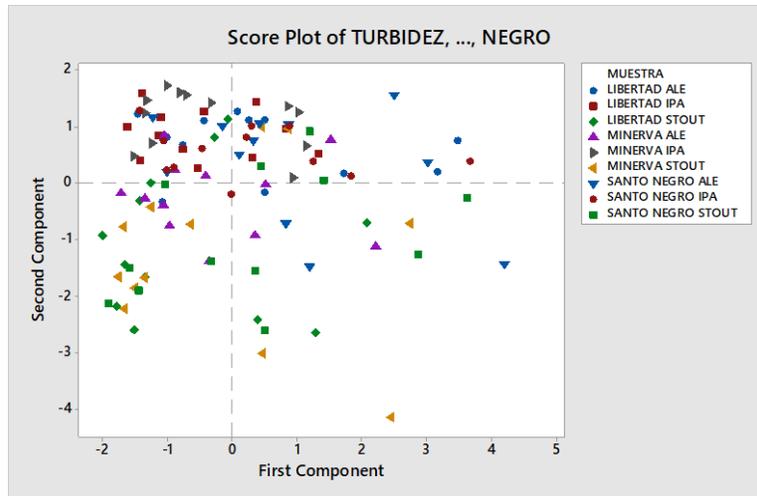


Figura 39. Análisis de Componentes Principales de los principales descriptores sensoriales de puntuación CP1 y CP2 de las nueve cervezas evaluadas (aparencia).

El primer Componente Principal se ve vinculado negativamente con el atributo apariencia negro, y vinculado positivamente con el atributo gaseosa, burbujeo y espuma. El segundo componente se encuentra relacionado positivamente con el atributo espuma y se encuentra negativamente con los atributos de turbidez y dorado, estos presentaron una mayor longitud en el CP1 y CP2. Revelando las diferencias que presentan cada una de las cervezas (Fig. 40).

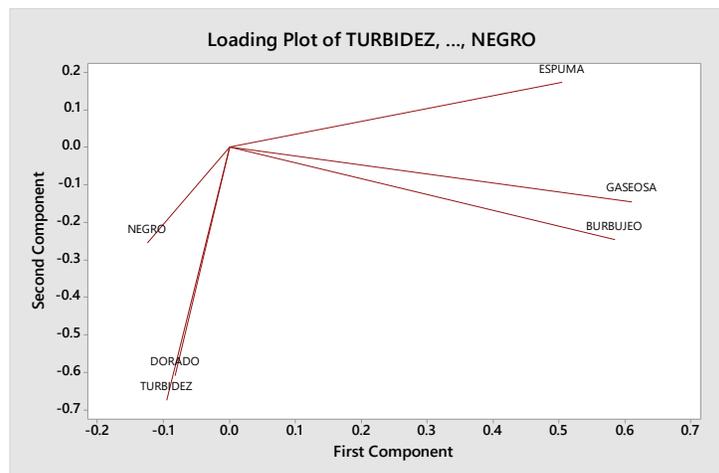


Figura 40. Análisis de Componentes Principales de proyección CP1 y CP2 de los principales descriptores sensoriales de las nueve cervezas evaluadas (aparencia).

En la gráfica de dispersión, se observa que existe una mayor dispersión hacia el primer componente referente con los atributos de gaseosa, burbujeo y espuma. El CP2 es en donde se encuentra la mayoría de las observaciones con valores positivos en cuanto al atributo de espuma (Fig. 41).

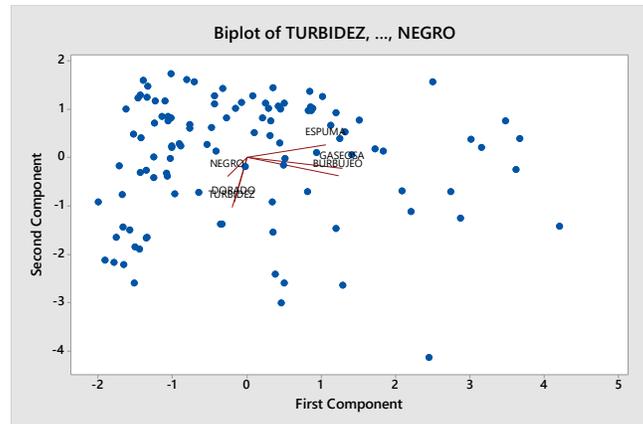


Figura 41. Principales descriptores sensoriales de dispersión CP1 y CP2 de las nueve cervezas evaluadas (apariciencia).

