

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE
CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE UNA
CERVEZA ARTESANAL TIPO LAGER MADURADA EN BARRICAS DE
MADERA DE EUCALIPTO (*Eucalyptus sp.*) Y ROBLE BLANCO (*Quercus alba*)
CON UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO LAGER ESTÁNDAR**

PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO
UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

POR

T.U. JOSÉ CARLOS MUÑOZ SAN JUAN

MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ, FEBRERO DE 2020.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE
CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE UNA
CERVEZA ARTESANAL TIPO LAGER MADURADA EN BARRICAS DE
MADERA DE EUCALIPTO (*Eucalyptus sp.*) Y ROBLE BLANCO (*Quercus alba*)
CON UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO LAGER ESTÁNDAR**

PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO
UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

POR

T.U. JOSÉ CARLOS MUÑOZ SAN JUAN

ASESOR:

ING. ALDO DE LEÓN FERNÁNDEZ

ASESORA:

Q.B. GLADYS CALDERÓN CASTILLA

MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ, FEBRERO DE 2020.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

M.Sc. Murphy Olimpo Paiz Recinos

Rector

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
General

Secretario

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano

Director

REPRESENTANTES DE PROFESORES

Dr. Reynaldo Humberto Alarcón Noguera

Secretario

Lic. Luis Carlos Muñoz López

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vilser Josvin Ramírez Robles

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM y TAE Rony Roderíco Alonzo Solís

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

M.Sc. Héctor Rodolfo Fernández Cardona
Coordinador Académico

M.Sc. Rafael Armando Fonseca Ralda
Coordinador Carrera de Licenciatura en Administración de Empresas

Lic. Edín Aníbal Ortíz Lara
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Ph.D. René Humberto López Cotí
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

M.Sc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos

M.Sc. Erick Alexander España Miranda
Coordinador Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical

M.Sc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local

M.Sc. José David Barrillas Chang
Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales,
Abogado y Notario

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área Social Humanista

Carreras Plan Fin de Semana

M.Sc. Tania Elvira Marroquín Vásquez
Coordinadora de las Carreras de Pedagogía

Lic. Heinrich Herman león
Coordinador Carrera de Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

DEDICATORIA

A MIS PADRES Luis Carlos Muñoz López y Elisbeth Virginia San Juan Kestler por su apoyo y consejos durante toda mi formación académica.

A MIS TÍAS Y TÍOS por su apoyo incondicional y por demostrarme que cuento con ellos en cualquier situación.

A MIS ABUELOS por su apoyo diario y su gran amor.

A MIS AMIGOS por el apoyo, cariño, lealtad en las buenas y en las malas.

A MI NOVIA quien estuvo apoyándome en las buenas y en las malas durante todo el transcurso de mi carrera.

A MI HERMOSO BEBÉ que está en camino, con mucho amor.

AGRADECIMIENTOS

Universidad de San Carlos de Guatemala, Alma Matér que me formo profesionalmente.

Centro Universitario de Sur Occidente, casa de estudios que me albergó y permitió finalizar mi carrera universitaria.

Al equipo docente de la carrera de ingeniería en alimentos por brindarme conocimientos y experiencias enriquecedoras.

A mis asesores Ing. Aldo De León Fernández y Q. B. Gladys Calderón Castilla, por el tiempo dedicado y su confianza.

Índice General

Contenido	Página
Resumen	vii
Abstract.....	viii
1. Introducción	1
2. Planteamiento de problema.....	3
3. Justificación.....	4
4. Marco teórico	5
4.1. La cerveza	5
4.2. La historia de la cerveza en Guatemala	5
4.3. Ingredientes de la cerveza artesanal.....	7
4.3.1. Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>).....	7
4.3.2. Usos de la cebada	7
4.3.3. Composición nutricional de la cebada.....	8
4.3.4. Cebada malteada.....	8
4.3.5. Composición nutricional de la malta de cebada	9
4.3.6. Maltas base	10
4.3.7. Maltas especiales	10
4.4. Lúpulo.....	10
4.4.1. Composición química del lúpulo.....	11
4.4.2. La flor y su uso para cerveza	11
4.4.3. Tipos de lúpulo	12
4.5. Levadura cervecera	12
4.6. Cerveza tipo internacional pale lager.....	13
4.7. Agua.....	14

4.7.1.	Composición del agua para fabricar cerveza.....	14
4.8.	Fermentación alcohólica.....	15
4.9.	Maduración de cerveza.....	15
4.10.	Diferencias entre las cervezas artesanales e industriales.	15
4.11.	Barril.....	16
4.11.1.	Estructura y usos.....	16
4.11.2.	Fermentación de cerveza en barrica de madera.....	16
4.12.	Tipos de madera para la fabricación de barricas.....	18
4.13.	Tostado de las barricas.....	18
4.14.	Barricas nuevas o segunda de segunda mano.....	18
4.15.	Madera de roble.....	19
4.15.1.	Composición química de la madera de roble.....	19
4.15.2.	Celulosa.....	19
4.15.3.	Hemicelulosa.....	19
4.15.4.	Lignina.....	20
4.15.5.	Taninos del roble (<i>Quercus robur</i>).....	20
4.16.	Madera de eucalipto (<i>Eucalyptus</i>).....	21
4.16.1.	Composición química.....	21
4.17.	Definición de evaluación sensorial de alimentos.....	21
4.17.1.	Clasificación de la evaluación sensorial.....	22
4.17.2.	Test de respuesta objetiva.....	22
4.17.3.	Test de respuesta subjetiva.....	23
4.17.4.	Test comparación pareada.....	24
4.17.5.	Test escala hedónica.....	25
5.	Objetivos.....	27
6.	Hipótesis.....	28

7.	Recursos	29
7.1.	Recursos humanos	29
7.2.	Recursos institucionales.....	29
7.3.	Recursos económicos.....	29
8.	Materiales y métodos	30
8.1.	Caracterización del área de estudio.....	30
8.1.1.	Ubicación.....	30
8.1.2.	Características climáticas	30
8.2.	Materiales y equipos	30
8.2.1.	Equipos	30
8.2.2.	Instrumentos	30
8.2.3.	Materiales	31
8.2.4.	Reactivos	31
8.2.5.	Prueba de evaluación sensorial.....	31
8.3.	Métodos	32
8.3.1.	Definición de actividades de la elaboración de cerveza artesanal.....	32
8.3.2.	Procedimiento de elaboración de cerveza artesanal	33
8.3.3.	Materia prima para elaboración de cerveza artesanal estándar	34
8.3.4.	Balance de masa de elaboración de cerveza artesanal.....	34
8.3.5.	Diagrama de bloques	35
8.3.6.	Diagrama de proceso	36
8.4.	Procedimiento de evaluación sensorial.....	37
9.	Resultados y análisis de resultados	39
9.1.	Resultados de la evaluación sensorial.....	40
9.1.1.	Resultados del primer panel de evaluación sensorial del test de respuesta subjetiva, de preferencia, de escala Hedónica.....	40

9.1.2.	Resultados del segundo panel de evaluación sensorial del test de respuesta subjetiva, de preferencia, de escala Hedónica.....	43
9.1.3.	Comparativo de resultados entre el primer panel y el segundo panel de evaluación sensorial	45
9.1.4.	Resultado para método de Test de Respuesta objetiva, test de diferencia, de comparación pareada.....	49
9.1.5.	Resultado del primer panel de evaluación sensorial.....	49
9.1.6.	Comparación de promedios para el par 1 evaluado.....	49
9.1.7.	Comparación de promedios para el par dos evaluado	52
9.1.8.	Resultado del segundo panel de evaluación sensorial	54
9.1.9.	Comparación de promedios para el par uno evaluado.....	54
9.1.10.	Comparación de promedios para el par dos evaluado	56
10.	Conclusiones.....	59
11.	Recomendaciones	60
12.	Referencias	61
13.	Apéndice.....	63
14.	Glosario	74

Índice de tablas

Tabla	Página
1. Composición nutricional de la cebada.....	8
2. Composición nutricional de la malta de cebada por 100 g.....	9
3. Composición química del lúpulo.....	11
4. Composición del agua	14
5. Análisis estadístico de las características sensoriales del primer panel realizado	41
6. Promedio obtenido de las características sensoriales del primer panel realizado	41
7. Análisis estadístico de las características sensoriales del segundo panel realizado	43
8. Promedio de las características sensoriales en el segundo panel realizado	44
9. Promedio de los dos paneles realizados para el atributo de color	45
10. Promedios de los dos paneles sensoriales realizado para el atributo de olor	47
11. Promedio de los paneles sensoriales para el atributo de sabor.....	48
12. Promedio del par uno.....	50
13. Ponderación del test de respuesta objetiva, test de diferencia, comparación pareada....	51
14. Promedios para el par dos evaluado	52
15. Ponderación del test de respuesta objetiva, test de diferencia, comparación pareada....	53
16. Promedio para el par uno.....	54
17. Ponderación del test de respuesta objetiva, test de diferencia, comparación pareada....	55
18. Promedios para el par dos.....	56
19. Ponderación del test de respuesta objetiva, test de diferencia, comparación pareada....	57

Índice de Gráficas

Gráfica	Página
1. Comparación entre promedios del primer panel sensorial	42
2. Promedios obtenidos del segundo panel de evaluación sensorial	44
3. Promedios de los dos paneles realizados para el atributo de color.....	46
4. Promedio de los dos paneles sensoriales para el atributo olor	47
5. Promedio de los dos paneles sensoriales para el atributo sabor	48
6. Diferencia de atributos.....	51
7. Diferencia de atributos.....	53
8. Diferencia de atributos.....	55
9. Diferencia de atributos.....	57

Resumen

La cerveza artesanal es una bebida que resulta de la fermentación de levaduras seleccionadas con mosto procedente de maltas de cebada o mezclas con otros tipos de cereales transformables en azúcares por digestión enzimática, por medio de la cocción y aromatizado con distintos lúpulos.

La presente investigación tuvo como objetivo principal, comparar las características sensoriales de una cerveza artesanal tipo lager madurada en barricas de madera de eucalipto (*Eucalyptus sp.*) y roble blanco (*Quercus alba*), habiéndose realizado en la ciudad de Quetzaltenango, que por su clima frío favoreció el proceso de fermentación en la elaboración de cerveza artesanal.

Durante el proceso se elaboró una cerveza artesanal tipo lager madurada en barricas de madera de eucalipto y roble, donde se compararon las características sensoriales referentes al color, olor y sabor, por medio de dos paneles sensoriales utilizando el test de respuesta subjetiva, de preferencia de escala hedónica de siete puntos y test de respuesta objetiva, test de diferencia, de comparación pareada, participando 15 panelistas en cada una, donde se determinaron las diferencias en los atributos color, olor y sabor y también que las cervezas maduradas en barricas de madera de roble y eucalipto no obtuvieron una diferencia significativa estadísticamente entre las cervezas.

Se evaluó el tiempo requerido para que se presentaran cambios en sus atributos; éstos fueron representativos sensorialmente desde los primeros 30 días de maduración en las barricas de madera, aumentando las características sensoriales en una segunda evaluación a los 60 días de maduración en las barricas.

Uno de los hallazgos importantes que se establecieron en esta comparación, es la mejora que se tiene en la cerveza artesanal en sus aspectos sensoriales, las cuales fueron adquiridas durante el proceso de maduración en las barricas de madera.

Abstract

Craft beer is a beverage that results from the fermentation of selected yeasts with must from barley malt or mixtures with other types of cereals that can be transformed into sugars by enzymatic digestion, by cooking and flavored with different hops.

The main objective of this research was to compare the sensory characteristics of a lager-type craft beer matured in eucalyptus (*Eucalyptus* sp.) And white oak (*Quercus alba*) barrels, having been made in the city of Quetzaltenango, which, due to its climate cold favored the fermentation process in the production of craft beer.

During the process, a lager craft beer matured in eucalyptus and oak wood barrels was made, where the sensory characteristics related to color, smell and taste were compared, by means of two sensory panels using the subjective response test, preferably hedonic seven-point scale and objective response test, difference test, paired comparison, 15 panelists participating in each one, where the differences in the attributes color, smell and taste were determined and also that the beers matured in wooden barrels of Oak and eucalyptus did not obtain a statistically significant difference between beers.

The time required for changes in their attributes was assessed; these were representative sensory from the first 30 days of maturation in the wooden barrels, increasing the sensory characteristics in a second evaluation to the 60 days of maturation in the barrels.

One of the important findings that were established in this comparison is the improvement in craft beer in its sensory aspects, which were acquired during the maturation process in the wooden barrels.

1. Introducción

Hoy en día la cerveza artesanal para el caso de Guatemala, está surgiendo como una opción más en el mercado, un mercado incipiente, producto de la influencia de la globalización.

La elaboración de cerveza artesanal es un proceso en el que se mezclan varios cereales como la cebada, maíz, arroz, entre otros.

El proceso de la cerveza artesanal se realiza con un equipo específico para cada etapa, siendo uno de éstos el madurado de la cerveza, donde se emplea un tanque de acero inoxidable y algunas maduran en botellas de vidrio.

La situación antes mencionada, fue un factor fundamental que sirvió como base para realizar la presente investigación, en la cual se determinó sustituir el tanque de acero por barricas de madera.

En el estudio realizado se elaboró cerveza en barricas de madera. Como referencia a esto se puede indicar que tradicionalmente las barricas de madera se han utilizado frecuentemente en la elaboración de whisky y vino, con el fin de producir cambios físicos y químicos en el producto almacenado, en el cual se desarrolla el olor y sabor, siendo este uno de los objetivos de la investigación.

Lo habitual en las barricas de madera que se utilizan para el whisky y el vino es que sean de roble (*Quercus sp.*), los cuales al vaciar el contenido de las barricas dejan algunas propiedades y aromas impregnadas en la barrica, aprovechando estas características para el añejamiento de ron y en este caso también para la maduración de cerveza.

Se realizó una cerveza artesanal tipo lager madurada en barricas de madera, para comparar las características sensoriales que produce el proceso de maduración de las cervezas en barricas de estas maderas. El proceso se realizó elaborando dos barricas de distintos tipos de madera, se utilizó roble y madera de eucalipto para proceder al madurado de la cerveza, y se compararon con una cerveza lager americana estándar.

Las características sensoriales que proporcionaron cada barrica se compararon por medio de paneles sensoriales, los cuales estuvieron conformados por los test de comparación pareada y el test de escala hedónica. En este caso participaron en forma individual 15 panelistas de

laboratorio para cada repetición, donde los resultados para el primer panel sensorial fueron analizados estadísticamente bajo el método de Análisis de Varianza de Bloques al Azar, dando como resultado que estadísticamente no se encuentra diferencia; de la misma manera que en el segundo panel, quedando únicamente como resultado significativo en los promedios de características sensoriales en ambas pruebas.

Para las pruebas del test de comparación pareada se utilizó un análisis “T” de grupos de igual tamaño, en el cual no se encontró diferencia estadística dentro de los pares a evaluar en los dos paneles realizados, dado que presentan similitud en aceptabilidad en los paneles de evaluación sensorial.

Dentro del panel sensorial, test de escala hedónica se evaluó el tiempo requerido en el que se presentan cambios significativos en las barricas de madera a la cerveza, manifestando cambio desde los primeros 30 días de madurado en las barricas de madera.

El desarrollo de la investigación se realizó en el departamento de Quetzaltenango, lo que favoreció por su baja temperatura ya que, en la elaboración de cerveza artesanal tipo lager, un factor importante es la temperatura en la que se realiza el fermentado.

2. Planteamiento de problema

El concepto de cerveza que se disfruta actualmente, ha cambiado en su esencia; las personas han cambiado y los gustos hacia la cerveza han ido evolucionando, los procesos de elaboración también. Eso hace pensar que los primeros consumidores de cerveza elaborada de trigo no se saben si eran conscientes de lo que ingerían en realidad. Afortunadamente hoy en día se disfruta de una gran variedad de sabores; las cervezas lager se catalogan como cervezas muy finas llenas de matices y sabores. De todo esto surge una nueva opción para los consumidores de cerveza que es la cerveza casera o artesanal. En Guatemala esta opción llega un poco rezagada, sin embargo, existe ya un movimiento de micro fabricantes artesanales que están ofreciendo sus creaciones en distintas actividades, con el fin de dar a conocer la variedad existente en este tipo de bebidas con el objetivo de comercializar y educar al consumidor sobre este tipo de producto.

Dentro de los antecedentes de cervezas artesanales en Guatemala se puede decir que alrededor de cuatro años atrás era casi imposible conseguir una cerveza de este tipo; hoy en día se está generando un movimiento continuo de personas que se interesan en elaborarla y otras en consumirlas. La razón más importante de este fenómeno está en que los fabricantes están elaborando recetas, resaltando sabores, aromas y texturas, provocando que los consumidores prefieran una cerveza artesanal y no una elaborada industrialmente, puesto que la diferencia entre ambas, es la calidad y proceso con la que se elabora. Uno de los obstáculos en Guatemala que se presentan para pequeños fabricantes de cerveza artesanal es la parte legal y tributaria, por lo cual no hay crecimiento del producto en el mercado.

