



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

**PROCESO PRODUCTIVO PARA LA ELABORACIÓN DE
CERVEZA ARTESANAL TIPO ALE**

**Trabajo de grado previo a la obtención del título de
Ingeniero en Alimentos**

Autor

Miguel Leonardo Zúñiga Orellana

Director

Fausto Tobías Parra Parra

Cuenca Ecuador

2013

DEDICATORIA

Este presente trabajo está dedicado en primer lugar a Dios por brindarme la vida, salud y sobre todo a mis padres a quienes les debo todo lo que soy y lo que quiero ser; gracias a su confianza, interés y sobre todo su infinito amor, me ayudaron a querer ser el mejor y poder ser digno de su orgullo. Les dedico también a mis hermanas que a todo lo largo de mis estudios siempre estuvieron a mi lado y me ayudaron cada vez que lo necesitaba.

Gracias mi querida familia, son los más valioso que tengo en mi vida, les adoro.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y a la familia que tengo a mi lado.

A mis padres que me apoyaron incondicionalmente en todo lo largo de mi vida y sobre todo la ayuda que me brindaron para lograr alcanzar una parte importante de mi sueño.

Agradezco también a mis tías, tíos y primos quienes con su preocupación me impulsaron a seguir adelante y cumplir con mis metas planteadas.

A mis amigos quienes siempre estuvieron conmigo, en las buenas malas y peores, gracias amigos, son los hermanos que nunca tuve.

A mis profesores por contribuir fuertemente en mi educación y no solo en lo profesional sino también en mi educación personal.

Al Doctor Federico Tapia que por su colaboración desinteresada me ayudo en la realización de este trabajo.

También quiero agradecer a la Universidad por inspirarme a ser un buen profesional y sobre todo una buena persona, gracias a esta institución conocí a profesores que serán un ejemplo a seguir y también a mis compañeros con quienes pasamos momentos muy felices los cuales jamás olvidare.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
INTRODUCCIÓN	xi
PROBLEMATICA	xii

CAPÍTULO I: LA CERVEZA

1.1 Definición	1
1.2 La cerveza artesanal e industrial	1
1.3 Insumos para la elaboración de la cerveza	2
1.3.1 La Cebada	2
1.3.1.1 Cebada malteada	4
1.3.1.2 Maltas básicas	5
1.3.2 El lúpulo.....	7
1.3.3 La levadura cervecera	9
1.3.4 El agua para la elaboración de la cerveza	11

CAPÍTULO II: ACCIÓN MICROBIOLÓGICA

2.1 Fermentación alcohólica	12
2.2 Las enzimas	13
2.2.1 Enzimas para la industria cervecera.....	13
2.2.2 Propiedades de las enzimas y su aplicación	14

CAPÍTULO III: PROCESAMIENTO DE LA CERVEZA ARTESANAL TIPO ALE

3.1 Diagrama de flujo.....	15
3.2 Descripción del proceso productivo	16
3.2.1 Recepción de la materia prima	16
3.2.2 Molienda	16
3.2.3 Maceración	17
3.2.4 Filtración	18
3.2.5 Hervor	19
3.2.6 Enfriado	19
3.2.7 Fermentación.....	20
3.2.8 Maduración	21
3.2.9 Envasado	21

CAPÍTULO IV: APLICACIÓN PRÁCTICA

4.1 Generalidades	23
4.2 Materiales y Equipos	23
4.2.1 Equipos de laboratorio	23

4.2.2 Instrumentos	24
4.3.1 Insumos	24
4.3.2 Reactivos	25
4.4 Factores de estudio	25
4.5 Análisis de las características físico-químicas del producto final.....	27
4.5.1 Anhídrido Carbónico (CO ₂).....	27
4.5.2 Grado alcohólico	28
4.5.3 Acidez total	28
4.5.4 Densidad	29
4.5.5 Potencial Hidrógeno (pH)	30

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1 Análisis estadístico.....	31
5.1.1 Análisis de la variable CO ₂	31
5.1.2 Análisis de la variable grado alcohólico	33
5.1.3 Análisis de la variable acidez total	35
5.1.4 Variación del pH	36
5.1.5 Valoración final de cada uno de los tratamientos en los distintos análisis ..	37
5.1.6 Norma técnica ecuatoriana	37
5.2 Análisis de las características organolépticas	38
5.3 Valoración de las características más representativas de la cerveza.....	42
5.3.1 Valoración de las características del color.....	43
5.3.2 Valoración de las características de la espuma	43
5.3.3 Valoración de las características del olor a cerveza.....	44