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación, se han reportado estudios del perfil fenólico, volátil y sensorial de cervezas elaboradas a partir de la maceración del fruto de membrillo. Estas evaluaciones se realizaron mediante el uso de Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) con un panel entrenado, complementado con Análisis de Componente Principales (PCA), con el propósito de caracterizar la composición funcional de dicha cerveza (Zapata et al., 2019).

Diversos autores realizaron estudios explorando los rasgos sensoriales de cervezas artesanales a través de distintos métodos de análisis sensorial Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA), un método dinámico sensorial, Dominio Temporal de las sensaciones (TDS) y el Análisis de Componentes Principales (PCA), los resultados mostraron validez de diferentes métodos de perfil y apoyaron el desarrollo de instrumentos para el análisis sensorial de la cerveza (Medoro et al., 2016).

Existen estudios que validan la utilidad del QDA y PCA, destacando su contribución al posicionamiento estratégico de productos para el desarrollo y comercialización de nuevos productos, como el caso de la leche (Chapman et al., 2001).

El análisis de componentes principales (PCA), es un instrumento estadístico invaluable para reducir conjuntos de datos complejos y así comprender mejor los factores que determinan la calidad y las relaciones sensoriales de los productos (Vidal et al., 2020).

## 5 CONCLUSIONES

Los doce panelistas entrenados del Programa Docente de Ingeniería en Ciencia y Tecnología de Alimentos participaron en sesiones continuas y rigurosas, cumpliendo con las exigencias necesarias para desarrollar la capacidad de evaluar las características de las cervezas artesanales.

Como resultado de este proceso, los panelistas definieron y establecieron los términos descriptivos para describir las cervezas artesanales lográndose generar el léxico descriptivo.

A través del ANÁLISIS DESCRIPTIVO CUANTITATIVO (QDA) se logró identificar y caracterizar las cualidades sensoriales de las cervezas artesanales estudiadas. Además, mediante el método de componentes principales (PCA) se determinaron las similitudes y diferencias entre los distintos tipos y marcas de cervezas artesanales.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 251, A. (2020). *Alambique 251*. 01 de Junio. <https://alambique251.com>
- ABNT. (1963). Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia. In *Associação Brasileira de Normas Técnicas*.
- Belga. (2024). *La Belga*. 01 de Enero. <https://labelga.com.mx>
- Burini, J. A., Eizaguirre, J. I., Loviso, C., & Libkind, D. (2021). Non-conventional yeasts as tools for innovation and differentiation in brewing. *Revista Argentina de Microbiología*, 53(4), 359–377. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.01.003>
- Callejo, Maria de Jesus., Tesfaye, Wendu., Gonzalez, Maria del Carmen., Morata, A. (2016). Craft Beers: Current Situation and Future Trends. *IntechOpen*, 11(tourism), 13. <https://www.intechopen.com/books/advanced-biometric-technologies/liveness-detection-in-biometrics>
- Cárdenas, M. N. V., Cevallos, H. C. E., Salazar, Y. J. C., Romero, M. E. R., Gallegos, M. P. L., & Cáceres, M. M. E. (2018). Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico. *Dominio de Las Ciencias*, 4(3), 253. <https://doi.org/10.23857/dc.v4i3.807>
- Castañeda, R., Andrade-Cuvi, M. J., Argüello, Y., & Vernaza, M. G. (2018). Efecto de la adición de quinua (*Chenopodium quinoa wild*) malteada y sin maltear en la elaboración de cerveza tipo Ale a base de cebada (*Hordeum vulgare*) malteada. *Enfoque UTE*, 9(2), 15–26. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n2.302>
- Cebu, M. (2020). *Miscelanea Cebu*. 01 de Agosto. <https://miscelaneacebu.com/>
- Cervexxa. (2019). *Cervexxa*. 11 de Octubre. <https://www.cervezaartesanal mexicana.mx/libertad-session-ipa/>
- Chapman, K. W., Lawless, H. T., & Boor, K. J. (2001). Quantitative descriptive analysis and principal component analysis for sensory characterization of ultrapasteurized milk. *Journal of Dairy Science*, 84(1), 12–20. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74446-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74446-3)
- Corrales, C. S. (2020). El uso industrial del agua en la cervecería Heineken en Monterrey, México. *Región Y Sociedad*, 32, e1298. <https://doi.org/10.22198/rys2020/32/1298>
- Díaz, Ligia Espinosa., Martínez, Sonia Gomez., Nova, Ester., Ascension, M. (2022). *Nutrición Hospitalaria*. 10–14. <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v39nspe3/0212-1611-nh-39-nspe3-12.pdf>
- Ferreyra, L. (2014). Elaboración de cerveza: Historia y evolución , desarrollo de actividades de capacitación e implementación de mejoras tecnológicas para