El aporte social con el que se podría contribuir a la sociedad guatemalteca es formar nuevos pequeños empresarios, emprendedores que contribuya en primera instancia al crecimiento económico familiar, aporte que dará un desarrollo integral en el país. Ante tales situaciones esta investigación está basada en la innovación de este producto en el proceso de maduración utilizando barricas de madera de roble blanco (*Quercus alba*) y eucalipto (*eucaliptus globulus*). Quedando la interrogante de investigación de la siguiente manera;

¿Presenta cambios sensoriales una cerveza lager madurada en barricas de roble y eucalipto?

3. Justificación

En la elaboración de cerveza artesanal se ha utilizado una enorme variedad de materias primas como mezclas de cebada, maíz y otros tipos de granos dependiendo del tipo de cerveza que se desea obtener.

Dentro de la serie de procesos de fabricación de cerveza artesanal, el madurado es uno de los pasos clave, donde las características organolépticas mejoran conforme al tiempo de reposo del producto.

La maduración de una cerveza en una barrica de madera puede generar un producto con sabores y aromas que la madera pueda proporcionarle a ésta.

Sin duda debe haber múltiples posibilidades en la utilización de cualquier barrica, que el buen cervecero pueda explotar para elaborar una bebida de lo más original.

En los últimos años está surgiendo la práctica de madurar cervezas en barricas de madera debido a la indudable complejidad de aromas y sabores que éstas aportan a las cervezas.

Por esta razón se decidió utilizar barriles o barricas de madera de roble blanco y madera de eucalipto, con la finalidad de buscar nuevos sabores, aromas y colores en las cervezas.

Con la aplicación de esta investigación se trata de elaborar una cerveza artesanal con maduración en barricas de madera y comparar qué características sensoriales proporciona el proceso de madurado en barricas de madera de una cerveza artesanal de tipo Lager estándar.

4. Marco teórico

4.1. La cerveza

Se define como “una bebida resultante de fermentar mediante levaduras seleccionadas, el mosto procedente de malta de cebada sólo o mezclado con otros productos amiláceos transformables en azúcares por digestión enzimática, cocción y aromatizado con flores de lúpulo” (Carvajal Martínez & Insuasti Andrade, 2017).

4.2. La historia de la cerveza en Guatemala

La primer fábrica de Cerveza que se estableció en Guatemala fue en el año de 1856 y fue propiedad de los hermanos monsieur Arístides y Alfonso Bertholin, ciudadanos de nacionalidad francesa, y aunque no fueron los hermanos Franceses Bertholin a quienes se le autorizó la primer licencia para vender Cerveza, sí correspondió a estos franceses, haber sido los primeros fabricantes de Cerveza en Guatemala, ya que a Guillermo Reichenberg, otro ciudadano de nacionalidad europea, dedicado en Guatemala al cultivo de una viña a quien se le había otorgado la primer licencia para la fabricación de cerveza en Guatemala, nunca llegó a establecer su fábrica, debido a los acontecimientos de guerras civiles que se desarrollaban.

Los nuevos negocios de venta de cerveza, empiezan a establecerse en la ciudad de Guatemala, debido al Decreto emitido el día 3 de octubre de 1856 con el cual quedó autorizada la venta de cerveza en los negocios cerveceros, luego que abrieran su negocio los hermanos Bertholin, en la calle del Incienso.

Sin embargo, la Cervecería Bertholin no fue la única fábrica establecida ese año de 1856, también Herman Bendfeldt un ciudadano alemán originario de Hamburgo, solicitó su permiso correspondiente para poder vender en su tienda Cerveza artesanal, y fue con ella con la que posteriormente se estableció la Cervecería Inglesa en el año de 1875, la cual vendía cerveza importada, pero se dio a conocer como “Cerveza Inglesa”,

Cinco años después, con el proceso de la llegada de los alemanes a Guatemala, se inicia el desarrollo industrial de la cerveza en Guatemala cuando en 1880, el ciudadano de origen alemán, con nacionalidad norteamericana, Karl Christian Haeussler, estableció en la ciudad de Quetzaltenango, la primera fábrica de cerveza en esta ciudad con el nombre de “Cervecería Alemana de Haeussler y Compañía”.

Es a este ciudadano y a esta fábrica a quien se le reconoce haber fabricado la primer Cerveza original “Cerveza Cabro”, con fórmula alemana fabricada en la “Cervecería Alemana de Haeussler y Compañía”, la cual era una Cerveza que en su Botella tenía como logotipo un macho cabrío en dos patas, la cual se vendía con el nombre de "Cerveza Negra", además de otra marca de cerveza que se conoció con la marca "Bock Bier" (“Bock”, su significado en idioma alemán es "macho cabrío"), cuyo logotipo en la botella, era una mujer y un tarro espumoso. Los costos de producción eran muy altos para un solo inversionista por lo que Karl Christian Haeussler se asoció con el alemán Gustav Kiene para continuar con la empresa; sin embargo, después de tres años de estar asociados Gustav Kiene, pasó a conformar su propia empresa y fábrica de Cerveza junto a sus hermanos.

Mientras en la misma época que “Cervecería Alemana de Haeussler y Compañía”, continuaba fabricando sus marcas, los hermanos Kiene, quienes también eran de nacionalidad alemana abrieron la empresa “Cervecería Nacional” cuya fábrica también se encontraba establecida en Quetzaltenango, comenzaron a fabricar una nueva cerveza con el mismo nombre de “Cerveza Bock Bier”, la cual distribuyó por corto tiempo con ese nombre porque creaba confusiones con la de Haeussler y Compañía, por lo que decidieron cambiarle el nombre por el de “Cerveza Cabro”, que no fue más que la traducción del idioma Alemán al Castellano del significado de “Bock-Bier” (Urrutia, 2017).

En el año de 1886 fue fundada en Guatemala la cervecería Centroamericana por los hermanos Mariano y Rafael Castillo Córdova, después de haber conseguido que el gobierno les autorizara, en 1885, el derecho exclusivo a la producción de cerveza. En marzo de 1886, los hermanos Castillo anunciaron la presentación de una nueva cerveza tipo lager (lager bier), con un gallo como logotipo. Alrededor de 1914, la de Castillo Hermanos era la cervecería más grande de Centro América y producía una cerveza que podía competir con las estadounidenses, mexicanas y aún con las alemanas (Fundación para la Cultura y el Desarrollo Asociación de Amigos del País, 2019).

El 14 de noviembre de 1895 se funda la Cervecería Nacional por Gustavo Kiene.

Los hermanos Kiene iniciaron la fabricación de la cerveza con la marca doble, la cual llama la atención ya que las tres fábricas que fabricaban cerveza en aquel entonces eran: Cervecería Nacional, Cervecería Alemana y Cervecería Centro Americana que tenían la misma marca.

En el año de 1929 la sociedad industrial particular "Castillo Hermanos" adquiere de los señores Kiene Hermanos, la Cervecería Nacional, la sociedad industrial Castillo Armas en el año de 1946 se convirtió en Sociedad Anónima y persiste hasta nuestros días (Casa Saboya, 2005).

“Parecía que el mercado de la cerveza en Guatemala estaba completamente ocupado y sin espacio para nuevas opciones. Sin embargo, el auge que ha cobrado la cerveza artesanal chapina ofrece nuevas alternativas para el gusto de muchos consumidores que buscan probar algo diferente.

Poco antes de 2010, se empezaron a comercializar en algunos bares de Antigua Guatemala de manera clandestina.

Degustar una cerveza artesanal es toda una experiencia para consumidores asiduos y ocasionales abstemios, por la variedad de sabores, aromas y mayor grado de alcohol.” (Girón, 2017)

La aceptación de la cerveza artesanal en Guatemala ha sido buena, ya que se han introducido muchas maneras de hacer cerveza casera puesto que los ingredientes no han cambiado desde sus inicios los cuales son cuatro principales maltas de cebada, levadura cervecera, agua y lúpulo.

4.3. Ingredientes de la cerveza artesanal

4.3.1. Cebada (*Hordeum vulgare*)

La cebada, es una planta monocotiledónea anual perteneciente a la familia de las pomáceas (gramíneas); a su vez, es un cereal de gran importancia tanto para animales como para humanos y es el quinto cereal más cultivado en el mundo.

4.3.2. Usos de la cebada

Es mucho más utilizada en el malteado y obtención de mostos para la elaboración de la cerveza y para destilar en la fabricación de whisky escocés y de ginebra holandesa.

4.3.3. Composición nutricional de la cebada

Tabla 1. *Composición nutricional de la cebada.*

Componentes	Unidad	Cantidad
Materia seca	%	89.00
Energía metabolizable (aves)	Mcal/Kg	2.55
Energía digestible (cerdos)	Mcal/Kg	3.10
Proteína	%	1.60
Metionina	%	0.17
Metionina + cistina	%	0.36
Lisina	%	0.40
Calcio	%	0.03
Fósforo disponible	%	0.10
Ácido linoleico	%	0.65
Grasa	%	1.80
Fibra	%	5.10
Ceniza	%	2.40
Almidón	%	5.00

Fuente: Carvajal Martínez & Insuati Andrade (2017).

4.3.4. Cebada malteada

Aunque son varios los granos de cereal que pueden ser satisfactoriamente malteados, los de cebada son los que generalmente presentan menos problemas técnicos.

El malteado es un proceso aplicado a los granos de cereal, que se hacen germinar sumergiéndolos en agua para, luego, secarlos rápidamente mediante aire caliente (tostado).

En el transcurso de los años, se ha ido imponiendo, prácticamente en todo el mundo, el aroma de las cervezas elaboradas a partir de cebada malteada. Además, la cebada utilizada para la elaboración de malta destinada a la producción de cerveza es más rica en almidón, que es la sustancia que da origen al extracto fermentable.

También contiene proteínas, generalmente en cantidades más que suficientes para proporcionar los aminoácidos necesarios para el crecimiento de la levadura, y las sustancias nitrogenadas que desarrollan un papel importante en la formación de espuma (Carvajal Martínez & Insuasti Andrade, 2017).

4.3.5. Composición nutricional de la malta de cebada

Tabla 2. *Composición nutricional de la malta de cebada por 100 g.*

Composición	Cantidad (g)	CDR (%)
Kcalorias	361	18.9
Carbohidratos	78.3	25.2
Proteínas	10.3	21.5
Fibra	7.1	23.7
Grasas	1.8	3.4
Minerales	Cantidad (mg)	CDR (%)
Sodio	11	0.7
Calcio	37	3.1
Hierro	4.7	58.8
Magnesio	0	0
Fósforo	303	43.3
Potasio	224	11.2
Vitaminas	Cantidad (mg)	CDR (%)
Vitamina A	0	0.1
Vitamina B1	0.3	25
Vitamina B2	0.3	23.1
Vitamina B3	5.6	0
Vitamina B12	0	0%
Vitamina C	0.6	0.7%

Fuente: Vegaffinity (2019).

4.3.6. Maltas base

Existen dos tipos de cebadas, la forrajera que se utiliza como alimento para los animales y la cebada cervecera que se utiliza exclusivamente en la fabricación de esta bebida.

El grano de cebada contiene entre otras cosas almidón en forma insoluble, el cual debe transformarse en almidón soluble y luego en azúcares fermentables, los cuales serán muy importantes para la cerveza, ya que luego se convertirán en el alimento de las levaduras, las que transformarán esos azúcares en alcohol y CO₂ por medio de la fermentación.

Existen tres tipos de maltas bases, Pilsen, Munich, pale Ale y Vienna que son las más comunes y utilizadas.

- grano germinado – secado a baja temperatura = malta Pilsen
- grano germinado – secado a mediana temperatura = malta Múnich
- grano germinado – secado a alta temperatura = Vienna

La malta Pilsen es la que más se utiliza en todo el mundo para elaboración de cerveza, debido a que su color es muy claro y su sabor suave, dándonos como resultado cervezas rubias o doradas con sabores muy suaves.

Las maltas Múnich y Vienna, nos dan como resultado cervezas de tonos un poco más oscuros que pueden llegar al rojo claro y sabores más intensos a malta” (Carvajal Martínez & Insuasti Andrade, 2017).

4.3.7. Maltas especiales

“Estas maltas aportan colores, sabores y olores especiales a los diferentes tipos de cervezas que se desee elaborar. Si en el proceso de malteado se seca el grano se obtiene una malta básica, si se la deja más tiempo en el horno, se obtiene maltas tostadas, que se llaman Malta Caramelo, y se utiliza para darles más color a la cerveza rubia, y también acentuar el sabor a malta” (Carvajal Martínez & Insuasti Andrade, 2017).

4.4. Lúpulo.

“El lúpulo (*Humulus lupulus*) es una de las tres especies de plantas del género *Humulus*, de la familia de las cannabáceas. Es oriunda de Europa, Asia Occidental y Norteamérica” (Caballero, 2019).

“El lúpulo se utiliza principalmente en la industria de la cerveza como saborizante y estabilizante. Tiene un sabor amargo, fuerte y picante.

El lúpulo se encuentra en la lupulina (gránulos de color amarillo que se encuentran en la flor) siendo estos unos ácidos amargos cristalizables que confieren el poder de amargor.

El amargado del mosto tiene lugar por el ingreso de determinadas sustancias amargas del lúpulo, siendo: ácidos alfa o humulona, ácidos beta o lupulona, resinas blandas alfa, resinas blandas beta, resinas duras. Siendo sus amargos relativos” (Carvajal Martínez & Insuasti Andrade, 2017).

4.4.1. Composición química del lúpulo

Tabla 3. *Composición química del lúpulo.*

Componentes químicos	Porcentaje
Materias nitrogenadas	17.5
Materias no nitrogenadas	27.5
Celulosa Bruta	13.3
Aceites esenciales	0.4
Taninos	3.0
Extracto al Éter (resinas)	1.3
Agua	1.5
Cenizas	7.5

Fuente: Carvajal Martínez & Insuasti Andrade (2017).

4.4.2. La flor y su uso para cerveza

Para la cerveza se utiliza la flor hembra sin fecundar. Los ácidos del lúpulo (ácidos α) tienen un suave efecto antibiótico contra las bacterias Gram positivas.

El lúpulo hace que la espuma de la cerveza sea más estable, ayuda a conservar su frescor, es la causa de la estimulación del apetito que produce la cerveza y le confiere otras propiedades.

En la base de las bractéolas (es la primera bráctea de una rama axilar) de la flor hay unas glándulas que contienen la lupulina, que es el ingrediente que aportará a la cerveza su sabor amargo y los aromas propios.

4.4.3. Tipos de lúpulo

4.4.3.1. Lúpulos amargos

Estos lupulasos, o comúnmente, lefa, son los que aportan más elementos amargos que aromáticos. Los representantes más conocidos de esta categoría son el Brewer's Gold y el Northern Brewer o Nordbrauer, aunque también existen especies más simples en aceites aromáticos pero que aportan un gran amargor como es el “cascade”.

4.4.3.2. Lúpulos aromáticos

Estos aportan más elementos aromáticos que amargos. En este apartado se conocen especialmente el saaz/zatec que definen el estilo pilsener de cerveza, el spalt, el tettnanger y el hallertauer en el área alemana, y los kent goldings y fuggles en el área anglófona.

4.4.3.3. Lúpulos mixtos

Aportan ambas características juntas, aunque menos acentuadas. Esta categoría es muy variable y mal definida.

El lúpulo es muy delicado. Solamente se puede utilizar fresco durante los pocos meses de su cosecha. Las formas de uso son en extracto, pellet o en polvo; aunque la forma más habitual es en pellet que, con un buen acondicionamiento frigorífico, conserva muy bien sus ácidos alfa y sus aceites esenciales como mirceno, humuleno, cariofileno y farnesano.

4.5. Levadura cervecera

Las levaduras son importantes por su capacidad para realizar la descomposición mediante fermentación (predominantemente alcohólica) de diversos compuestos orgánicos, principalmente los azúcares o hidratos de carbono, produciendo distintas sustancias.

La levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) es un hongo unicelular, un tipo de levadura utilizado industrialmente en la fabricación de pan, cerveza y vino.

Las utilidades industriales más importantes de esta levadura son la producción de cerveza, pan, vino y kumis, gracias a su capacidad de generar dióxido de carbono y etanol durante el proceso de fermentación. Básicamente este proceso se lleva a cabo cuando esta levadura se encuentra en un medio muy rico en azúcares.

Existen dos tipos de levaduras que se utilizan en la elaboración de cerveza, levadura Ale y levadura Lager, la diferencian es que Ale (*Saccharomyces cerevisiae*) fermentan a temperaturas

que oscilan entre 14 y 25 °C, mientras que Lager (*Saccharomyces pastorianus*) fermenta a temperaturas más bajas, alrededor de 6 a 10 °C, otorgando sabores diferentes a las cervezas.