5.3.4 Valoración de las características del sabor a cerveza	45
5.3.5 Valoración de las características del sabor amargo a cerveza	46
5.3.6 Valoración de las características de la presencia de gas	47
CONCLUSIONES	48
RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	50
BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA	51
ANEXOS	53
Anexo 1: Presentación de la ficha de catación	54
Anexo 2: Ficha de catación elaborada	56
Anexo 3: Norma técnica Ecuatoriana. La Cerveza NTE INEN 2 262:2003	57
Anexo 4: Norma técnica Ecuatoriana. Determinación del CO2 NTE INEN 2 324	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Planta de cebada <i>Hordeum vulgare</i>	2
Figura 2: Cebada malteada.....	4
Figura 3: Hoja de Lúpulo y Lúpulo en Pellets	7
Figura 4: Sobre de levadura para 20-30l de cerveza.	9
Figura 5: Recepción de materia prima	16
Figura 6: Molido de maltas.	17
Figura 7: Macerado	18
Figura 8: Primer filtrado	18
Figura 9: Hervor de los 4 experimentos.	19
Figura 10: Enfriado.	20
Figura 11: Fermentación de los 4 experimentos.	20
Figura12: Maduración luego de intercambio de envase	21
Figura 13: llenado y sellado de botella	22
Figura 14: Determinación de CO ₂	27
Figura 15,16,17: Eliminación de la espuma, destilado y medición del grado alcohólico.	28
Figura 18: Analizador enológico para el análisis de la acidez total	28
Figura 19: Balanza hidrostática para medición de la densidad	28
Figura 20: Potenciómetro digital para medición de pH.	30
Figura 21: Carbonatación (CO ₂). Cumplimiento de la norma técnica.....	33
Figura 22: Grado alcohólico. Cumplimiento de la norma técnica	34

Figura 23: Acidez total. Cumplimiento de la norma técnica	35
Figura 24: Potencial de Hidrógeno. Cumplimiento de la norma técnica	36
Figura 25: Porcentaje de cumplimiento de la norma técnica de cada uno de los tratamientos	38
Figura 26: Valoración del color negro de la cerveza	43
Figura 27: Valoración de la presencia de espuma en la cerveza.....	43
Figura 28: Valoración del olor a cerveza	44
Figura 29: Valoración del sabor a cerveza.....	45
Figura 30: Valoración del sabor a cerveza.....	46
Figura 31: Valoración de la presencia de gas en la cerveza.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición nutricional de la cebada.	3
Tabla 2: Composición Nutricional de la Malta.....	5
Tabla 3: Composición química del Lúpulo.....	8
Tabla 4: Composición del agua para fabricar cerveza	11
Tabla 5: Aplicación enzimática en cervecerías.....	14
Tabla 6: Tratamientos para la elaboración de la cerveza artesanal tipo Ale.....	26
Tabla 7: Descripción del método de análisis de las variables físico-químicas	27
Tabla 8: Valores de CO ₂ (expresado en v/v).	32
Tabla 9: Valores de grado alcohólico.	34
Tabla 10: Valores de Acidez total.....	35
Tabla 11: Valores de pH.	36
Tabla 12: Determinación del cumplimiento de cada uno de los tratamientos, de los parámetros establecidos por la norma técnica ecuatoriana.	37
Tabla 13: Norma técnica ecuatoriana. NTE INEN 2 262:2003.	37
Tabla 14: Evaluación de las características organolépticas de T1	39
Tabla 15: Evaluación de las características organolépticas de T2	40
Tabla 16: Evaluación de las características organolépticas de T3.....	40
Tabla 17: Evaluación de las características organolépticas de T4.....	41
Tabla 18: Evaluación de las características organolépticas de cada uno de los tratamientos	42

Barral Ph
02/01/13

Proceso productivo para la elaboración de cerveza artesanal tipo Ale

RESUMEN:

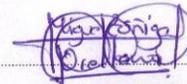
Debido al incremento del consumo de cervezas artesanales y por su costo elevado, se planteó la elaboración de un producto de buena calidad, precios bajos y sabor original. Para diseñar el proceso productivo de la elaboración de la cerveza artesanal tipo Ale, así como el diseño de la etiqueta nutricional según normas técnicas, se desarrolló una revisión bibliográfica para seleccionar el proceso de producción más conveniente y confiable, además se estableció las variables más representativas, que confieren el sabor y aroma característico al producto, con la finalidad de obtener una formulación propia. Se elaboró el producto mediante la aplicación de análisis de factores y de variables que determinaron la formulación óptima y aceptada mediante la tabulación de datos extraídos de una ficha de catación, también basándose todos los experimentos en un mismo diagrama de proceso. El tratamiento T1 presento las mejores características de elaboración, cumplimiento con las normas de referencia y obteniendo el mayor puntaje por catación.