- productores artesanales [Universidad Nacional de la Plata]. In *Universidad Nacional de la Plata*. <http://lipa.agro.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/sites/29/2020/03/Trabajo-Final-Leonel-Ferreya-.pdf>
- Fisher, Laura Estela de la Vega., Peñalosa, Monica Eugenia Otero., Lopez, D. M. C. (2023). Caso: Cerveza Pamplona Artesanal: una marca región. *Multidisciplinary Business Review*, 16(1), 124–134. <https://doi.org/10.35692/07183992.16.1.8>
- González, M. G. (2019). Diseño y dimensionamiento de una línea de elaboración de cerveza artesana acondicionada en botella con levadura no-Saccharomyces, con una capacidad de 6.000 l/ semana en Abanto Ciérvana (Vizcaya) [E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM), Madrid]. In *Universidad Politécnica De Madrid*. <https://oa.upm.es/56981/>
- Gordon, S. (2015). Guía de Estilos de Cerveza. *Beer Judge Certification Program*, 108. [https://www.copacervezasdeamerica.com/files/2015\\_Guidelines\\_Beer\\_ESNEI PACatharinaSour.pdf](https://www.copacervezasdeamerica.com/files/2015_Guidelines_Beer_ESNEI PACatharinaSour.pdf)
- Marco normativo CNDH, 1 (2020). [https://normas.cndh.org.mx/Documentos/Nuevo León/Ley\\_PCAARVC\\_NL.pdf](https://normas.cndh.org.mx/Documentos/Nuevo León/Ley_PCAARVC_NL.pdf)
- Huatay, Q. W., & Lector, R. A. (2019). Evaluación de la aceptabilidad sensorial de una cerveza artesanal formulada con Cañihua (*Chenopodium Pallidicaule*) y Aguaymanto (*Physalis Peruviana*) [Universidad Cesar Vallejo]. In *Tesis*. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/44512/Huatay\\_Q W-Lector\\_RJA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/44512/Huatay_Q W-Lector_RJA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Humia, B. V., Santos, K. S., Schneider, J. K., Leal, I. L., de Abreu Barreto, G., Batista, T., Machado, B. A. S., Druzian, J. I., Krause, L. C., da Costa Mendonça, M., & Padilha, F. F. (2020). Physicochemical and sensory profile of Beauregard sweet potato beer. *Food Chemistry*, 312(December 2019), 126087. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126087>
- Jaeger, S. R., Worch, T., Phelps, T., Jin, D., & Cardello, A. V. (2020). Effects of “craft” vs. “traditional” labels to beer consumers with different flavor preferences: A comprehensive multi-response approach. *Food Quality and Preference*, 87, 104043. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104043>
- Jaeger, S. R., Xia, Y. X., Le Blond, M., Beresford, M. K., Hedderley, D. I., & Cardello, A. V. (2018). Supplementing hedonic and sensory consumer research on beer with cognitive and emotional measures, and additional insights via consumer segmentation. *Food Quality and Preference*, 73, 117–134. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.11.015>
- Jardim, de C. C., de Souza, D., Machado, I. C. K., Pinto, L. M. N., de Souza Ramos, R. C., & Garavaglia, J. (2018). Sensory profile, consumer preference