Existen diferencias en cuanto al sabor de cada levadura como su perfil de compuestos secundarios producidos durante la fermentación, a pesar de que haya que tener un paladar muy experimentado para poder descubrir qué tipo de levadura ha sido utilizada en una cerveza.

“En el caso de algunas cervezas artesanales se producen dos fermentaciones: La primera en el fermentador Sparkling donde se genera cierta cantidad de alcohol, aproximadamente unos 3 °GL y la segunda fermentación ocurre dentro de la botella donde gracias a la adición extra de azúcar se genera más alcohol y gas, según (Carvajal Martínez & Insuasti Andrade, 2017).

La levadura contiene un promedio de 75% de agua y entre los constituyentes más importantes de la sustancia seca el 90 a 95% es materia orgánica, la cual tiene un 45% de carbohidratos 5% de materias grasas y 50% de materias nitrogenadas, siendo las más importantes en las nitrogenadas las proteínas y en menos cantidad las vitaminas, dentro de las materias inorgánicas que viene a ser en un 5 a 10% se encuentran el fósforo, potasio, sodio, magnesio, cinc, hierro, y azufre, y el contenido de materias grasas es de un 8%.

4.6. Cerveza tipo internacional pale lager

Impresión general: una lager pálida altamente atenuada sin sabores fuertes, típicamente bien equilibrada y altamente carbonatada. Servidas frías, son refrescantes y saciadoras de sed.

Aroma: bajo a medio-bajo aroma a malta, que puede ser un poco granoso o ligeramente dulce a maíz. El aroma a lúpulo puede ser de muy bajo a medio con una presencia especiada o floral. Aunque generalmente un perfil de fermentación limpio es deseado, bajos niveles de carácter de la levadura no son una falta.

Apariencia: color pajizo pálido a dorado. Espuma blanca que puede no perdurar mucho tiempo. Muy clara.

Sabor: bajo a moderado nivel de maltosidad como a grano, con un final fresco, seco y bien atenuado. El carácter a grano puede ser neutro o mostrar cualidades ligeras a pan y galletas, hasta un nivel moderado de sabores a maíz o dulzor de malta.

Los sabores a lúpulo tienen un rango de ausente a medios, a menudo mostrando un carácter floral, especiado o herbal si están presentes.

Sensación en boca: cuerpo liviano a medio, moderadamente-alta a alta carbonatación. Puede tener un ligero toque carbónico en la lengua.

4.7. Agua

El agua es un ingrediente fundamental para la elaboración de cerveza.

El agua usada en la elaboración de la cerveza es potable y es común que los cerveceros la filtren para remover cualquier impureza. En ocasiones también se ajusta el contenido mineral dependiendo del estilo que se quiera elaborar.

El agua es utilizada en el primer paso de la elaboración, en el macerado. También es usada en el momento del hervido del mosto. Como norma general se recomienda utilizar aguas blandas con poco contenido en sales para la elaboración de cervezas tipo lager.

4.7.1. Composición del agua para fabricar cerveza

Tabla 4. *Composición del agua.*

Componentes	Cerveza fuerte (g/hl)	Cerveza ligera (g/hl)
Dureza total	14.8	1.57
Dureza no carbonatada	0.6	0.3
Dureza de carbonatos	14.2	1.27
CaO	10.6	0.98
MgO	3	0.12
Sulfatos	0.75	0.43
CO ₂	11.15	1
Nitratos	Trazas	Trazas
Fosfatos	0.16	0.5

Fuente: Carvajal Martínez & Insuasti Andrade (2017).

4.8. Fermentación alcohólica

“La fermentación alcohólica (o fermentación etílica) es un proceso biológico de fermentación en plena ausencia de aire (oxígeno), originado por la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono para obtener como productos finales un alcohol en forma de etanol, dióxido de carbono (CO₂) en forma de gas y unas moléculas de ATP que consumen los propios microorganismos en su metabolismo celular energético anaeróbico. El etanol resultante de la fermentación alcohólica se emplea en la elaboración de todas las bebidas alcohólicas como el vino, la cerveza, la sidra, el cava, etc.” (J. García Carrión, S.A, 2018)

4.9. Maduración de cerveza

“Es un período, más o menos largo, durante el cual la cerveza sufre un reposo prolongado con la finalidad de clarificarla mediante un proceso físico de separación y precipitación de las aglomeraciones proteínicas residuales de la malta, los adjuntos y el lúpulo conduciendo todo esto a la mejora de las condiciones organolépticas del producto que será entregado al consumidor final” (García, 2018).

4.10. Diferencias entre las cervezas artesanales e industriales.

“Todas las cervezas se elaboran con cuatro ingredientes básicos que son el lúpulo, la malta, agua y levadura.

Pero las diferencias entre cerveza artesanal y cerveza industrial residen en los procesos de elaboración, las calidades de los ingredientes y en la fórmula que el maestro cervecero ha creado.

Las cervezas industriales se producen en base a una receta básica que busca ingredientes y procesos económicamente viables, por el contrario, la cerveza artesanal es probada y modificada por el maestro cervecero para dar con la mezcla adecuada que tenga un sabor y olor característico.

En cuanto a los ingredientes, en el proceso de creación de cerveza artesanal no se le añade nada diferente a agua, cereales malteados, lúpulo y levadura. En la etiqueta de estas cervezas no se encuentran conservantes ni antioxidantes añadidos artificialmente. Es elaborada en pequeñas cantidades para evitar su almacenamiento prolongado. En las cervezas industriales en cambio, sí utilizan conservantes y estabilizantes químicos.

En el proceso de elaboración, las cervezas artesanales se hacen de forma natural. Por ejemplo, incluyen en la botella un poco de mosto sin fermentar para que la propia cerveza ya hecha continúe el proceso de fermentación dentro de la botella (2ª fermentación) y genere esos gases extra, que le darán la fuerza y crearán espuma al abrirla. La cerveza artesanal no se pasteuriza y esto garantiza la conservación de los aromas y sabores de los ingredientes originales. Por otro lado, para asegurar su estabilidad, después de la primera fermentación, las cervezas industriales se someten a pasteurización, esto hace que se pierdan algunas de las propiedades nutritivas y organolépticas de la cerveza. Además, al no haber una segunda fermentación, no se produce gasificación, con lo cual el gas carbónico se debe inyectar de forma artificial” (Vino Premier, 2017).

4.11. Barril.

Barril de madera, también llamado barrica, cuba, tonel, candiota o pipa es un recipiente cilíndrico fabricado en madera que sirve como medio de almacenamiento de elementos líquidos o sólidos.

4.11.1. Estructura y usos

La estructura del barril o barrica de madera está formada por duelas, piezas de madera con ahormadas para conseguir el perfil cóncavo del tonel, sujetas por aros anchos de metal o "zunchos" y cerradas con tapas planas, también de madera, llamados "fondos". Su uso tradicional desde la antigüedad ha sido el almacenaje y conservación de líquidos como el agua, vino, whisky, cerveza y demás procesos de destilación de diversos cereales fermentados, o de granos, harinas, frutas y otros alimentos de muy diverso tiempo de maduración y durabilidad.

4.11.2. Fermentación de cerveza en barrica de madera

“En la antigüedad la cerveza era frecuentemente en barriles de madera, en ese entonces el sabor a madera no era apreciado en la cerveza y se consideraba un defecto de envasado.

Anteriormente la cerveza pasaba poco tiempo en dichos barriles, pues eran usados para el transporte de cerveza de consumo diario. Por la misma situación la madera no aportaba ningún sabor. Pero al elegir una buena barrica, de segundo uso o de diferentes tipos de madera el resultado puede ser muy agradable.

Una barrica es un tanque de madurado semipermeable al agua y al oxígeno. Por ello en una barrica siempre se producirán mermas de volumen y siempre se producirán micro-oxidaciones.

Para que estas oxidaciones aporten sabores agradables a frutos secos y no los temidos a cartón y papel mojados, han de producirse lentamente y de forma controlada, por lo que la barrica ha de llenarse completamente, y sellarse.

Eso hará que la oxidación producida sea dependiente únicamente de la permeabilidad de la madera de la barrica, su tamaño (área de contacto con el oxígeno del exterior) y de la temperatura y humedad del exterior, y permitirá que los resultados obtenidos cada vez, sean más consistentes.

Si la humedad es baja, habrá mayores mermas, dado que la madera de la barrica se humedecerá desde el interior y esta se evaporará al ambiente por su cara exterior. A mayor tiempo en la barrica, también será mayor la merma por evaporación. Asimismo, también hay una merma significativa por el líquido que la propia barrica absorbe. Para evitar esto las barricas suelen llenarse una vez han sido humedecidas por completo con agua (hinchadas), o por acción del contenido anterior.

La temperatura también influye. A mayor temperatura en la barrica, el volumen del líquido del interior aumenta y la madera se expande, por lo que una mayor cantidad de cerveza penetrará en ella. Al bajar la temperatura estos efectos se invierten, volviendo el líquido a salir de la madera. Por ello, fluctuaciones de temperatura acelerarán las transferencias de sabores, puesto que ese “vaivén” de líquido hacia la madera y vuelta, favorece el intercambio.

El tamaño es un factor importante. A mayor tamaño de barrica, la superficie de contacto entre el líquido y la propia barrica es menor, puesto que la cantidad de líquido aumenta mucho más que la superficie de la madera, dada su forma cilíndrica. Por ello una barrica de gran tamaño (el habitual es de 225 L) requerirá un mayor tiempo de guarda, en torno a los 6 meses, mientras que una barrica más pequeña (de 20 a 25 L) puede haber aportado el mismo grado de sabores en unas pocas semanas.

Por último, el número de usos de la barrica, es también importante. Cada vez el riesgo de contaminación será mayor, porque la barrica es demasiado porosa y muchos microorganismos pueden anidar en ella. Al mismo tiempo, ésta no se puede lavar de forma agresiva, puesto que perdería así aromas y sabores deseables, por ello hay quienes recomiendan usar las barricas una sola vez o alternar el uso para fermentadas, luego destiladas para desinfectar con las destiladas.

Con las barricas de licores como el bourbon, whiskey o ron, lo habitual es emplearlas una sola vez, buscando el que aporten el mismo perfil a la cerveza una y otra vez. En este caso lo que se busca no es dar ese toque añejado y ácido, ese “carácter de la barrica”, sino más bien el toque del macerado en el alcohol correspondiente. Lo cierto es que estas barricas estarán ya pre-humedecidas en dicho alcohol y aportarán no solo los sabores de la madera de la que están hechas a nuestra cerveza, sino también los sabores de la bebida original, dando también lugar a toques interesantes. Al mismo tiempo, los sabores impartidos por una barrica nueva suelen ser ásperos, a madera, y se transfieren de forma rápida” (Mackaytepper, 2018).

4.12. Tipos de madera para la fabricación de barricas.

A pesar que históricamente se había usado maderas como las del pino, haya, cerezo, castaño, fresno, acacia o el abeto, la más utilizada actualmente es la de roble. Con el paso del tiempo, el roble se ha impuesto al resto de maderas al tratarse de un material que por sus propiedades favorece las características gustativas y olfativas de vinos y whisky. De hecho, las propiedades de la madera de roble ofrecen una cesión adecuada de componentes tánicos y aromas gracias al aporte de oxígeno que este tipo de madera genera a través de sus poros.

4.13. Tostado de las barricas.

El tostado es un tratamiento que se da a las barricas por su parte interna durante el proceso de elaboración. Se trata de aplicar calor con una llama hasta que la superficie interna de las duelas queda “tostada”.

Este proceso ofrece complejidad en los sabores que transmite la barrica y es una fuente de azúcares fermentables.

4.14. Barricas nuevas o segunda de segunda mano.

Esta es una cuestión muy decisiva en cuanto al carácter que deseamos transmitir a nuestra cerveza.

Una barrica nueva aportará mucho carácter a madera a nuestra cerveza de una forma bastante rápida (el tiempo dependerá del tamaño de la barrica). Será mejor utilizarla para cervezas limpias y fuertes (Cerveceros Caseros Españoles, 2019).

4.15. Madera de roble

Esta madera de excelente calidad es muy resistente, permite hacer casi de todo, pero la mejor manera de utilizar esta madera es haciendo barriles para vinos, whisky y cerveza.

4.15.1. Composición química de la madera de roble

Al igual que todos los tejidos vegetales leñosos la madera de roble está constituida por celulosa, hemicelulosa, lignina, taninos, algunos lípidos y otras sustancias en menor medida. Una excepción es el roble blanco americano (*Quercus alba*), que después del proceso de elaboración de las barricas o toneles presenta un cierto contenido de lactonas (lactonas de roble), que confieren al vino variaciones considerables en sabor en comparación con otras especies de roble. Es muy importante considerar, que, al evaluar las aportaciones de la madera al vino durante la crianza, no solamente está involucrada la composición química de la madera empleada, sino que además todos los procesos involucrados en la elaboración de la barrica, como el tiempo de secado, método de secado, tiempos y métodos de tostado, cortes, etc.

4.15.2. Celulosa

La celulosa es el polímero natural más abundante sobre la tierra y consiste básicamente en una cadena lineal de moléculas de glucosa. La celulosa no juega ningún papel organoléptico en el proceso de crianza, siendo importante para mantener la estructura de la barrica. En ciertos casos es posible el rompimiento por hidrólisis acídica de la cadena de celulosa liberando al medio dos unidades de glucosa, molécula llamada celobiosa, que puede servir como nutriente para el desarrollo de levaduras de contaminación del género *Brettanomyces*.

4.15.3. Hemicelulosa

La hemicelulosa es un polímero, que, a diferencia de la celulosa, puede ser separada en diversos azúcares simples, entre los que se destacan por concentración: Xylosa, mannososa, rhamnosa, arabinosa y galactosa. Otra diferencia fundamental con la celulosa es que la hemicelulosa es menos abundante y a la vez menos estable.

Durante la elaboración de las barricas, la madera es sometida a altas temperaturas (mayores a 140 °C), con lo que comienza la descomposición de la hemicelulosa a sus azúcares estructurales, los que a su vez son modificados en su composición y pasarán a ser parte esencial del aporte organoléptico de la madera al vino durante el proceso de crianza. Estas modificaciones en la hemicelulosa son extremadamente complejas por lo que la proporción de azúcares liberados y

las transformaciones que ellos recibirán son poco predecibles y por lo tanto poco manejables. La hemicelulosa, al ser sometida a los procesos de secado o maduración y posterior tostado, será la responsable de una modificación en la estructura del vino al aportar azúcares simples, generará compuestos aromáticos por caramelización de dichos azúcares simples, como por ejemplo hidroximetilfurfural, furfural y maltol, que finalmente jugarán un rol en la modificación del color del vino durante el proceso de crianza.

4.15.4. Lignina

La lignina es un polímero tridimensional, la composición química varía según la especie vegetal que se trate, pero en el caso del género *Quercus* está constituida principalmente por dos unidades, el guaiacil y el siringil. En los vinos con crianza estas dos unidades dan origen a dos grupos de compuestos:

Los derivados del guaiacil, donde se encuentra la vainillina y el ácido vainillico, responsables de los aromas a vainilla de algunos vinos.

Los derivados del siringil, donde se encuentra el sinapaldehído, el siringaldehído y el ácido siringico.

El proceso de elaboración de la barrica tiene una fuerte influencia sobre el destino de la lignina, así el proceso de tostado y de altas temperaturas provoca la formación de los aldehídos fenólicos antes mencionados.

4.15.5. Taninos del roble (*Quercus robur*)

Los taninos del roble corresponden a taninos hidrolizables, que son ésteres de glúcidos con ácidos fenólicos o sus derivados. Los ácidos fenólicos *más* comunes en la formación de estos taninos hidrolizables son:

- Ácido Eláxico: que dará origen a los elagitaninos.
- Ácido Gálico: proviene del hidrólisis del ácido eláxico, y dará origen a los galotáninos.

Es muy importante señalar que ninguno de estos taninos se encuentra en forma natural en la uva ni en el vino joven, pero suelen ser cedidos a él por medio de las barricas durante la crianza o bien ser adicionados en forma artificial. Este tipo de taninos, especialmente los elagitaninos, juegan un rol fundamental en la estabilización del color al actuar indirectamente como

antioxidantes, oxidándose ellos preferentemente sobre las antocianinas, y protegiéndolas así de las oxidaciones” (Mackaytepper, 2018).

4.16. Madera de eucalipto (*Eucalyptus*)

La madera es semipesada, semidura, de un color amarillento rosado pálido y pardo rojizo, su grano es medio y tiene pocos poros.

4.16.1. Composición química

“Las principales fracciones químicas que forman cualquier especie de madera son la celulosa, la hemicelulosa y la lignina, cada una de las cuales posee características propias.

La celulosa constituye aproximadamente el 50% de la masa anhidra de la madera. Es un polímero compuesto por entre 500 y 15000 unidades de β -Dglucosa. Las cadenas de celulosa se enlazan entre sí mediante puentes de hidrógeno y, a su vez, se agrupan constituyendo las denominadas microfibrillas que confieren a la madera su elevada rigidez y se encuentran embebidas en una matriz formada por hemicelulosas y lignina.