- and chemical composition of craft beers from brazil. *Beverages*, 4(4), 1–12. <https://doi.org/10.3390/beverages4040106>
- Kross, C. (2022). *Cerveceria Kross*. 18 de Marzo. <https://www.kross.cl/blog/post/cerveza-ipa>
- Lawless, Harry T., Heymann, H. (1999). *Sensory Evaluation Of Food* (KA/PA (ed.)). Springer.
- Malte, E. S. de C. e M. (2024). *Cervejaemalte.com*. 02 de Febrero. <https://www.cerveza-artesanal.co/la-importancia-de-la-densidad-final-en-las-recetas-de-cerveza/>
- Manfugas, J. E. (2007). *Evaluacion Sensorial de los Alimentos* (Editorial). Editorial Universitaria Cuba.
- Medoro, C., Cianciabella, M., Camilli, F., Magli, M., Gatti, E., & Predieri, S. (2016). Sensory Profile of Italian Craft Beers, Beer Taster Expert versus Sensory Methods: A Comparative Study. *Food and Nutrition Sciences*, 07(06), 454–465. <https://doi.org/10.4236/fns.2016.76047>
- Minerva. (2013). *Cerveza Minerva*. 01 de Enero.
- Ng, M., Lawlor, J.B., Chandra, S., Chaya, C., Hewson, L., Hort, J. (2012). Using quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations analysis as complementary methods for profiling commercial blackcurrant squashes. *Food Quality and Preference*.
- Pino, S., Gallardo, I., & Pérez, M. (2018). Estudio experimental de las etapas de maceración y fermentación para la obtención de cerveza a partir de malta de Sorgo. *Revista Centro Azucar*, 45(3), 52–64. <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v45n3/caz06318.pdf>
- Priulli, É., Pereira, C. M. T., Oliveira, A. C., & Pires, C. R. F. (2022). Use of the quantitative descriptive analysis for sensory assessment of tapiocas with adding waste from soy processing. *Food Science and Technology (Brazil)*, 42. <https://doi.org/10.1590/fst.08621>
- Puri, R., Khamrui, K., Khetra, Y., Malhotra, R., & Devraja, H. C. (2016). Quantitative descriptive analysis and principal component analysis for sensory characterization of Indian milk product cham-cham. *Journal of Food Science and Technology*, 53(2), 1238–1246. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2089-4>
- Salanta, L. C., Coldea, T. E., Ignat, M. V., Pop, C. R., Tofana, M., Mudura, E., Borsa, A., Pasqualone, A., Anjos, O., & Zhao, H. (2020). Functionality of special beer processes and potential health benefits. *Processes*, 8(12), 1–21. <https://doi.org/10.3390/pr8121613>
- Sancho, J., Bota, E., Castro, J. J. (2002). *Introduccion al Analisis de los Alimentos*

(Editions d).

- Saullo, R., Passo, V., & Maydana, M. (2018). *Elaboración artesanal de cerveza*. <https://www.collegesidekick.com/study-docs/6161561>
- Severiano, P. P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *Inter Disciplina*, 7(19), 47. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
- The Brewers Association. (2013). *Best Practices Guide to Quality Craft Beer*. [https://www.brewersassociation.org/attachments/0001/3980/EDP\\_Quality.pdf](https://www.brewersassociation.org/attachments/0001/3980/EDP_Quality.pdf)
- Vidal, N. P., Manful, C. F., Pham, T. H., Stewart, P., Keough, D., & Thomas, R. H. (2020). The use of XLSTAT in conducting principal component analysis (PCA) when evaluating the relationships between sensory and quality attributes in grilled foods. *MethodsX*, 7, 100835. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2020.100835>
- Viejo, Claudia Gonzalez; Fuentes, Sigfredo; Howell, Kate; Torrico, Damir D.; Dunshea, F. R. (2019). Integration of non-invasive biometrics with sensory analysis techniques to assess acceptability of beer by consumers. *Physiology and Behavior*, 200(October 2017), 139–147. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.02.051>
- Washington, J., & Salazar, G. M. (2018). *Banano (Cavendish gigante) de rechazo como sustitucion parcial de cebada en la calidad fisicoquimica y sensorial de la cerveza artesanal* [Escuela Superior Politecnica de Manabi Manuel Felix Lopez]. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/892/1/TTA111.pdf>
- Wittig, de P. E. (2001). *Evaluacion Sensorial una metodología actual para tecnología de alimentos*. 21–110. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/121431>
- Yang, J., & Lee, J. (2019). Application of sensory descriptive analysis and consumer studies to investigate traditional and authentic foods: A review. *Foods*, 8(2), 1–17. <https://doi.org/10.3390/foods8020054>
- zapata, Pedro J., Esplá, Alejandra Martinez., Vilaplana, Amadeo Gironés., Lax, David Santos., Artiaga, Luis Noguera., Barrachica, Á. A. C. (2019). Phenolic, volatile, and sensory profiles of beer enriched by macerating quince fruits. *Lwt*, 103(September 2018), 139–146. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.01.002>