Las hemicelulosas constituyen aproximadamente la quinta parte de la masa anhidra de la madera. Son heteropolímeros constituidos por un pequeño grupo de azúcares (xilosa, arabinosa, etc.) y de algunos de sus derivados (ácidos urónicos, etc.). Su función dentro de la célula es la de unión entre las micro-fibrillas celulósicas y la lignina.

La lignina constituye aproximadamente el 25% de la masa anhidra de la madera. Es un polímero tridimensional compuesto por unidades de fenilpropano, unidas entre sí mediante enlaces carbono-carbono o enlaces de tipo éter. Es la sustancia encargada de la cohesión de las células, reforzándolas mecánicamente, proporcionándoles elasticidad y protegiéndolas de las pérdidas de agua (debido a su hidrofobicidad) y de ataques de agentes xilófagos” (Cerveceros Caseros Españoles, 2018).

4.17. Definición de evaluación sensorial de alimentos

Disciplina científica usada para evocar, medir e interpretar reacciones hacia las características de los alimentos y materiales. Al consumir un alimento se estimula diferentes sentidos:

- Estímulos visuales: color, forma, brillo del alimento.

- Estímulos táctiles: percibidos con la superficie de los dedos y epitelio bucal: características rugosas, suaves, ásperas, líquidos, geles, jugosos, fibrosos, grumoso, harinoso, grasosos, etc.
- Estímulos olorosos: percibidos por el epitelio olfativo: aromático, fatídico, ácido.
- Estímulos auditivos: crujientes, burbujeante.
- Estímulos gustativos: percibidos por las papilas gustativas: dulce, salado, ácido, agrio.

La evaluación sensorial también nos proporciona información sobre la calidad de los alimentos evaluados y las expectativas de aceptabilidad de parte del consumidor (Domínguez, 2018).

4.17.1. Clasificación de la evaluación sensorial

La información que nos entrega la evaluación sensorial se puede usar con diferentes propósitos:

- Mantenimiento y mejoramiento de la calidad.
- Desarrollo de nuevos productos.
- Análisis de mercado.
- Reacción del consumidor.
- Correlación entre evaluación sensorial y métodos físicos, químicos y microbiológicos.
- Efectos de procesamiento.
- Selección y entrenamiento de jueces calificados.
- Influencia de las materias prima sobre el producto acabado.
- Evaluación de la calidad.
- Efectos del almacenamiento, etc.

Cada uno de estos propósitos requiere de un test adecuado.

De esto se desprende que la metodología de evaluación sensorial requiere de una vasta variedad de test. Para fines didácticos y se agrupan en dos categorías:

- Métodos de respuesta objetiva.
- Métodos de respuesta subjetiva.

4.17.2. Test de respuesta objetiva

En estos métodos el juez no considera su preferencia personal, evalúa el producto según su conocimiento previo, utilizando su facultad de discriminar al analizarlo. Estos test requieren un

entrenamiento previo, el panel debe haber cumplido la etapa de selección y entrenamiento en las técnicas de degustación, tener conocimiento del producto que se va a evaluar, incluyendo las características sensoriales de éste y sabores y olores extraños que pudieran aparecer en él. En estos test se espera del degustador que tenga habilidad en repetir los juicios, lo que se traduce en seguridad sobre los resultados de la investigación (Penna, 2019).

Según esta clasificación consideraremos los siguientes métodos:

Test de respuesta objetiva

1. Test de valoración

- a) Descriptivo.
- b) Numérico.
- c) Puntaje Compuesto.

2. Test de diferencia

- a) Estímulo Único.
- b) Comparación Pareada.
- c) Dúo-Trío.
- d) Triangular.
- e) Comparación Múltiple.

3. Test analíticos

- a) Muestra Única.
- b) Sabor Extraño Específico.
- c) Análisis Descriptivo o Perfil Analítico.

4.17.3. Test de respuesta subjetiva

Aquí se utiliza la sensación emocional que experimenta el juez en la evaluación espontánea del producto, y da su preferencia en ausencia completa de influencia externa y de entrenamiento.

Este tipo de test permite verificar los factores psicológicos que influyen sobre la preferencia y aceptación de un producto.

Según esta clasificación consideraremos los siguientes métodos:

Test de respuesta subjetiva

1. De preferencia

- a) Simple preferencia o pareado preferencia.
- b) Ordenamiento.
- c) Escala hedónica.

2. De aceptabilidad

- a) Panel Piloto
- b) Panel de Consumidores.

4.17.4. Test comparación pareada

Este método permite detectar pequeñas diferencias entre dos muestras.

Puede usarse para medir:

- a) Diferencias de calidad.
- b) Diferencias de una característica de calidad.

En la primera se les pregunta a los jueces si hay diferencias entre las dos muestras presentadas que conforman cada par. Se usa cuando una muestra la queremos confrontar a un estándar. Se identifica el estándar dentro de cada par y el test se plantea así:

Par 1, estándar K – muestra 1

Par 2, estándar K – muestra 2

Par 3, estándar K – muestra 3

y se pregunta si las muestras son o no diferentes del estándar. Esto permite hacer estudios de posibles formulaciones que reemplacen o imiten a un producto que se considera estándar (K) y es de buena aceptación u óptimo. También permite saber si al modificar procesos o parte de ellos la calidad del producto resulta modificada.

Otras veces puede que interese obtener un nuevo producto, que esperamos sea mejor que el habitual o modificamos la composición del habitual con el fin de abaratar costos y nos interesa mantener la calidad que el consumidor ya conoce en ese producto, entonces planteamos este test en esta forma:

Comenzamos presentando al juez, una bandeja con las muestras colocadas en pares:

Par 1 estándar K – muestra 1

Par 2 estándar K – muestra 2

Par 3 estándar K – muestra 3

La primera pregunta será si las muestras son ó no diferentes del estándar K.

Si ha detectado diferencias, continuamos preguntando ahora el grado de diferencia de cada muestra respecto del estándar.

También podemos investigar la calidad del estándar preguntando al juez cómo la califica (excelente, buena, regular, mala). Y también calificar la calidad de cada muestra respecto del estándar, se pregunta al juez cómo califica la calidad de cada muestra:

inferior a K, igual a K, superior a K.

Además, podemos determinar a qué se debe la diferencia (olor, sabor, olor y sabor, color, textura).

4.17.5. Test escala hedónica

Es otro método para medir preferencias, además permite medir estados psicológicos. En este método la evaluación del alimento resulta hecha indirectamente como consecuencia de la medida de una reacción humana.

Se usa para estudiar a nivel de Laboratorio la posible aceptación del alimento. Se pide al juez que luego de su primera impresión responda cuánto le agrada o desagrada el producto, esto lo informa de acuerdo a una escala verbal-numérica que va en la ficha (Penna, 2019).

La escala tiene 9 puntos, pero a veces es demasiado extensa, entonces se acorta a 7 ó 5 puntos de acuerdo a la experiencia de los jueces:

1 = me disgusta extremadamente.	6 = me gusta levemente
2 = me disgusta mucho	7 = me gusta moderadamente
3 = me disgusta moderadamente	8 = me gusta mucho
4 = me disgusta levemente	9 = me gusta extremadamente
5 = no me gusta ni me disgusta	

Fuente: Penna, (2019).

Los resultados del panel se analizan por varianza, pero también pueden transformarse en ranking y analizar por cómputos.

“Un análisis de varianza (ANOVA) prueba la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales.

Los ANOVA evalúan la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores. La hipótesis nula establece que todas las medias de la población (medias de los niveles de los factores) son iguales mientras que la hipótesis alternativa establece que al menos una es diferente” (Minitab, LLC. All rights Reserved, 2019).

“El diseño simple con distribución en bloques al azar. Conocido como diseño de doble vía, se aplica cuando el material es heterogéneo. las unidades experimentales homogéneas se agrupan formando grupos homogéneos llamados bloques” (Mendiburu, 2019).

5. Objetivos

5.1. Objetivo General

Comparar las características sensoriales de una cerveza artesanal tipo lager madurada en barricas de eucalipto (*Eucalyptus sp.*) y roble blanco (*Quercus alba*) con una cerveza artesanal tipo lager estándar.

5.2. Objetivos Específicos

- 5.2.1. Elaborar una cerveza artesanal tipo lager madurada en barricas de madera.
- 5.2.2. Evaluar el tiempo necesario de madurado con respecto a las variaciones de las características sensoriales por medio del test de respuesta subjetiva, de preferencia, de escala Hedónica.

6. Hipótesis

Las barricas de madera de eucalipto y roble blanco utilizadas para el proceso de maduración de cerveza artesanal no aportan cambios en sus características sensoriales a una cerveza artesanal tipo lager.

7. Recursos

7.1. Recursos humanos

Asesor principal: Ingeniero Aldo de León Fernández

Asesor adjunto: Q.B. Gladys Calderón Castilla

Ingeniero en Alimentos: Wayne Boburg

Panelistas de laboratorio

7.2. Recursos institucionales

Centro Universitario de Suroccidente (CUNSUROC)

Laboratorio de análisis sensorial del CUNSUROC

7.3. Recursos económicos

Los recursos económicos utilizados para la realización de la presente investigación fueron sufragados por el estudiante.

8. Materiales y métodos

8.1. Caracterización del área de estudio

8.1.1. Ubicación: Quetzaltenango

8.1.2. Características climáticas: La ciudad de Quetzaltenango posee un clima frío ya que se encuentra en un valle montañoso a una altitud de 2.400 metros (7.956 pies) sobre el nivel del mar, la temperatura media en invierno, entre diciembre y febrero suelen bajar a $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el centro histórico de la ciudad, a $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ en zonas periféricas y a $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ en las zonas más altas de la Ciudad, favoreciendo el proceso de fermentación en la elaboración de cerveza artesanal de tipo lager.

8.2. Materiales y equipos

8.2.1. Equipos

- Molino casero
- Cooler grande 50 litros
- Sparkling (fermentador) de 20 litros
- Cocina industrial
- Barricas de madera
- Termómetro
- Balanza analítica

8.2.2. Instrumentos

- Vasos de precipitación (250 ml)
- Probeta 500 ml
- Densímetro
- Jarra medidora de un litro
- Manguera plástica blanca
- Colador
- Funda maceradora

- Olla aluminio 20 litros
- Embudo grande
- Cuba de filtrado
- Filtro
- Tapón de goma
- Sello de aire

8.2.3. Materiales

- Malta de cebada
- Lúpulo
- Azúcar blanca refinada
- Levaduras Cervecera
- Agua

8.2.4. Reactivos

- Alcohol desinfectante
- Tintura de Yodo
- Carragenina

8.2.5. Prueba de evaluación sensorial

- Boletas impresas de escala hedónica, y comparación pareada
- Vasos plásticos
- Agua pura
- Lapiceros
- Muestra a evaluar

8.3. Métodos

8.3.1. Definición de actividades de la elaboración de cerveza artesanal

Molienda: se realiza este proceso para romper la cáscara del grano y separarlo de su endospermo para la mejor absorción de agua en el proceso enzimático de maceración.

Macerado: el objetivo del macerado es convertir el almidón en azúcares fermentables; en esta etapa se determina el contenido de azúcares fermentables presentes en el mosto, por lo tanto, también el contenido alcohólico del producto final.

Es importante mencionar que en este proceso las temperaturas inferiores a 65 grados Centígrados, las enzimas que consumen el almidón son mucho menos activas. En cambio, a temperaturas superiores a 74 °C se desnaturalizan. También hay que tener en cuenta que una maceración de 62-67 °C ayudará a conseguir cervezas ligeras, puesto que actúan las beta-amilasas. Este tipo de amilasas producen azúcares más fermentables. En cambio, en el rango 67-74 °C las cervezas resultantes tendrán más cuerpo y serán más dulces” (Cerveza Artesana Homebrew S.L, 2018).

Filtrado: en este proceso se pretende eliminar restos sólidos del grano.

Sparging: el objetivo es añadir agua a 78 °C para conseguir más litros y seguir aprovechando los azúcares aún presentes en el interior del grano para aprovechar mayor rendimiento en el producto final” (Cerveza Artesana Homebrew S.L, 2018).

Cocción: este proceso es con el objeto de esterilizarlo de bacterias que hayan podido aparecer durante los procesos anteriores; en este momento se añade el lúpulo que dará amargor, sabor y aroma al mosto.

Enfriado: terminado el proceso de cocción debe descender la temperatura lo más rápido posible entre 22 °C a 25 °C.

Fermentación: durante la fermentación la levadura hace gala de su capacidad de atenuación (convertir azúcares en alcohol y CO₂); aproximadamente en 12 o 48 horas tendría que empezar la fermentación, aunque algunas levaduras son más rápidas que otras, en general la fermentación dura entre 4 y 15 días. Para cervezas de tipo lagers es de 6 °C a 17 °C.

Maduración: después de terminado el proceso de fermentación se realiza un filtrado para eliminar restos de sólidos de levadura para introducir la cerveza a las barricas de madera evaluando el tiempo requerido en dar algún cambio sensorialmente.

Carbonatación: para que una cerveza tenga gas es necesario añadir un poco de azúcar en el momento de embotellar, para convertir la levadura en alcohol y gas CO₂..

8.3.2. Procedimiento de elaboración de cerveza artesanal

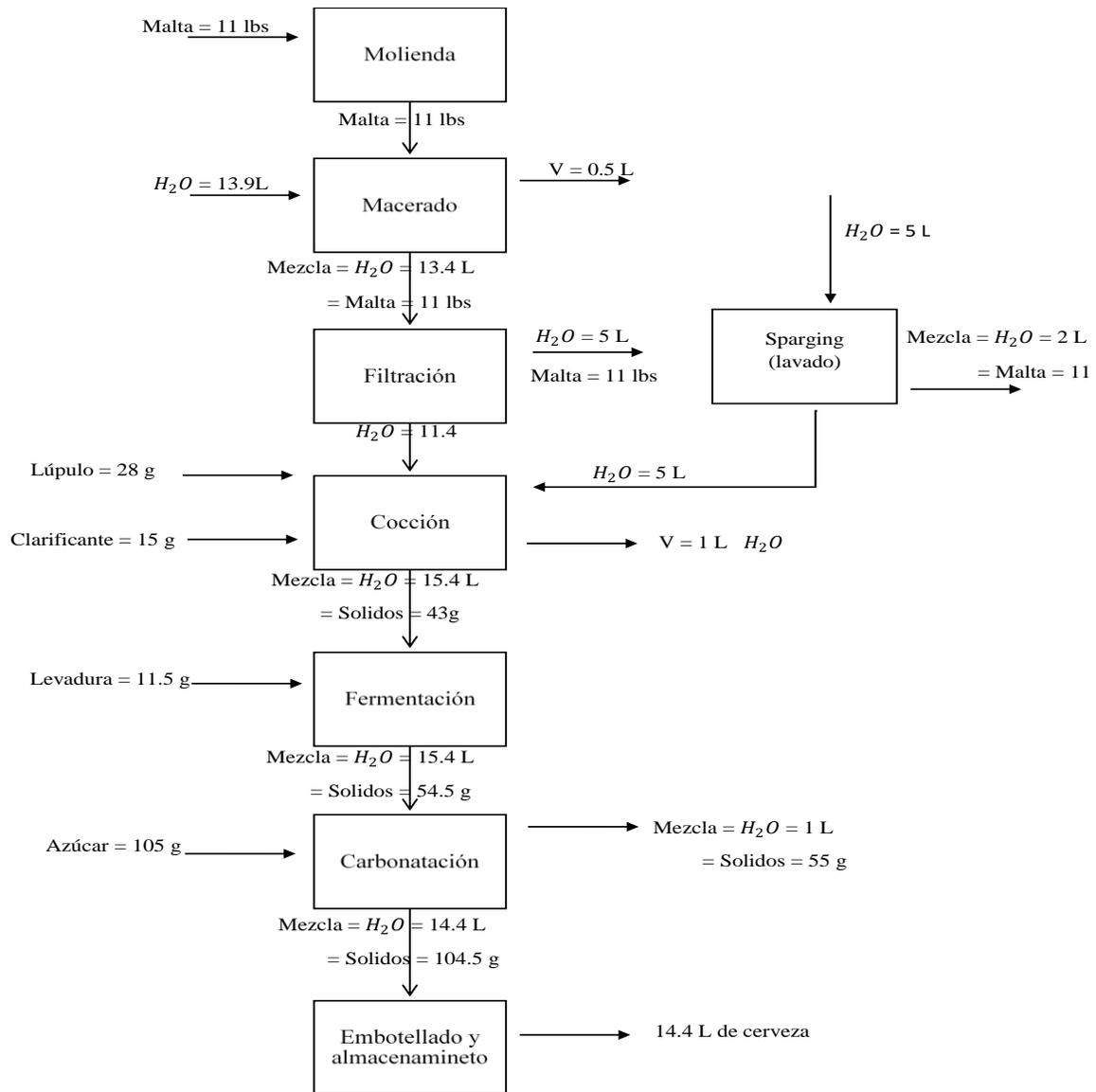
1. Moler la malta dentro del molino casero.
2. Colocar por sesenta minutos la malta de cebada en una olla con 1.5 L de agua por cada libra de malta (16 litros aproximadamente) a una temperatura entre 65 y 70 grados Celsius, agitando constantemente la mezcla y controlando la temperatura.
3. Realizar la prueba de yodo a los sesenta minutos, tomando una muestra de mosto y dejar caer unas gotas de tintura de yodo.
4. Colar el mosto con colador casero y con una manta para filtrar.
5. Lavar (Sparging) la malta con el resto de agua a 78 °C (2 litros aproximadamente).
6. Cocer el mosto durante una hora y en el transcurso añadir los 28.35g (una onza) de lúpulo en 2 partes:
 - 15 minutos después de comenzar a hervir 14.17g (media onza) – Lúpulo para amargor
 - A los 45 minutos 14.17g (media onza) - Lúpulo para aroma
7. Agregar un agente clarificante 10 minutos antes de terminar la cocción (carragenina).
8. Enfriar el mosto colocando la olla en otra con hielo y enfriarlo lo más rápido posible.
9. Trasladar el mosto al fermentador previamente esterilizado, añadir la levadura, para ello se activa la levadura en 100 ml de agua hervida y enfriada a temperatura ambiente entre 22 °C a 25 °C.
10. Madurar la cerveza en las barricas de madera de roble y eucalipto durante el tiempo estipulado.
11. Agregar 6 gramos de azúcar por litro para carbonatación natural.
12. Embotellar.

8.3.3. Materia prima para elaboración de cerveza artesanal estándar

Para aproximadamente 15 litros de cerveza dependiendo del rendimiento del proceso.

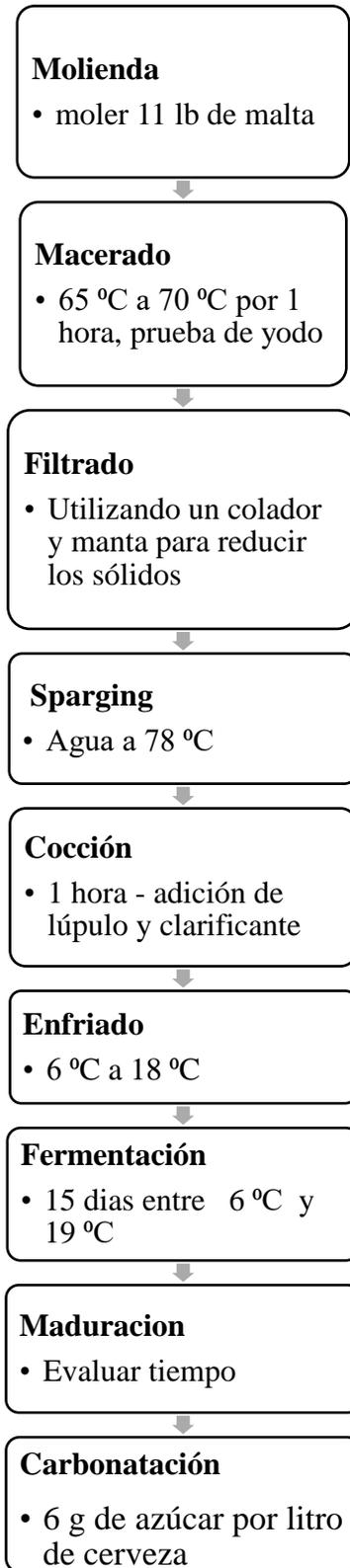
- 11 lb de malta
- 1 oz de lúpulo
- 11.5 g de levadura cervecera
- 18.9 litros de agua purificada
- 6 g de azúcar para carbonatación
- 15 g de clarificante

8.3.4. Balance de masa de elaboración de cerveza artesanal



Fuente: elaboración propia (2019).

8.3.5. Diagrama de bloques



Fuente: elaboración propia (2019).

8.3.6. Diagrama de proceso

No.	Descripción	Transporte	Inspección	Operación	Demora	Almacenamiento	Tiempo
1	Recepción de materia prima						0.166667 h
2	Pesaje						0.0833333 h
3	Molienda						0.166667 h
4	Macerado						1 h
5	Filtrado						0.25 h
6	Sparging (lavado)						0.166667 h
7	Cocción						1 h
8	Fermentación						360 h
9	Maduración						720 h
10	Carbonatación						0.166667 h
11	Embotellado						0.5 h
13	Tiempo total empleado en el proceso						1,083.50h

Fuente: elaboración propia (2019).

8.4.Procedimiento de evaluación sensorial

Se realizaron dos paneles sensoriales:

Procedimiento No. 1

En este caso se realizó con el test de respuesta subjetiva, de preferencia, escala hedónica de siete puntos para evaluar el tiempo de madurado de la cerveza artesanal tipo lager madurada en barricas de madera. Este se realizó en el Laboratorio de Evaluación Sensorial de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, utilizando una boleta de escala hedónica de siete puntos para los aspectos sensoriales conforme al tiempo de maduración (Ver apéndice No.1 pag No. 68), donde el panel fue conformado entre 15-25 personas, todos estudiantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos con el único requisito de tener aprobado el curso de análisis sensorial.

Proceso:

- Se conformó grupo de panelistas para dicha evaluación sensorial.
- Se proporcionaron tres muestras de cerveza artesanal con diferentes códigos (502, 378 y 425) en vasos transparentes de 5 onzas con 1 onza de cerveza aproximadamente, un vaso de agua purificada, lapicero y una boleta de la escala hedónica.
- Los panelistas evaluaron las características sensoriales (color, olor y sabor) calificando de acuerdo a su percepción y marcar con una “X” en la escala la respuesta que consideraron.

Procedimiento No. 2

En el segundo procedimiento se realizó una comparación pareada para comparar una muestra de cerveza artesanal tipo lager estándar con una cerveza artesanal tipo lager madurada en barricas de madera de roble, luego una muestra de cerveza artesanal tipo lager estándar con una muestra de cerveza artesanal tipo lager madurada en barricas de madera de eucalipto. Este se realizó en el Laboratorio de Evaluación Sensorial de la carrera de Ingeniería en Alimentos, utilizando una boleta de comparación pareada (Ver apéndice No. 2 pag No. 70), al ser una prueba de comparación pareada sólo existieron dos códigos, con dos posibles secuencias al azar.

Se realizó un diseño simple con distribución en bloques al azar. Cada evaluador se representó en un bloque, se realiza un ANOVA por el método de Fisher para establecer si alguno de los tratamientos difiere con respecto al estándar.

Para cada atributo sensorial (sabor, olor, color) se hará el ANOVA, que integre los atributos sensoriales, en caso exista diferencia estadística de $X=0.05$, se aplicó la prueba de Tukey para comparar las diferencias entre muestras.

Evaluación de tiempo de madurado de cerveza artesanal

Este se evaluó durante el procedimiento No 1 anteriormente mencionado del test de respuesta subjetiva, de preferencia, escala hedónica de siete puntos, a los 30 días que inició la maduración, esperando ver resultados para luego hacer un segundo panel sensorial a los siguientes 30 días y comparar las diferencias sensoriales que presentaron entre cada panel de análisis sensorial.

9. Resultados y análisis de resultados

Proceso de elaboración de cerveza artesanal con madurado en barricas de roble y eucalipto.

Durante la investigación se realizó el proceso estándar para elaborar una cerveza artesanal tipo lager, tomando como referencia la receta de una cerveza lager americana estándar según la JBC 2015. Dentro de dicho proceso se intervino el proceso de maduración el cual en su mayoría de veces se realiza en botellas de vidrio y barriles de aluminio, sustituyendo en esta etapa por barricas de roble y eucalipto. Las cuales fueron sometidas a una evaluación sensorial para determinar si se modificaron sus características sensoriales y así poder comparar las características que proporciona cada barrica de madera en una cerveza artesanal lager, evaluando asimismo el tiempo necesario en donde aparecen las primeras variaciones de las características sensoriales.

Para ello se realizó un proceso de una cerveza artesanal de tipo lager estándar americana siendo la receta a seguir (ver cuadro 1) según la JBC 2015. De la cual se realizaron tres lotes de 15 litros aproximadamente donde del primer lote no se modifica ninguna etapa del proceso de elaboración, para los siguientes dos lotes se modifica la etapa de maduración dando lugar al lote número dos en una barrica de madera de roble y el lote tres en una barrica de madera de eucalipto.

Cuadro 1. Receta de cerveza artesanal lager estándar americana para aproximadamente 15 L

11 lb de malta

1 oz de lúpulo

11.5 g de levadura cervecera

18.9 litros de agua purificada

6 g de azúcar para carbonatación

Una cucharada de clarificante (15g aproximadamente)

Fuente: elaboración propia (2019).

9.1. Resultados de la evaluación sensorial

Para la evaluación sensorial se tomaron de manera individual a 15 panelistas de laboratorio para ambas repeticiones en donde evaluaron los atributos de color, olor, y sabor en tres muestras de cerveza artesanal (502, 378 y 425) las cuales tuvieron un tiempo de 30 días de maduración en las barricas de madera de roble y eucalipto. Los datos obtenidos de los resultados de las boletas de evaluación sensorial fueron evaluados en una escala de cualidades numéricas (escala hedónica de 7 puntos) donde 1 significa me disgusta mucho y 7 significa me gusta mucho.

Los datos obtenidos en los paneles fueron analizados estadísticamente bajo el método de análisis de varianza de bloques al azar para establecer el tiempo necesario de maduración en las barricas de madera, aportando una diferencia significativa entre las muestras respecto a los atributos sensoriales (color, olor y sabor) en el cual el criterio de conclusión fue el siguiente: si el factor calculado (f_c) es mayor que el factor tabulado (f_t), existe diferencia estadísticamente significativa entre cada muestra evaluada.

9.1.1. Resultados del primer panel de evaluación sensorial del test de respuesta subjetiva, de preferencia, de escala Hedónica

A continuación, en la tabla 5 se presenta el análisis estadístico para variables evaluadas en los aspectos sensoriales color, olor y sabor del panel sensorial donde se calculó: el promedio, el factor calculado y el factor tabulado entre los tratamientos planteados para las tres cervezas evaluadas. A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el primer panel de evaluación sensorial (Ver apéndice No. 3 a No. 8 pag No. 71 a 76), mismos datos que fueron tabulados y analizados estadísticamente.

Tabla 5. *Análisis estadístico de las características sensoriales del primer panel sensorial realizado.*

Aspecto sensorial	Factor calculado	Factor tabulado	Conclusión
Color	1.76	2.06	Ya que $f_c < f_t$, no existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras
Olor	0.48	2.06	
Sabor	1.03	2.06	

Fuente: elaboración propia (2019).

Los resultados obtenidos que se presentan en la tabla 5 para los atributos evaluados (color, olor y sabor) por el primer panel de evaluación sensorial se obtiene que “f calculado” es menor para los tres atributos; por lo tanto, no existió diferencia estadística entre los tratamientos planteados.

Tabla 6. *Promedio obtenido de las características sensoriales del primer panel realizado.*

Atributo	502	378	425
Color	82	87	92
Olor	82	86	84
Sabor	80	82	84
Sumatoria	244	255	260
Promedio	5.42 = 5	5.66 = 6	5.77 = 6

Fuente: elaboración propia (2019).

Gráfica 1. Comparación entre promedios del primer panel sensorial.



Fuente: elaboración propia (2019).

Según resultados que se presentan en la tabla 6 y gráfica 1 para las muestras establecidas se observa que la cerveza artesanal madurada en barrica de madera de roble y la madurada en barrica de madera de eucalipto con un tiempo de madurado de 30 días cada una, presentaron un promedio aproximado a 6 que según con la escala hedónica de siete puntos, califica como: me gusta, mientras que el promedio de la cerveza artesanal lager estándar, obtuvo un promedio aproximado a 5 el cual, de acuerdo a la escala hedónica de siete puntos, corresponde a me gusta ligeramente. Lo que indica que las cervezas madurada en barrica de madera de roble y eucalipto obtuvieron cambios significativos en sus características sensoriales.

9.1.2. Resultados del segundo panel de evaluación sensorial del test de respuesta subjetiva, de preferencia, de escala Hedónica

En el segundo panel de evaluación sensorial, se tomaron nuevamente de manera individual a los 15 panelistas de laboratorio en donde evaluaron los atributos de color, olor, y sabor en tres muestras de cerveza artesanal (cerveza tipo lager estándar, cerveza tipo lager madurada en barrica de roble y cerveza tipo lager madurada en barrica de eucalipto) las cuales tuvieron un tiempo de 60 días de maduración en las barricas de madera de roble y eucalipto. A continuación, se presenta la tabla para el análisis estadístico de las evaluaciones sensoriales donde se calculó: “el factor calculado” y “el factor tabulado” con la finalidad de determinar al igual que en el primer panel de evaluación sensorial, si existió diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos planteados para las tres formulaciones, tal como se muestra a continuación:

Tabla 7. *Análisis estadístico obtenido de las características sensoriales del segundo panel realizado.*

Aspecto sensorial	Factor calculado	Factor tabulado	Conclusión
Color	0.753	2.063	Ya que $f_c < f_t$, no existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras
Olor	1.004	2.063	
Sabor	1.466	2.063	

Fuente: elaboración propia (2019).

Los resultados obtenidos que se presentan en la tabla 7 para los atributos evaluados (color, olor y sabor) por el segundo panel de evaluación sensorial se obtiene que “f calculado” no es mayor en ninguno de los atributos mencionados, dando a conocer que no existió diferencia estadísticamente.

Tabla 8. Promedio de las características sensoriales en el segundo panel realizado.

Atributo	502	378	425
Color	80	86	89
Olor	87	86	85
Sabor	78	87	89
Sumatoria	245	259	263
Promedio	5.44=5	5.75=6	5.84=6

Fuente: elaboración propia (2019).

Gráfica 2. Promedios obtenidos del segundo panel de evaluación sensorial.



Fuente: elaboración propia (2019).

Según resultados que se presentan en la tabla 8 y gráfica 2 para las muestras establecidas se observa que las muestras correspondientes a las cerveza tipo lager madurada en barrica de roble y cerveza tipo lager madurada en barrica de eucalipto con 60 días de maduración presentaron un promedio aproximado a 6 que según con la escala hedónica de siete puntos, califica a las muestras como: me gusta, mientras que el promedio de la cerveza tipo lager estándar obtuvo un promedio aproximado a 5 el cual, de acuerdo a la escala hedónica de siete puntos, corresponde a me gusta ligeramente. Lo que indica que para las cervezas madurada en barrica de roble y la

cerveza madurada en barrica obtuvieron cambios significativos en sus características sensoriales.

9.1.3. Comparativo de resultados entre el primer panel y el segundo panel de evaluación sensorial

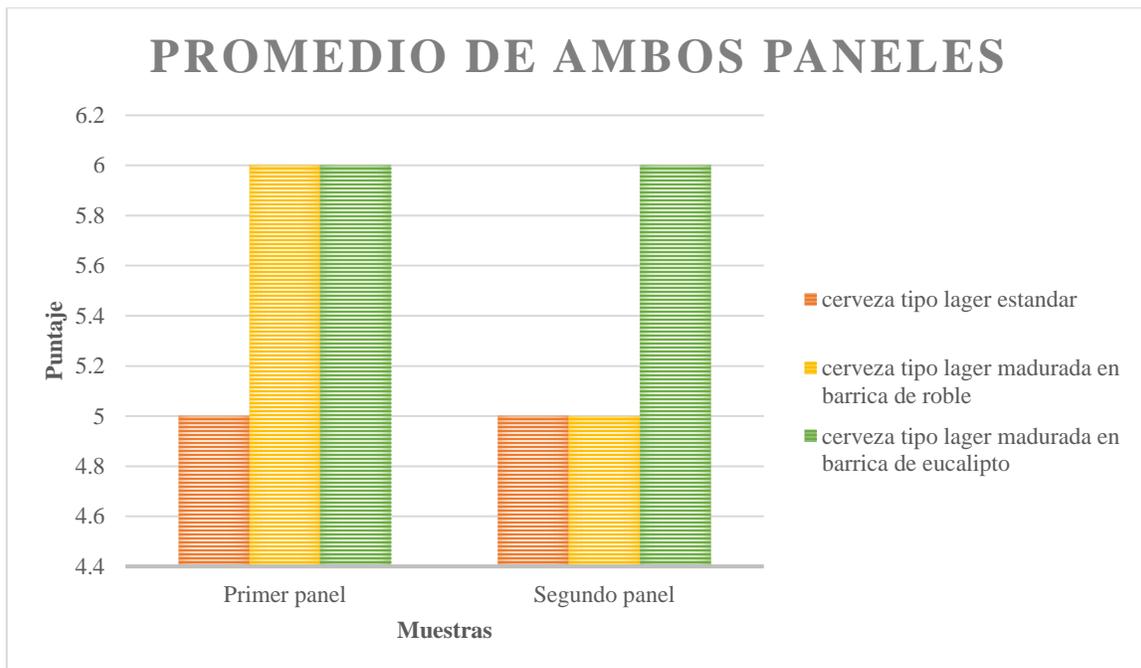
En la tabla 9 se muestra los comparativos obtenidos de las puntuaciones según los resultados del primer y segundo panel de evaluación sensorial para las puntuaciones de las características evaluadas (color, olor y sabor) respecto al tiempo de madurado en las barricas de madera. Las gráficas demuestran la diferencia obtenidas en cuanto a las puntuaciones de los atributos para cada característica.