## 7 ANEXOS

### 7.1 ANÁLISIS DE VARIANZA Y MEDIAS LSD

#### 7.1.1 SABOR DULCE

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	45.10	8	5.64	1.22	0.2947
Muestra	45.10	8	5.64	1.22	0.2947
Error	414.76	90	4.61		
total	459.86	98			

<u>MUESTRA</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
SANTO NEGRO IPA	3.75	11	0.65 A
MINERVA IPA	3.60	11	0.65 A
LIBERTAD ALE	3.55	11	0.65 A
LIBERTAD STOUT	2.49	11	0.65 A
SANTO NEGRO ALE	2.22	11	0.65 A
LIBERTAD IPA	2.21	11	0.65 A
MINERVA ALE	2.19	11	0.65 A
MINERVA STOUT	2.17	11	0.65 A
SANTO NEGRO STOUT	2.07	11	0.65 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### 7.1.2 SABOR AMARGO

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	324.20	18	18.01	2.83	0.0008
Juez	208.93	10	20.89	3.29	0.0013
Muestra	115.27	8	14.41	2.27	0.0307
Error	508.51	80	6.36		
total	832.71	98			

<u>MUESTRA</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
LIBERTAD STOUT	7.24	11	0.76 A
SANTO NEGRO ALE	6.96	11	0.76 A B
MINERVA STOUT	6.53	11	0.76 A B
SANTO NEGRO STOUT	6.22	11	0.76 A B
MINERVA ALE	6.01	11	0.76 A B
MINERVA IPA	5.77	11	0.76 A B
SANTO NEGRO IPA	5.28	11	0.76 A B C
LIBERTAD ALE	4.93	11	0.76 B C
LIBERTAD IPA	3.50	11	0.76 C

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**

### 7.1.3 SABOR ÁCIDO

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	254.99	18	14.17	6.60	<0.0001
Juez	221.67	10	22.17	10.32	<0.0001
Muestra	33.32	8	4.17	1.94	0.0653
Error	171.82	80	2.15		
total	426.81	98			

MUESTRA	Medias	n	E.E.	
LIBERTAD STOUT	4.63	11	0.44	A
MINERVA STOUT	3.32	11	0.44	B
MINERVA IPA	3.19	11	0.44	B
LIBERTAD IPA	3.19	11	0.44	B
SANTO NEGRO STOUT	3.05	11	0.44	B
SANTO NEGRO IPA	2.92	11	0.44	B
SANTO NEGRO ALE	2.85	11	0.44	B
MINERVA ALE	2.65	11	0.44	B
LIBERTAD ALE	2.51	11	0.44	B

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**

### 7.1.4 SABOR TOSTADO

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	889.33	18	49.41	19.84	<0.0001
Juez	368.48	10	36.84	14.79	<0.0001
Muestra	520.93	8	65.12	26.14	<0.0001
Error	199.27	80	2.49		
total	1088.60	98			

MUESTRA	Medias	n	E.E.	
MINERVA STOUT	8.05	11	0.48	A
LIBERTAD STOUT	6.81	11	0.48	A B
SANTO NEGRO STOUT	6.35	11	0.48	B
MINERVA ALE	3.11	11	0.48	C
MINERVA IPA	2.88	11	0.48	C D
SANTO NEGRO ALE	2.38	11	0.48	C D
SANTO NEGRO IPA	2.30	11	0.48	C D
LIBERTAD IPA	1.78	11	0.48	C D
LIBERTAD ALE	1.74	11	0.48	D

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**

### 7.1.5 PERSISTENCIA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	394.23	18	21.90	6.84	<0.0001
Juez	273.64	10	27.36	8.55	<0.0001
Muestra	120.59	8	15.07	4.71	0.0001
Error	255.98	80	3.20		
Total	650.21	98			

<u>MUESTRA</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
MINERVA STOUT	6.11	11	0.54	A
LIBERTAD STOUT	6.02	11	0.54	A
SANTO NEGRO STOUT	4.98	11	0.54	A B
LIBERTAD IPA	3.96	11	0.54	B C
MINERVA ALE	3.72	11	0.54	B C
SANTO NEGRO IPA	3.67	11	0.54	B C
SANTO NEGRO ALE	3.45	11	0.54	C
MINERVA IPA	3.43	11	0.54	C
LIBERTAD ALE	2.90	11	0.54	C