Tabla 9. Promedio de los dos paneles realizados para el atributo de color.

Atributo color				
No. Fórmula	Promedio primer panel	Categoría	Promedio segundo panel	Categoría
502	5.46 = 5	Me gusta ligeramente	5.33 = 5	Me Gusta ligeramente
378	5.8 = 6	Me gusta	5.46 = 5	Me gusta ligeramente
425	6.13 = 6	Me gusta	5.86 = 6	Me gusta

Fuente: elaboración propia (2019).

Gráfica 3. Promedios de los dos paneles realizados para el atributo de color.



Fuente: elaboración propia (2019).

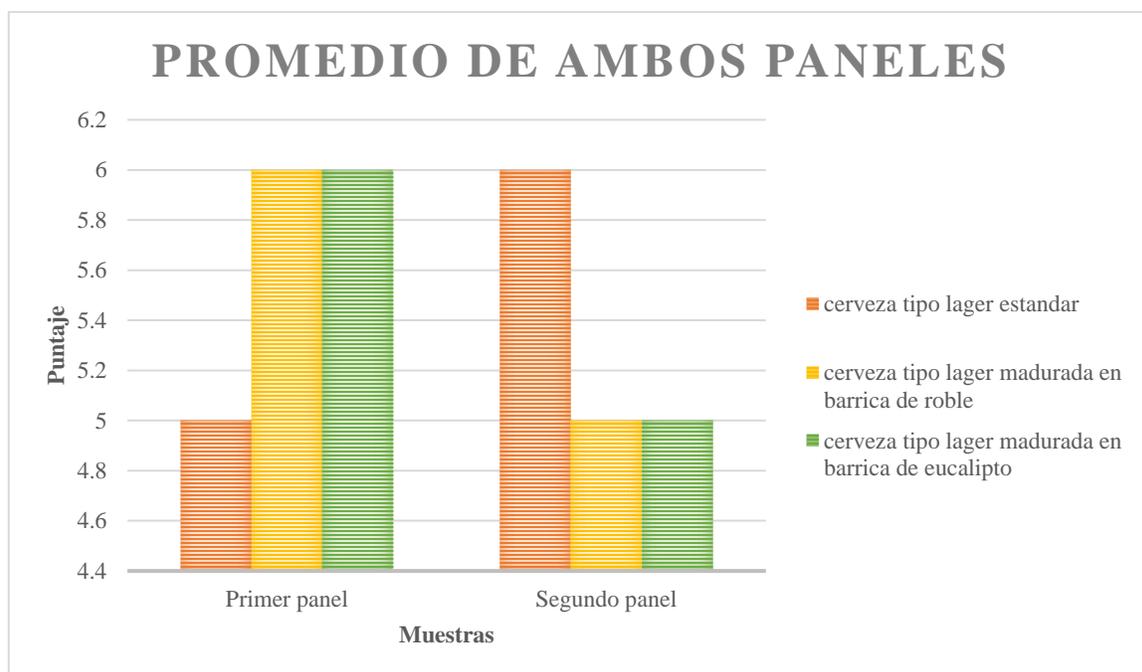
De acuerdo a los resultados planteados en la tabla 9 y gráfica 3 se observa que la puntuación para el atributo (color) de las cervezas tipo lager madurada en barrica de roble y cerveza tipo lager madurada en barrica de eucalipto, fueron las más relevantes en el primer panel sensorial. Sin embargo, para el segundo panel se demostró una mejora sensorial para la formulación cerveza tipo lager madurada en barrica de eucalipto.

Tabla 10. Promedios de los dos paneles sensoriales realizado para el atributo de olor.

Atributo olor				
No. Fórmula	Promedio primer panel	Categoría	Promedio segundo panel	Categoría
502	5.46 = 5	Me gusta ligeramente	5.8 = 5	Me Gusta
378	5.73 = 6	Me gusta	5.46 = 5	Me gusta ligeramente
425	5.6 = 6	Me gusta	5.33 = 5	Me gusta

Fuente: elaboración propia (2019).

Gráfica 4. Promedio de los dos paneles sensoriales para el atributo olor.



Fuente: elaboración propia (2019).

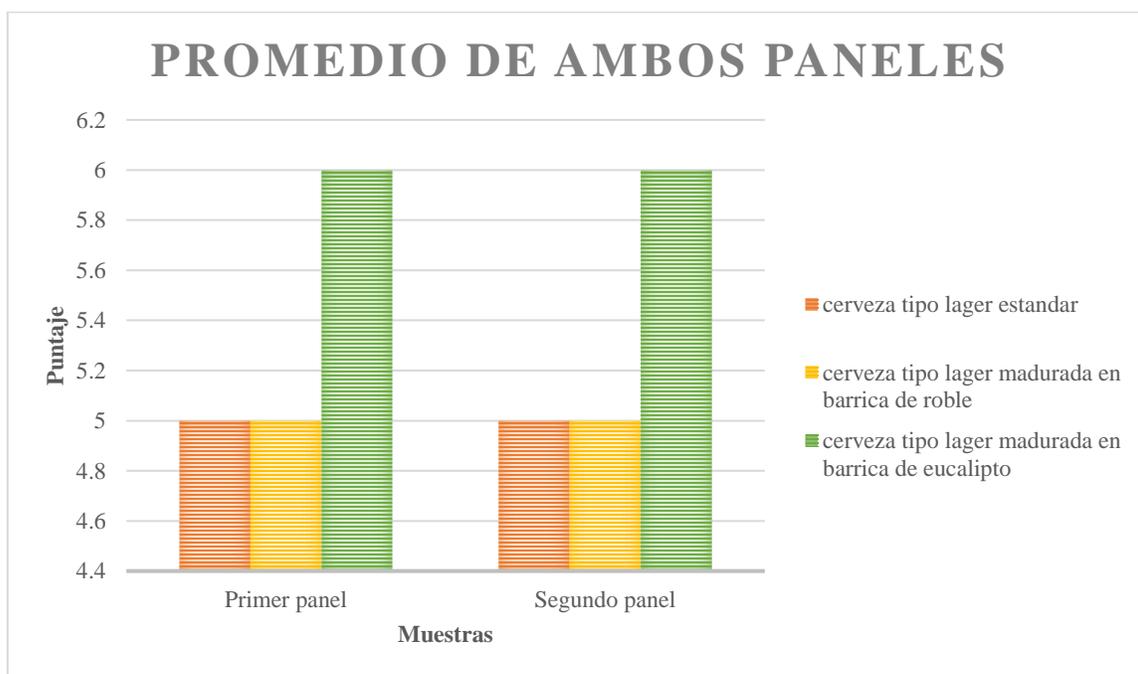
De acuerdo a los resultados planteados en la tabla 10 y gráfica 4 se observa que la puntuación para el atributo (olor) de las cervezas tipo lager madurada en barrica de roble y cerveza tipo lager madurada en barrica de eucalipto fueron las más relevantes en el primer panel sensorial. Sin embargo, para el segundo panel se demostró una mejora sensorial para la cerveza tipo lager madurada en barrica de eucalipto.

Tabla 11. Promedio de los paneles sensoriales para el atributo de sabor.

Atributo sabor				
No. Fórmula	Promedio primer panel	Categoría	Promedio segundo panel	Categoría
502	5.33 = 5	Me gusta ligeramente	5.2 = 5	Me Gusta ligeramente
378	5.46 = 5	Me gusta	5.33 = 5	Me gusta ligeramente
425	5.6 = 6	Me gusta	5.73 = 6	Me gusta

Fuente: elaboración propia (2019).

Gráfica 5. Promedio de los dos paneles sensoriales para el atributo sabor.



Fuente: elaboración propia (2019).

De acuerdo a los resultados planteados en la tabla 11 y gráfica 5 se observa que la puntuación para el atributo (sabor) de la cerveza tipo lager madurada en barrica de eucalipto fue la más relevante en el primer panel sensorial y en el segundo panel se demostró de la misma manera.

9.1.4. Resultado para método de Test de Respuesta objetiva, test de diferencia, de comparación pareada

Para la evaluación sensorial del Test de Respuesta objetiva, test de diferencia, de comparación pareada. Se tomaron de manera individual a 15 panelistas de laboratorio para ambas repeticiones en donde se compararon los atributos de color, olor, y sabor entre una muestra estándar con la muestra No. 1 (madera de roble) y la muestra estándar con la muestra No. 2 (madera de eucalipto) donde los datos obtenidos de los resultados de las boletas de evaluación sensorial fueron evaluados por medio de un análisis T de grupos de igual tamaño el cual se describe de la siguiente manera.

9.1.5. Resultado del primer panel de evaluación sensorial

Según datos tabulados en apéndice No 9 pag. 77 no existe diferencia estadística entre tratamientos pue t_c es menor que t_t . Por tanto, las dos muestras de cerveza presentan similitud en aceptabilidad en el primer panel de evaluación sensorial.

9.1.6. Comparación de promedios para el par 1 evaluado

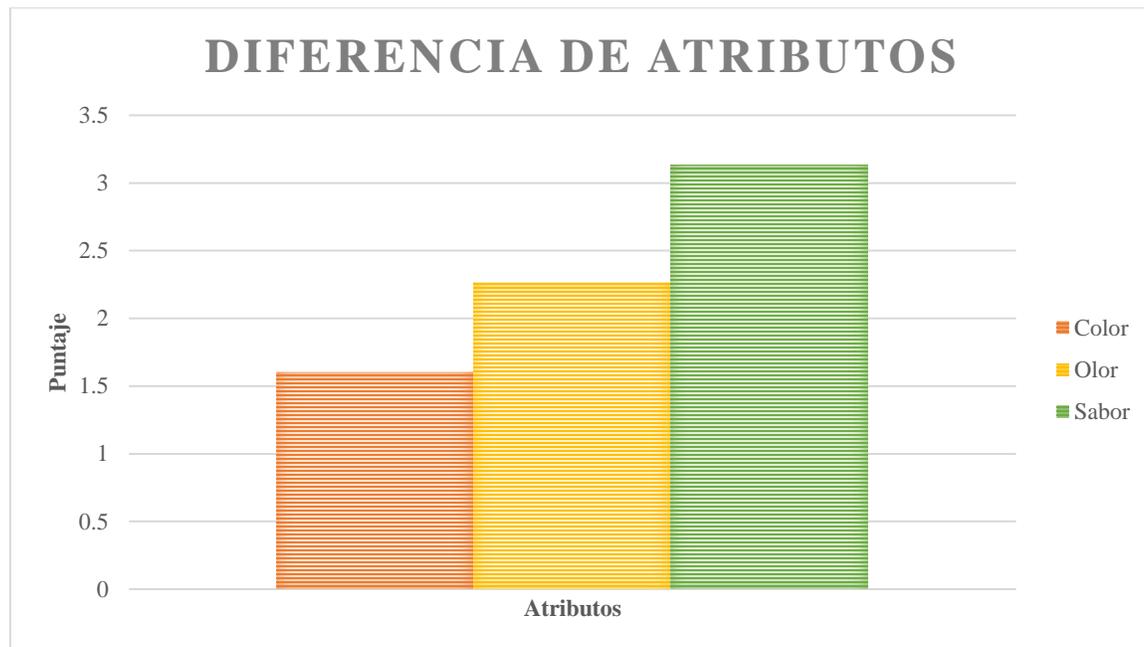
En la siguiente tabla 12 se observan los valores calificados para el primer par evaluado el cual es la muestra de cerveza artesanal tipo lager estándar contra la muestra de cerveza artesanal madurada en barrica de madera de roble.

Tabla 12. *Promedio del par uno.*

	Color	Olor	Sabor
1	2	3	4
2	3	2	2
3	1	3	2
4	1	1	4
5	2	3	4
6	2	3	3
7	1	2	3
8	1	1	4
9	2	3	2
10	3	2	2
11	3	1	3
12	0	2	3
13	0	2	4
14	1	3	4
15	2	3	3
Promedio	1.6	2.26	3.13

Fuente: elaboración propia (2019).

Gráfica 6. *Diferencia de atributos.*



Fuente: elaboración propia (2019).

De acuerdo a los resultados planteados en la tabla 12 y gráfica 6 se observan que la puntuación de diferencia para los atributos de color olor y sabor. Que, según la ponderación del test de respuesta objetiva, test de diferencia, de comparación pareada para cada atributo son:

Tabla 13. *Ponderación del test de respuesta objetiva, test de diferencia, de comparación pareada.*

No. Fórmula	Promedio color	Promedio olor	Promedio sabor
Estándar vs Roble	1.6 = 2	2.6 = 3	3.13 = 3
Categoría	Diferencia pequeña	Diferencia moderada	Diferencia moderada

Fuente: elaboración propia (2019).

De acuerdo a los resultados planteados en la tabla 13 se observa que la puntuación para la diferencia entre la estándar contra la cerveza madurada en barrica de madera de roble en los aspectos de color, olor y sabor. El color da un resultado de 2 que, dentro de la escala del Test de Respuesta objetiva, test de diferencia, de comparación pareada. La puntuación equivale a una diferencia pequeña entre ambas. El olor dio como resultado 3 el cual equivale a una diferencia moderada y por último el sabor, el cual dio un resultado de 3 que equivale de igual manera una

diferencia moderada, concluyendo así que existe una diferencia sensorialmente entre las muestras.

9.1.7. Comparación de promedios para el par dos evaluado

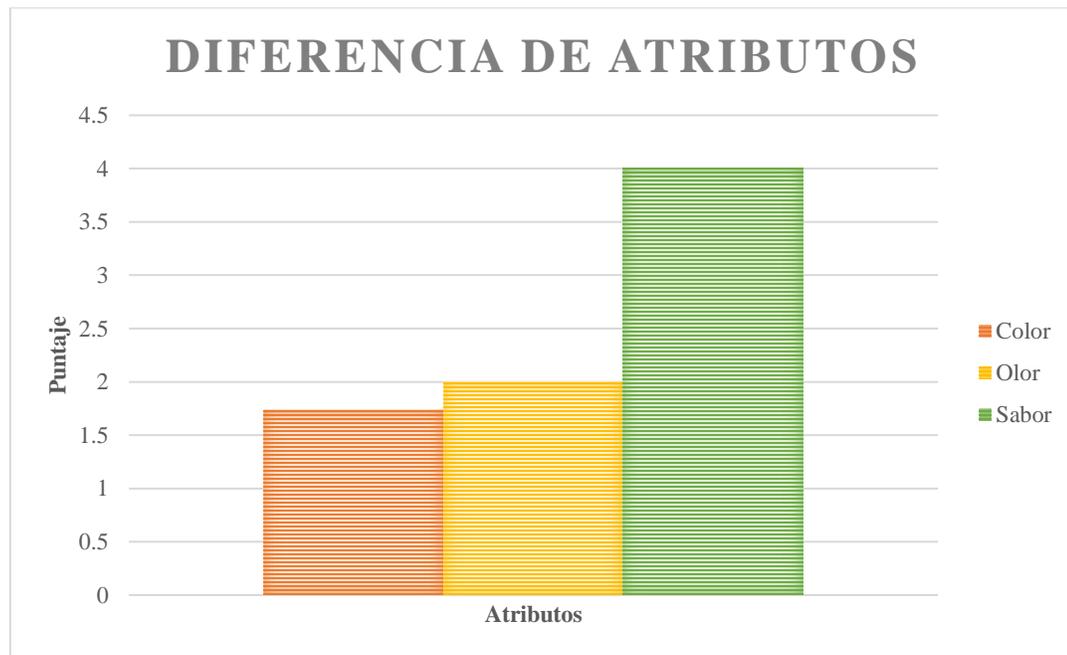
En la siguiente tabla 14 se observan los valores calificados para el primer par evaluado, el cual es la muestra de cerveza lager estándar contra la muestra de cerveza madurada en barrica de madera de eucalipto.

Tabla 14. Promedios para el par dos evaluado.

	color	Olor	Sabor
1	1	1	4
2	1	2	4
3	3	1	3
4	1	1	4
5	2	2	5
6	1	1	4
7	3	2	4
8	1	1	4
9	1	1	1
10	1	2	3
11	2	3	5
12	3	4	5
13	2	2	4
14	2	3	5
15	2	4	5
Promedio	1.733	2	4

Fuente: elaboración propia (2019).

Gráfica 7. Diferencia de atributos.



Fuente: elaboración propia (2019).

De acuerdo a los resultados planteados en la tabla 14 y gráfica 7 se observa que la puntuación de diferencias para los atributos de color, olor y sabor. La ponderación del test de respuesta objetiva, test de diferencia, de comparación pareada para cada atributo es:

Tabla 15. Ponderación del test de respuesta objetiva, test de diferencia, de comparación pareada.

No. Fórmula	Promedio color	Promedio olor	Promedio sabor
Estándar vs Eucalipto Categoría	1.733 = 2	2	4
	Diferencia pequeña	Diferencia moderada	Gran diferencia

Fuente: elaboración propia (2019).

De acuerdo a los resultados planteados en la tabla 15 se observa que la puntuación para la diferencia entre la muestra estándar contra la muestra de cerveza madurada en barrica de eucalipto en los aspectos de color, olor y sabor. El color da un resultado de 2 el cual, dentro de la escala del Test de Respuesta objetiva, test de diferencia, de comparación pareada. La puntuación equivale a una diferencia pequeña entre ambas muestras, el olor dio como resultado

2 el cual equivale a una diferencia moderada y por último el sabor el cual dio un resultado de 4 que equivale a una gran diferencia, concluyendo así que existe una diferencia sensorialmente entre las muestras.

9.1.8. Resultado del segundo panel de evaluación sensorial

Según datos tabulados en apéndice No. 10 pag. 78 no existe diferencia estadística entre tratamientos que t_c es menor que t_t . Por tanto, las dos muestras de cerveza presentan similitud en aceptabilidad en el primer panel de evaluación sensorial.

9.1.9. Comparación de promedios para el par uno evaluado

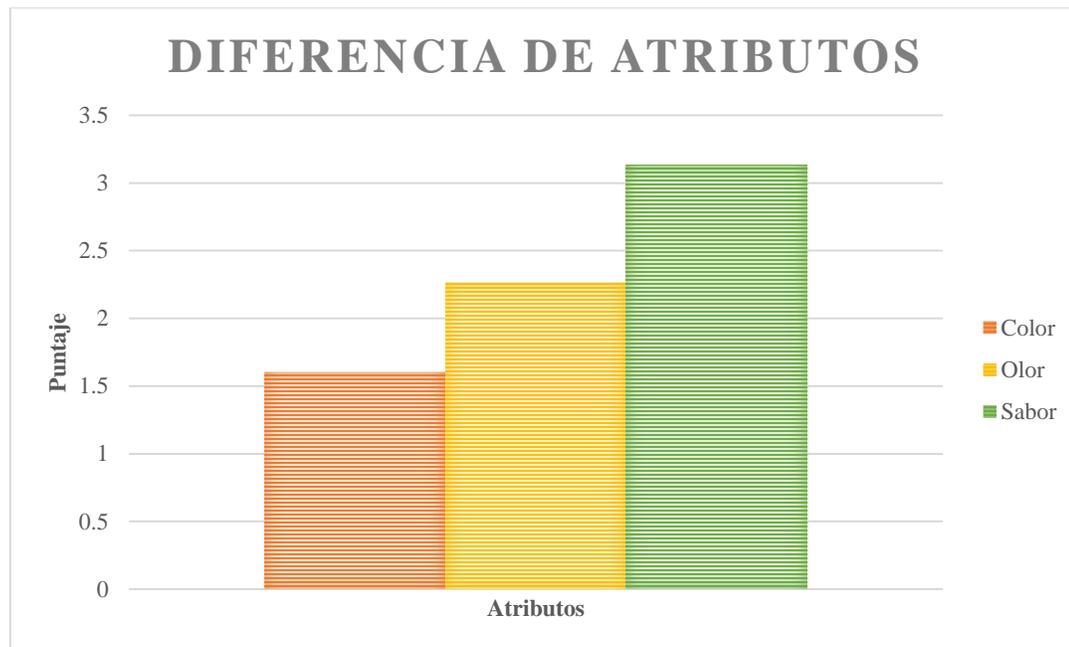
En la siguiente tabla 16 se observa los valores calificados para el primer par evaluado el cual es la muestra de cerveza lager estándar contra la muestra de cerveza madurada en barrica de madera de roble.

Tabla 16. *Promedio para el par uno.*

	color	olor	sabor
1	2	2	3
2	4	2	2
3	2	1	3
4	2	1	3
5	3	2	3
6	3	4	3
7	3	1	2
8	3	1	2
9	3	2	3
10	3	3	2
11	1	3	4
12	3	3	2
13	2	2	4
14	3	3	2
15	4	3	3
Promedio	2.73	2.2	2.73

Fuente: elaboración propia (2019).

Gráfica 8. *Diferencia de atributos.*



Fuente: elaboración propia (2019).

De acuerdo a los resultados planteados en la tabla 16 y grafica ocho se observa que la puntuación de diferencia para los atributos de color, olor y sabor. Según la ponderación del test de respuesta objetiva, test de diferencia, de comparación pareada para cada atributo son:

Tabla 17. *Ponderación del test de respuesta objetiva, test de diferencia, de comparación pareada.*

No. Fórmula	Promedio color	Promedio olor	Promedio sabor
Estándar vs Roble	2.73 = 3	2.2 = 2	2.73 = 3
Categoría	Diferencia moderada	Diferencia pequeña	Diferencia moderada

Fuente: elaboración propia (2019).

De acuerdo a los resultados planteados en la tabla 17, se observa que la puntuación para la diferencia entre la estándar contra la muestra uno en los aspectos de color, olor y sabor. El color da como resultado tres el cual, dentro de la escala del Test de Respuesta objetiva, test de diferencia, de comparación pareada. La puntuación equivale a una diferencia moderada entre ambas, el olor dio como resultado dos el cual equivale a una diferencia pequeña y por último el

sabor el cual dio un resultado de tres que equivale de igual manera una diferencia moderada, concluyendo así que existe una diferencia sensorialmente entre las muestras.

9.1.10. Comparación de promedios para el par dos evaluado

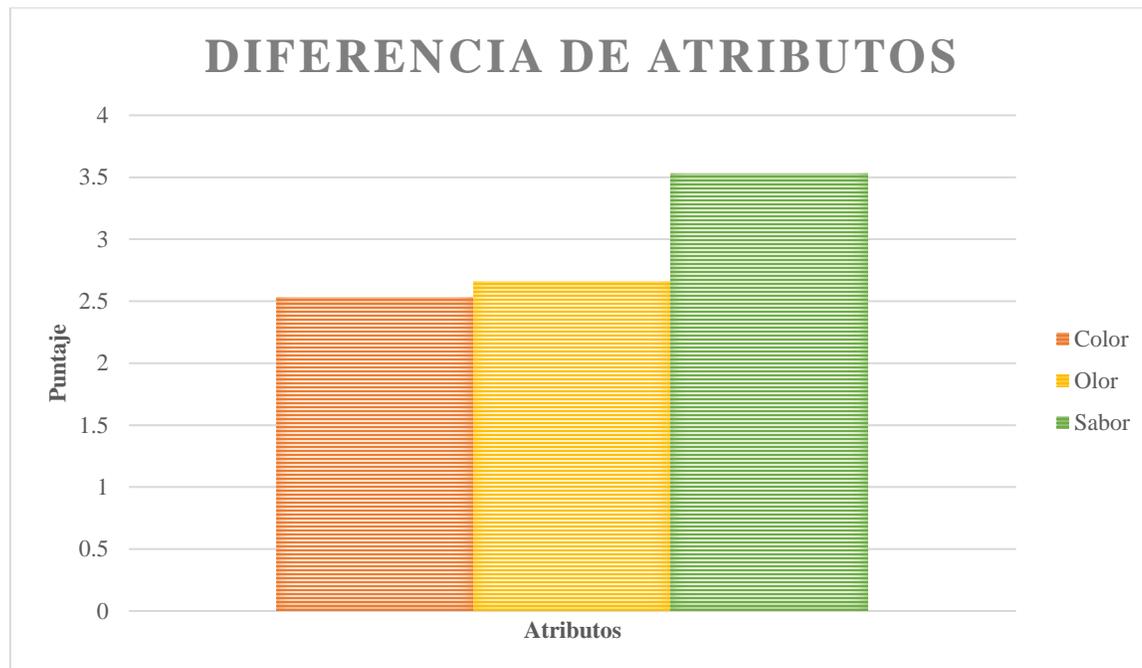
En la siguiente tabla 18 se observa los valores calificados para el primer par evaluado el cual es la muestra de cerveza lager estándar contra la muestra de cerveza madurada en barrica de madera de eucalipto.

Tabla 18. *Promedios para el par dos.*

	color	olor	Sabor
1	2	3	3
2	3	2	3
3	2	2	3
4	4	3	4
5	2	2	4
6	3	3	4
7	2	2	3
8	2	4	3
9	2	3	4
10	3	3	3
11	2	2	2
12	3	2	4
13	3	2	4
14	2	2	4
15	3	5	5
Promedio	2.53	2.66	3.53

Fuente: elaboración propia (2019).

Gráfica 9. *Diferencia de atributos.*



Fuente: elaboración propia (2019).

De acuerdo a los resultados planteados en la tabla 18 y gráfica nueve se observa que la puntuación de diferencia para los atributos de color, olor y sabor. Según la ponderación del test de respuesta objetiva, test de diferencia, de comparación pareada para cada atributo es:

Tabla 19. *Ponderación del test de respuesta objetiva, test de diferencia, de comparación pareada.*

No. Fórmula	Promedio color	Promedio olor	Promedio sabor
Estándar vs Eucalipto Categoría	2.53 = 3 Diferencia moderada	2.66 = 3 Diferencia moderada	3.53 = 4 Gran diferencia

Fuente: elaboración propia 2019.

De acuerdo a los resultados planteados en la tabla 19 se observa que la puntuación para la diferencia entre la estándar contra la muestra dos en los aspectos de color, olor y sabor. El color da un resultado de tres el cual, dentro de la escala del Test de Respuesta objetiva, test de diferencia, de comparación pareada. La puntuación equivale a una diferencia moderada entre ambas, el olor dio como resultado tres el cual equivale a una diferencia moderada y por último

el sabor el cual dio un resultado de cuatro que equivale a una gran diferencia, concluyendo así que existe una diferencia sensorialmente entre las muestras.

10. Conclusiones

1. Se rechaza la hipótesis establecida ya que, las barricas de madera de eucalipto y roble blanco sí aportaron cambios en las características sensoriales a una cerveza artesanal tipo lager.
2. Se compararon las características sensoriales (color, olor, y sabor) que proporcionaron las barricas de madera en las cervezas artesanales con la cerveza artesanal lager estándar, por medio de un Test de Respuesta objetiva, test de diferencia, de comparación pareada, dando como resultado que, en el promedio de resultados obtenidos, existe diferencia entre sus aspectos sensoriales.
3. Se elaboraron dos tipos de cerveza artesanal tipo lager madurada en barricas de madera de eucalipto y roble blanco para comparar sus aspectos sensoriales proporcionados por las barricas de madera con una cerveza artesanal lager estándar.
4. Se logró evaluar el tiempo necesario de maduración con respecto a las variaciones de las características sensoriales determinando que existen variaciones desde los primeros treinta días de madurado en las barricas de madera, mejorando las mismas conforme el tiempo pasa.

11. Recomendaciones

1. Realizar un análisis físico químico en las cervezas maduras en las barricas de madera para determinar qué componentes fueron transferidas a la cerveza artesanal durante el proceso.
2. Realizar evaluaciones sensoriales de tipo descriptivo para establecer las diferencias sensoriales entre las cervezas artesanales estándar con las maduras en barricas de madera.
3. Elaborar un tipo de cerveza artesanal de categoría “ale” y someterla a proceso de maduración en barricas de madera estudiado en esta investigación para observar cambios en sus aspectos sensoriales.

12. Referencias

- Caballero, C. (5 de mayo de 2019). *Cerveza artesanal*. Obtenido de <https://cervezaartesana.info/curiosidades/que-es-el-lupulo/>
- Carvajal Martínez, L. D., & Insuasti Andrade, M. A. (2017). *Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada y yuca*. Ibarra – Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Casa Saboya. (septiembre de 2005). *Cervecería nacional*. Obtenido de Skyscraper city: <https://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=913868>
- Cerveceros Caseros Españoles (ACCE). (25 de mayo de 2018). *Guía para el uso de barricas de madera en cerveza*. Obtenido de The beer times: <https://www.thebeertimes.com/guia-uso-barricas-madera-cerveza/>
- Cerveceros Caseros Españoles (ACCE). (2 de mayo de 2019). *Guía para el uso de barricas de madera en cerveza*. Obtenido de The beer times: <https://www.thebeertimes.com/guia-uso-barricas-madera-cerveza/>
- Cerveza Artesana Homebrew S.L. (9 de mayo de 2018). *Manual para elaborar cerveza en casa a nivel "todo grano" (all-grain)*. Obtenido de Cerveza artesana: <https://www.cervezartesana.es/blog/post/como-elaborar-cerveza-en-casa.html>
- Cerveza Artesana Homebrew S.L. (2 de febrero de 2019). *La guía definitiva de la malta*. Obtenido de Cerveza Artesana: <https://www.cervezartesana.es/blog/post/la-guia-definitiva-de-la-malta.html>
- Domínguez, M. R. (5 de julio de 2018). *Guía para la evaluación sensorial de alimentos*. Obtenido de slideshare: <https://es.slideshare.net/evytaguevara/gua-para-la-evaluacion-sensorial-de-alimentos>
- Fundación para la Cultura y el Desarrollo Asociación de Amigos del País. (2019). Diccionario Histórico Bibliográfico de Guatemala. En *Diccionario Histórico Bibliográfico de Guatemala* (pág. 254). Guatemala. Obtenido de <http://www.fundacionhcg.org/libros/dhbg/#p=273>
- García, D. Y. (11 de noviembre de 2018). *Maduración de la Cerveza*. Obtenido de mailxmail: <http://www.mailxmail.com/curso-elaboracion-produccion-cerveza/maduracion-cerveza>

- Girón, E. (26 de junio de 2017). *Cerveza artesanal chapina, una aventura para el paladar*. Obtenido de <https://www.relato.gt/historia-del-dia/cervezaartesanalchapinaunaaventuraparaelpaladar>
- J. García Carrión, S.A. (7 de noviembre de 2018). *¿Qué es la fermentación alcohólica?* Obtenido de García Carrion: <http://www.garciacarrion.es/es/vinos-garcia-carrion/pregunta-al-enologo/que-es-la-fermentacion-alcoholica>
- Mackaytepper, C. (25 de enero de 2018). *Barricas de roble*. Obtenido de <http://christian.mackaytepper.cl/barricas-de-roble-composicion-y-propiedades/>
- Mendiburu, F. (22 de julio de 2019). *Diseño de bloques completos al azar: DBCA*. Obtenido de amolina: <https://tarwi.lamolina.edu.pe/~fmendiburu/index-filer/academic/metodos1/Bloques.pdf>
- Minitab, LLC. All rights Reserved. (22 de julio de 2019). *¿Qué es ANOVA?* Obtenido de Minitab: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/supporting-topics/basics/what-is-anova/>
- Penna, E. W. (27 de febrero de 2019). *Evaluacion sensorial*. Obtenido de Elizaconalep: <https://elizaconalep.wordpress.com/evaluacion-sensorial/>
- Urrutia, C. (15 de diciembre de 2017). *Historia Guatemala de Ayer*. Obtenido de <https://www.facebook.com/guatemaladeayer/posts/865738576854802>
- Vegaffinity. (25 de febrero de 2019). *Malta de cebada: Beneficios e Información Nutricional*. Obtenido de Vegaffinity: <https://www.vegaffinity.com/alimento/malta-de-cebada-beneficios-informacion-nutricional--f1821>
- Vino Premier. (27 de diciembre de 2017). *Diferencias entre una cerveza artesanal e industrial*. Obtenido de Vino premier: <https://devinosconcarla.vinopremier.com/diferencias-entre-una-cerveza-artesanal-e-industrial/>

Vo. Bo. 

Licda. Ana Teresa Cap Yes de González

Bibliotecaria CUNSUROC



13. Apéndice

Apéndice No. 1

BOLETA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE CERVEZA ARTESANAL TIPO LAGER

Nombre: _____ Fecha _____ No. De boleta _____

Método: escala hedónica. Producto: cerveza artesanal tipo lager. Hora: _____

Instrucciones: a continuación, se le presentan tres muestras de cerveza las cuales debe evaluar y calificar de acuerdo a su percepción, marcándola con una “X”. Debe beber agua previa a degustar alguna muestra.