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**

### 7.1.6 OLOR CAFÉ

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	615.04	19	32.37	14.19	<0.0001
Juez	276.13	11	25.10	11.00	<0.0001
Muestra	338.91	8	42.36	18.57	<0.0001
Error	200.80	88	2.28		
Total	815.84	107			

<u>MUESTRA</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
LIBERTAD STOUT	5.59	12	0.44	A
MINERVA STOUT	5.57	12	0.44	A
SANTO NEGRO STOUT	3.71	12	0.44	B
MINERVA ALE	1.73	12	0.44	C
SANTO NEGRO ALE	1.54	12	0.44	C
LIBERTAD ALE	1.36	12	0.44	C
SANTO NEGRO IPA	1.28	12	0.44	C
MINERVA IPA	1.22	12	0.44	C
LIBERTAD IPA	1.13	12	0.44	C

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**

### 7.1.7 OLOR DULCE

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	325.74	19	17.14	2.77	0.0007
Juez	226.37	11	20.58	3.33	0.0007
Muestra	99.37	8	12.42	2.01	0.0544
Error	543.96	88	6.18		
Total	869.69	107			

<b>MUESTRA</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>
SANTO NEGRO ALE	5.98	12	0.72 A
LIBERTAD IPA	5.70	12	0.72 A B
SANTO NEGRO IPA	5.63	12	0.72 A B
MINERVA IPA	4.50	12	0.72 A B C
LIBERTAD ALE	4.21	12	0.72 A B C
MINERVA ALE	4.05	12	0.72 A B C
SANTO NEGRO STOUT	3.75	12	0.72 B C
LIBERTAD STOUT	3.55	12	0.72 C
MINERVA STOUT	3.23	12	0.72 C

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**

### 7.1.8 TURBIDEZ

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	511.75	19	26.93	6.87	<0.0001
Juez	109.37	11	9.94	2.54	0.0079
Muestra	402.38	8	50.30	12.83	<0.0001
Error	344.92	88	3.92		
Total	856.66	107			

<b>MUESTRA</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>
MINERVA STOUT	7.83	12	0.57 A
LIBERTAD STOUT	7.41	12	0.57 A B
SANTO NEGRO STOUT	6.21	12	0.57 B
SANTO NEGRO ALE	3.85	12	0.57 C
MINERVA ALE	3.72	12	0.57 C
LIBERTAD IPA	3.36	12	0.57 C
SANTO NEGRO IPA	3.30	12	0.57 C
LIBERTAD ALE	2.88	12	0.57 C
MINERVA IPA	2.33	12	0.57 C

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**

### 7.1.9 BURBUJEO

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	344.61	19	18.14	7.56	<0.0001
Juez	283.19	11	25.74	10.73	<0.0001
Muestra	61.42	8	7.68	3.20	0.0031
Error	211.10	88	2.40		
Total	555.71	107			

<b>MUESTRA</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
SANTO NEGRO ALE	3.87	12	0.45	A
LIBERTAD ALE	3.48	12	0.45	A B
SANTO NEGRO STOUT	3.09	12	0.45	A B C
MINERVA STOUT	2.98	12	0.45	A B C
MINERVA ALE	2.81	12	0.45	A B C D
SANTO NEGRO IPA	2.56	12	0.45	B C D E
LIBERTAD STOUT	2.03	12	0.45	C D E
MINERVA IPA	1.68	12	0.45	D E
LIBERTAD IPA	1.53	12	0.45	E

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)**

### 7.1.10 GASEOSA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	299.45	19	15.76	5.46	<0.0001
Juez	262.00	11	23.82	8.26	<0.0001
Muestra	37.45	8	4.68	1.62	0.1297
Error	253.83	88	2.88		
Total	553.27	107			

<b>MUESTRA</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
SANTO NEGRO ALE	3.21	12	0.49	A
SANTO NEGRO STOUT	3.16	12	0.49	A
LIBERTAD ALE	2.88	12	0.49	A B
SANTO NEGRO IPA	2.55	12	0.49	A B
MINERVA STOUT	2.48	12	0.49	A B
LIBERTAD STOUT	2.03	12	0.49	A B
MINERVA ALE	1.90	12	0.49	A B
MINERVA IPA	1.72	12	0.49	B
LIBERTAD IPA	1.52	12	0.49	B