Olor			
Escala	Valor		
Código	502	378	425
Me gusta mucho			
me gusta			
Me gusta ligeramente			
Indiferente			
Me disgusta ligeramente			
Me disgusta			
Me disgusta mucho			

Comentarios:

Sabor			
Escala	Valor		
Código	502	378	425
Me gusta mucho			
me gusta			
Me gusta ligeramente			
Indiferente			
Me disgusta ligeramente			
Me disgusta			
Me disgusta mucho			

Comentarios:

Color			
Escala	Valor		
Código	502	378	425
Me gusta mucho			
me gusta			
Me gusta ligeramente			
Indiferente			
Me disgusta ligeramente			
Me disgusta			
Me disgusta mucho			

Comentarios:

GRACIAS

Apéndice No. 2

BOLETA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE CERVEZA ARTESANAL TIPO LAGER

Nombre: _____ Fecha _____ No. De boleta _____

Método: pareado. Producto: cerveza artesanal tipo lager. Hora: _____

Instrucciones: deguste cada par de muestras e indicar si hay diferencia entre las muestras correspondiente al color, olor y sabor dando la valoración que corresponda.

Valor.	Par 1 estándar – muestra 1	Par 2 estándar – muestra 2
No hay diferencia	= 0	0
Diferencia muy pequeña	= 1	1
Diferencia pequeña	= 2	2
Diferencia moderada	= 3	3
Gran diferencia	= 4	4
Extremadamente diferentes	= 5	5
La diferencia se base en:		
Color	-	-
Olor	-	-
Sabor	-	-

Comentarios: _____

GRACIAS

Apéndice No. 3

Resultado del primer panel de evaluación sensorial (atributo olor)

Atributo: olor			
Bloques / panelistas	502	378	425
No. 01	6	7	5
No. 02	5	6	4
No. 03	5	7	7
No. 04	5	6	6
No. 05	5	7	6
No. 06	3	6	7
No. 07	7	4	4
No. 08	6	6	6
No. 09	7	4	6
No. 10	6	5	6
No. 11	6	6	6
No. 12	7	4	3
No. 13	4	5	6
No. 14	5	6	6
No. 15	5	7	6

Análisis de varianza

Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
10.13333333	14	0.723809524	0.481012658	0.924506418	2.063540829
0.533333333	2	0.266666667	0.17721519	0.838531651	3.340385558
42.13333333	28	1.504761905			
52.8	44				

Fuente: elaboración propia 2019.

Apéndice No. 4

Resultado del primer panel de evaluación sensorial (atributo sabor)

Atributo sabor			
Bloques / Panelistas	502	378	425
No. 01	7	7	5
No. 02	5	6	5
No. 03	4	5	6
No. 04	4	4	6
No. 05	6	7	4
No. 06	4	3	6
No. 07	6	5	6
No. 08	6	7	6
No. 09	4	5	6
No. 10	6	7	5
No. 11	6	4	5
No. 12	7	5	5
No. 13	5	5	7
No. 14	5	7	6
No. 15	5	5	6

Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	14.53333333	14	1.038095238	0.90456432	0.563935899	2.063540829
Columnas	0.53333333	2	0.266666667	0.23236515	0.794169886	3.340385558
Error	32.13333333	28	1.147619048			
Total	47.2	44				

Fuente: elaboración propia 2019.

Apéndice No. 5

Resultado del primer panel de evaluación sensorial (atributo color)

Atributo color			
Bloques / Panelistas	502	378	425
No. 01	5	6	7
No. 02	4	6	5
No. 03	4	5	7
No. 04	6	5	6
No. 05	5	6	7
No. 06	6	6	7
No. 07	7	5	6
No. 08	6	6	6
No. 09	6	7	5
No. 10	6	6	7
No. 11	6	6	7
No. 12	7	6	6
No. 13	6	6	7
No. 14	4	5	4
No. 15	4	6	5

Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	15.86666667	14	1.133333333	1.7629629	0.09806904	2.06354082
Columnas	3.333333333	2	1.666666666	2.5925925	0.09268148	3.34038555
Error	18	28	0.642857143			
Total	37.2	44				

Fuente: elaboración propia 2019.

Apéndice No. 6

Resultado del segundo panel de evaluación sensorial (atributo olor)

Bloques / Panelistas	Atributo olor		
	502	378	425
No. 01	7	5	5
No. 02	6	3	5
No. 03	4	5	6
No. 04	5	4	6
No. 05	6	7	6
No. 06	6	5	4
No. 07	6	7	4
No. 08	7	5	6
No. 09	4	5	5
No. 10	4	7	4
No. 11	6	7	7
No. 12	7	6	5
No. 13	6	6	5
No. 14	6	5	6
No. 15	7	5	6

Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	15.86666667	14	1.133333333	1.00421941	0.475764061	2.063540829
Columnas	1.733333333	2	0.866666667	0.76793249	0.473496445	3.340385558
Error	31.6	28	1.128571429			
Total	49.2	44				

Fuente: elaboración propia 2019.

Apéndice No. 7

Resultado del segundo panel de evaluación sensorial (atributo sabor)

Atributo sabor			
Bloques / Panelistas	502	378	425
No. 01	6	7	6
No. 02	5	3	6
No. 03	1	6	7
No. 04	5	5	6
No. 05	5	3	6
No. 06	6	6	7
No. 07	5	5	6
No. 08	7	5	6
No. 09	6	6	5
No. 10	6	7	5
No. 11	6	7	5
No. 12	6	7	5
No. 13	2	2	5
No. 14	6	7	6
No. 15	6	4	5

Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	34.97777778	14	2.498412698	1.46691519	0.188203738	2.063540829
Columnas	2.311111111	2	1.155555556	0.67847158	0.515538132	3.340385558
Error	47.68888889	28	1.703174603			
Total	84.97777778	44				

Fuente: elaboración propia 2019.

Apéndice No. 8

Resultado del segundo panel de evaluación sensorial (atributo color)

Bloques / Panelistas	Atributo color		
	502	378	425
No. 01	7	6	6
No. 02	6	4	5
No. 03	5	5	7
No. 04	4	6	7
No. 05	6	5	7
No. 06	6	5	6
No. 07	5	6	5
No. 08	7	5	6
No. 09	5	6	5
No. 10	6	6	4
No. 11	7	6	7
No. 12	5	7	6
No. 13	2	7	6
No. 14	4	5	5
No. 15	5	3	6

Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	14.44444444	14	1.031746032	0.75318656	0.706337698	2.063540829
Columnas	2.311111111	2	1.155555556	0.84356895	0.440814451	3.340385558
Error	38.35555556	28	1.36984127			
Total	55.11111111	44				

Fuente: elaboración propia 2019.

Apéndice No. 9

	Tratamientos			
	A	B	$(A - \bar{A})^2$	$(B - \bar{B})^2$
I (color)	22	26	152.02	160.52
II (olor)	34	30	0.11	75.16
III (Sabor)	47	60	160.52	456.26
	$\Sigma = 103$	$\Sigma = 116$	$\Sigma = 312.65$	$\Sigma = 691.94$

Fuente: elaboración propia 2019.

a) Media aritmética de cada grupo

$$\bar{A} = \frac{103}{3} = 34.33 \quad \bar{B} = \frac{116}{3} = 38.67$$

b) Desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{X})^2}{n}}$$

$$S_A = \sqrt{\frac{312.62}{3}} = 10.21 \quad S_B = \sqrt{\frac{691.94}{3}} = 15.17$$

c) Error estándar de cada \bar{X}

$$SE_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n-1}}$$

$$SE_{\bar{A}} = \frac{10.2}{\sqrt{2}} = 7.21 \quad SE_{\bar{B}} = \frac{15.17}{\sqrt{2}} = 10.72$$

d) Error estándar de la diferencia

$$SE_{dif} = \sqrt{((SE_{\bar{A}})^2 + (SE_{\bar{B}})^2)}$$

$$SE_{dif} = \sqrt{((7.24)^2 + (10.72)^2)} = 12.93$$

e) Encontrar "Tc"

$$tc = \frac{\bar{A} - \bar{B}}{SE_{dif}}$$

$$tc = \frac{34.33 - 38.67}{12.93} = -0.33$$

f) Encuentre "t tabulado" $tc = 4.30$

Apéndice No. 10

	Tratamiento		$(A - \bar{A})^2$	$(B - \bar{B})^2$
	A	B		
I (color)	39	26	7.1289	11.085
II (olor)	31	24	28.40	28.40
III (Sabor)	39	38	7.1289	75.1689
	$\Sigma = 109$	$\Sigma = 116$	$\Sigma = 42.6578$	$\Sigma = 112.5778$

Fuente: elaboración propia 2019.

- a) Media aritmética de cada grupo

$$\bar{A} = \frac{109}{3} = 36.33 \quad \bar{B} = \frac{88}{3} = 29.33$$

- b) Desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{X})^2}{n}}$$

$$S_A = \sqrt{\frac{42.6576}{3}} = 3.77$$

$$S_B = \sqrt{\frac{112.5778}{3}} = 6.1258$$

- c) Error estándar de cada \bar{X}

$$SE_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n-1}}$$

$$SE_{\bar{A}} = \frac{3.77}{\sqrt{2}} = 2.6657$$

$$SE_{\bar{B}} = \frac{6.1258}{\sqrt{2}} = 4.3315$$

- d) Error estándar de la diferencia

$$SE_{dif} = \sqrt{((SE_{\bar{A}})^2 + (SE_{\bar{B}})^2)}$$

$$SE_{dif} = \sqrt{((2.6657)^2 + (4.3315)^2)} = 5.086$$

- e) Encontrar "Tc"

$$tc = \frac{\bar{A} - \bar{B}}{SE_{dif}}$$

$$tc = \frac{2.6657 - 4.3315}{5.086} = -0.3275$$

- f) Encuentre "t tabulado"

$$tc = 4.30$$

14. Glosario

Acetaldehido: es producto del metabolismo de la levadura en una etapa intermedia de la producción etanol, pero puede producirse también por oxidación y/o contaminación bacteriana (Acetobacter o Zymomonas). Es detectable en aroma y sabor como a manzana verde, césped, vinagre y/o a sidra.

Acetobacter: son un tipo de bacterias capaces de transformar varios compuestos orgánicos, como el etanol, en ácido acético en presencia de oxígeno.

Ácidos Alfa: familia de resinas presentes en el lúpulo conocidas como humulonas que son responsables de su amargor y sus propiedades antibacterianas. Se miden a partir del porcentaje de su presencia en el lúpulo, lo que a su vez implicará mayor o menor amargor. Bajo: 2 a 4%, medio: 5 a 7%, alto: 8 a 14%. Estas resinas son luego transformadas por temperatura (isomerización) durante el proceso de ebullición del mosto.

Ácidos Beta: refieren principalmente a tres compuestos: la lupulona, la colupulona y la adlupulona, todas ellas resinas blandas del lúpulo con escaso poder de amargor, que sin embargo reaccionan fácilmente ante la presencia de oxígeno, oxidándose con facilidad y pudiendo llegar a proporcionar sabores no deseados en la cerveza.

Acondicionamiento: período de guarda con el que se produce la carbonatación natural debido a la segunda fermentación en botella y durante el cual la cerveza madura y clarifica.

Actividad Diastática: es la medida analítica del poder de la malta y otros granos en convertir el almidón en azúcar y es expresada en grados Lintner.

Adjuntos: fuente de extractos fermentables añadidos durante el proceso de elaboración de cerveza además del agua, malta, lúpulo y levadura. Usualmente se refieren a arroz y maíz, pero también pueden hacer referencia a frutas y azúcares.

Airlock: dispositivo que funciona como una “trampa de aire” utilizado para permitir la salida de los gases generados por la fermentación, al mismo tiempo que bloquea la entrada de aire para evitar contaminación del mosto.

Artesanal: todo aquel producto que es elaborado a través de técnicas tradicionales o manuales, sin que intervenga un proceso industrial.

Bractéolas: plantas herbáceas de la familia de las gramíneas.

Cata: la cata o degustación es la operación en que el olfato, la vista y el gusto aprecian las notas organolépticas y la calidad de la cerveza.

Densímetro: instrumento graduado que se utiliza para medir la densidad de un líquido sin necesidad de calcular previamente su masa y su volumen.

Gramíneas: Familia de plantas monocotiledóneas de tallo cilíndrico, nudoso y generalmente hueco, hojas alternas que abrazan el tallo, flores agrupadas en espigas o en panojas y grano seco cubierto por las escamas de la flor.

IBU (International Bitterness Unit): Unidad Internacional de Amargor. Es la medida utilizada usada para definir el amargor de una cerveza. Un IBU equivale a un miligramo de iso-alfa-ácidos disueltos en un litro de cerveza. Cuanto mayor es el valor, más amarga es la cerveza.

Lactobacillus: bacteria que convierte azúcar en ácido láctico. Generalmente se considera indeseado y un tipo de contaminación en la cerveza, pero también es utilizado de forma intencional para desarrollar sabores ácidos en ciertos estilos.

Lupulasos: estos *lupulasos*, o comúnmente, lefa, son los que aportan más elementos amargos que aromáticos.

Lupulina: gránulos de color amarillo que se encuentran en la flor.

Mirceno: es un monoterpeno acíclico comúnmente encontrado en la naturaleza (junto con otros terpenos) en el aceite esencial de limoncillo, lúpulo, mango, hierba luisa, tomillo, laurel y cannabis sativa.

Mosto: el mosto es el líquido resultante del proceso de maceración de los granos malteados y contiene los azúcares necesarios que serán fermentados posteriormente por las levaduras para transformarse en alcohol y CO₂. Su sabor es dulce ya que aún no se ha incorporado el lúpulo en el proceso de ebullición.

Oriunda: que procede de determinado lugar o familia



Mazatenango, Suchitepéquez, Febrero 2020

Ing. Víctor Nájera
Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos
CUNSUROC-USAC
Presente

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente, es para informarle que la comisión de trabajo de graduación ha recibido el informe revisado de los asesores nombrados y las correcciones correspondientes de la terna evaluadora de la evaluación de seminario II, del Trabajo de Graduación titulado: "Comparación de las características sensoriales de una cerveza artesanal tipo lager madurada en barricas de madera de eucalipto (*Eucalyptus*) y roble blanco (*Quercus alba*) con una cerveza artesanal tipo lager estándar". del estudiante: José Carlos Muñoz San Juan identificada con número de carné: 201145485.

El documento antes mencionado presenta los requisitos establecidos de redacción y corrección, para que proceda con los trámites correspondientes.

Deferentemente.

Ing. Marvin Manolo Sánchez López

Secretario

Comisión de trabajo de graduación



Mazatenango, Suchitepéquez, febrero 2020



Señores:

Comisión de trabajo de graduación
Carrera de Ingeniería en Alimentos
CUNSUROC-USAC

Estimados señores:

Atentamente tenemos el gusto de dirigirnos a ustedes deseándoles toda clase de éxitos en sus actividades.

El motivo de la presente es para indicarles que hemos tenido a bien orientar como asesores del punto de trabajo de graduación del estudiante T.U. José Carlos Muñoz San Juan, carné: 201145485, el cual lleva como título "Comparación de las características sensoriales de una cerveza artesanal tipo lager madurada en barricas de madera de eucalipto (*eucalyptus*) y roble blanco (*quercus alba*) con una cerveza artesanal tipo lager estándar". El cual consideramos llena todos los requisitos del reglamento de trabajo de graduación.

Sin otro particular nos suscribimos de ustedes, atentamente.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Aldo De León", is written over a circular stamp. The stamp is partially obscured by the signature and contains some illegible text and a small emblem.

Ing. Aldo De León Fernández

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Gladys Calderón", is written in a cursive style.

Q.B. Gladys Calderón Castilla

Mazatenango, Suchitepéquez, Febrero 2020



Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano
Director del Centro Universitario del Sur Occidente
CUNSUROC-USAC
Presente

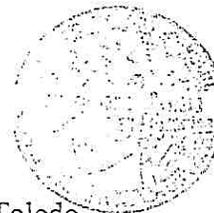
Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

De conformidad con el cumplimiento de mis funciones, como Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario del Suroccidente-CUNSUROC-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-, he tenido a bien revisar el informe de trabajo de graduación titulado: “Comparación de las características sensoriales de una cerveza artesanal tipo lager madurada en barricas de madera de eucalipto (*Eucalyptus*) y roble blanco (*Quercus alba*) con una cerveza artesanal tipo lager estándar”. El cual ha sido presentado por el estudiante: José Carlos Muñoz San Juan quien se identifica con número de carné: 201145485.

El documento antes mencionado llena los requisitos necesarios para optar al título de Ingeniera en Alimentos. En el grado académico de licenciado, por lo que solicito la autorización del imprimase.

Deferentemente.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "V. Nájera Toledo", written over a vertical line.



Ing. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador
Carrera de Ingeniería en Alimentos



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-04-2020

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, veintisiete de febrero de dos mil veinte_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO LAGER MADURADA EN BARRICAS DE MADERA DE EUCALIPTO (*Eucalyptus* sp.) Y ROBLE BLANCO (*Quercus alba*) CON UNA CERVEZA ARTESANAL TIPO LAGER ESTÁNDAR", del estudiante: TPA. José Carlos Muñoz San Juan, carné 201145485. CUI: 2093 39497 1003 de la carrera Ingeniería en Alimentos.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Guillermo Vinicio Tello Cano".

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano
Director



/gris