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)**

### 7.1.11 ESPUMA

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	197.64	19	10.40	9.50	<0.0001
Juez	167.54	11	15.23	13.91	<0.0001
Muestra	30.10	8	3.76	3.44	0.0017
Error	96.33	88	1.09		
Total	293.97	107			

<u>MUESTRA</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
SANTO NEGRO ALE	2.62	12	0.30	A
SANTO NEGRO STOUT	2.16	12	0.30	A B
SANTO NEGRO IPA	2.14	12	0.30	A B C
LIBERTAD ALE	1.40	12	0.30	B C D
LIBERTAD IPA	1.40	12	0.30	B C D
MINERVA IPA	1.31	12	0.30	C D
MINERVA STOUT	1.23	12	0.30	D
LIBERTAD STOUT	1.12	12	0.30	D
MINERVA ALE	1.03	12	0.30	D

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)**

### 7.1.12 COLOR DORADO

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	801.37	19	42.18	4.13	<0.0001
Juez	264.38	11	24.03	2.35	0.0135
Muestra	536.99	8	67.12	6.57	<0.0001
Error	898.71	88	10.21		
Total	1700.08	107			

<u>MUESTRA</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
MINERVA ALE	7.70	12	0.92	A
SANTO NEGRO STOUT	7.47	12	0.92	A
LIBERTAD STOUT	6.05	12	0.92	A B
MINERVA STOUT	5.92	12	0.92	A B C
SANTO NEGRO IPA	3.53	12	0.92	B C D
SANTO NEGRO ALE	3.35	12	0.92	C D
LIBERTAD ALE	2.17	12	0.92	D
LIBERTAD IPA	2.08	12	0.92	D
MINERVA IPA	1.72	12	0.92	D

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)**

### 7.1.13 COLOR NEGRO

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	904.53	19	47.61	4.51	<0.0001
Juez	581.13	11	52.83	5.01	<0.0001
Muestra	323.40	8	40.43	3.83	0.0007
Error	928.00	88	10.55		
Total	1832.54	107			

<b>MUESTRA</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
LIBERTAD STOUT	6.40	12	0.94	A
MINERVA STOUT	6.28	12	0.94	A
SANTO NEGRO STOUT	4.13	12	0.94	A B
LIBERTAD ALE	2.40	12	0.94	B
SANTO NEGRO IPA	2.27	12	0.94	B
MINERVA IPA	2.25	12	0.94	B
LIBERTAD IPA	2.16	12	0.94	B
SANTO NEGRO ALE	2.01	12	0.94	B
MINERVA ALE	1.94	12	0.94	B

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)**

### 7.1.14 AROMA HIERBAS AROMÁTICAS

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	116.56	12	9.71	3.28	0.0036
Juez	76.12	4	19.03	6.42	0.0007
Muestra	40.44	8	5.05	1.71	0.1354
Error	94.87	32	2.96		
Total	211.42	44			

<b>MUESTRA</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
LIBERTAD IPA	4.26	5	0.77	A
SANTO NEGRO IPA	3.58	5	0.77	A B
MINERVA ALE	3.54	5	0.77	A B
SANTO NEGRO ALE	3.42	5	0.77	A B
MINERVA IPA	2.80	5	0.77	A B
LIBERTAD ALE	2.46	5	0.77	A B
MINERVA STOUT	1.74	5	0.77	B
SANTO NEGRO STOUT	1.62	5	0.77	B
LIBERTAD STOUT	1.46	5	0.77	B

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)**

### 7.1.15 AROMA MALTA

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	294.00	12	24.50	42.55	<0.0001
Juez	291.63	4	72.91	126.62	<0.0001
Muestra	2.37	8	0.30	0.51	0.8362
Error	18.43	32	0.58		
Total	312.43	44			

<u>MUESTRA</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
MINERVA IPA	3.12	5	0.34 A
SANTO NEGRO STOUT	3.06	5	0.34 A
MINERVA STOUT	3.02	5	0.34 A
LIBERTAD ALE	2.80	5	0.34 A
MINERVA ALE	2.80	5	0.34 A
LIBERTAD STOUT	2.74	5	0.34 A
SANTO NEGRO ALE	2.68	5	0.34 A
LIBERTAD IPA	2.52	5	0.34 A
SANTO NEGRO IPA	2.40	5	0.34 A

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**

### 7.1.16 AROMA FRUTAL

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	101.67	12	8.47	3.54	0.0021
Juez	56.92	4	14.23	5.95	0.0011
Muestra	44.74	8	5.59	2.34	0.0419
Error	76.49	32	2.39		
Total	178.16	44			

<u>MUESTRA</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
SANTO NEGRO IPA	4.50	5	0.69 A
SANTO NEGRO ALE	4.02	5	0.69 A B
LIBERTAD IPA	3.94	5	0.69 A B
MINERVA IPA	3.12	5	0.69 A B C
LIBERTAD ALE	2.66	5	0.69 A B C
LIBERTAD STOUT	2.42	5	0.69 B C
MINERVA ALE	2.42	5	0.69 B C
MINERVA STOUT	2.08	5	0.69 B C
SANTO NEGRO STOUT	1.22	5	0.69 C

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**

### 7.1.17 AROMA TOSTADO

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	487.12	12	40.59	9.75	<0.0001
Juez	211.87	4	52.97	12.73	<0.0001
Muestra	275.24	8	34.41	8.27	<0.0001
Error	133.17	32	4.16		
Total	620.28	44			

<u>MUESTRA</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
LIBERTAD STOUT	8.76	5	0.91	A
MINERVA STOUT	8.74	5	0.91	A
SANTO NEGRO STOUT	8.32	5	0.91	A
MINERVA ALE	5.40	5	0.91	B
SANTO NEGRO ALE	4.52	5	0.91	B C
MINERVA IPA	3.94	5	0.91	B C
LIBERTAD IPA	3.42	5	0.91	B C
SANTO NEGRO IPA	2.48	5	0.91	C
LIBERTAD ALE	2.44	5	0.91	C

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**

### 7.1.18 AROMA DULCE

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	63.28	12	5.27	2.17	0.0396
Juez	47.90	4	11.97	4.94	0.0032
Muestra	15.38	8	1.92	0.79	0.6129
Error	77.61	32	2.43		
Total	140.88	44			

<u>MUESTRA</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
MINERVA IPA	3.72	5	0.70	A
SANTO NEGRO ALE	3.06	5	0.70	A
LIBERTAD ALE	2.86	5	0.70	A
SANTO NEGRO IPA	2.76	5	0.70	A
MINERVA ALE	2.62	5	0.70	A
LIBERTAD IPA	2.60	5	0.70	A
LIBERTAD STOUT	1.96	5	0.70	A
SANTO NEGRO STOUT	1.94	5	0.70	A
MINERVA STOUT	1.78	5	0.70	A

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**

### 7.1.19 AROMA ALCOHOL

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	211.24	12	17.60	4.34	0.0004
Juez	170.56	4	42.64	10.51	<0.0001
Muestra	40.68	8	5.09	1.25	0.3020
Error	129.87	32	4.06		
Total	341.11	44			

<u>MUESTRA</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
SANTO NEGRO STOUT	7.52	5	0.90 A
LIBERTAD STOUT	7.04	5	0.90 A B
MINERVA STOUT	6.96	5	0.90 A B
SANTO NEGRO IPA	5.58	5	0.90 A B
MINERVA ALE	5.52	5	0.90 A B
LIBERTAD IPA	5.34	5	0.90 A B
MINERVA IPA	5.26	5	0.90 A B
SANTO NEGRO ALE	5.02	5	0.90 A B
LIBERTAD ALE	4.74	5	0.90 B

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**

### 7.1.20 TEXTURA

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	293.80	19	15.46	6.73	<0.0001
Juez	184.53	11	16.78	7.30	<0.0001
Muestra	109.27	8	13.66	5.94	<0.0001
Error	202.33	88	2.30		
Total	496.13	107			

<u>MUESTRA</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
SANTO NEGRO STOUT	4.43	12	0.44 A
MINERVA STOUT	3.69	12	0.44 A
LIBERTAD STOUT	3.35	12	0.44 A B
SANTO NEGRO IPA	2.26	12	0.44 B C
SANTO NEGRO ALE	2.01	12	0.44 C
MINERVA ALE	1.90	12	0.44 C
LIBERTAD IPA	1.84	12	0.44 C
MINERVA IPA	1.54	12	0.44 C
LIBERTAD ALE	1.38	12	0.44 C

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**