Palabras clave: catación, malteado, maceración, fermentación, bacteriológicas, acidez, anaeróbica.



Ing Fausto Parra

Director



Miguel Zúñiga

Autor



Ing. Claudio Sánchez

Presidente junta académica

*Examen y h
07/10/13*

ABSTRACT

PRODUCTION PROCESS FOR THE PREPARATION OF CRAFT ALE TYPE BEER

Due to the increased consumption of craft beer and its high cost, we proposed the production of a good quality, low price and original flavor product. To design the production process of the type Ale craft beer, as well as the design of the nutrition label according to technical standards, we did a bibliographic review to select the more convenient and reliable production process. Additionally, we decided the most representative variables, which give the characteristic flavor and aroma to the product, in order to obtain an original formulation. The product was developed through the application of factors and variables analysis, which determined the optimal and accepted formulation done through the tabulation of data from a beer tasting card, conducting all experiments in the same process diagram. The T1 treatment showed the best manufacturing characteristics, compliance with reference standards, and the highest score by beer tasting.

Keywords: beer tasting, malting, maceration, fermentation, bacteriological, acidity, anaerobic



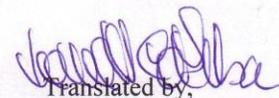
Ing. Fausto Parra
Director



Miguel Zúñiga
Author



Ing. Claudio Sánchez
President of the Academic Board

Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Zúñiga Orellana Miguel Leonardo

Trabajo de graduación

Parra Parra Fausto Tobías

Septiembre de 2013

PROCESO PRODUCTIVO PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL TIPO ALE

INTRODUCCIÓN

La cerveza es considerada como una bebida alcohólica no destilada, resultante de fermentar, mediante levaduras específicas, el mosto que se obtiene de la malta de la cebada, solo o mezclado con otros productos amiláceos transformables en azúcares por digestión enzimática, cocción y aromatizado con flores de lúpulo. La cerveza, en nuestro medio, es considerada como una bebida refrescante por su bajo contenido de alcohol, y su consumo es muy común como aperitivo en reuniones sociales o simplemente para saciar la sed en un día caluroso. Una cerveza elaborada artesanalmente se puede hacer en nuestro hogar, ya que no se requiere tecnología avanzada; más se necesita los ingredientes básicos para su fabricación, como la malta, levaduras, lúpulo, y los materiales para el proceso productivo pueden ser los utensilios que se disponga en una cocina común. Elaborar una cerveza artesanal nos facilita la manipulación de este producto, por lo que le podemos otorgar sabores variados, diferentes grados de alcohol, y además podemos hacer una presentación diferenciada por un packaging que esté acorde a los gustos y exigencias de los consumidores. La finalidad de fabricar este producto, es la de crear más opciones de consumo para las personas que gustan de este tipo de bebidas, ya que en nuestro país se expende un solo tipo de cerveza (large), por lo que se ha creado una especie de monotonía de consumo el cual prácticamente obliga al usuario, a consumir tan solo este tipo de cerveza.

PROBLEMÁTICA

La cerveza es un producto de gran consumo en el Ecuador; ya que según estudios realizados por la Cervecería Nacional, nueve marcas que se distribuyen, tres son producidas en nuestro país por Cervecería Nacional (CN) y Ambev Ecuador. El resto son importadas. Así, este nicho alcanza el 11% del mercado de la bebida de malta. En los últimos tres meses estas marcas han vendido 156000 hectolitros. En dinero, representan \$27,5 millones. El crecimiento respecto al año pasado es notorio: un 30% más en volumen y un 50% más en dólares. Además hay que tomar en cuenta que en nuestro medio, se consume un solo tipo de cerveza, lo cual lleva a los usuarios a caer en una monotonía de consumo, por lo que se vio necesario elaborar cervezas diferenciadas, con características específicas de sabores variados pero sin perder la esencia de las mismas, y de esta manera crear más opciones de consumo para aquellas personas que gusten de este tipo de bebidas. Además debido al incremento del consumo de cervezas artesanales en nuestro medio y por su costo elevado, se vio conveniente elaborar un producto de buena calidad y con precios bajos para dar a conocer nuestro producto y así crear competencia

CAPÍTULO I

LA CERVEZA

1.1 Definición

Cerveza. Bebida de moderado contenido alcohólico, resultante de un proceso de fermentación controlado, por medio de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, en un mosto elaborado con agua de características fisicoquímicas y bacteriológicas apropiadas, cebada malteada sola o mezclada con adjuntos, con adición de lúpulo y/o los derivados de lúpulo. (Fuente: NTE INEN 2 262:2003)

1.2 La cerveza artesanal e industrial

La cerveza artesanal es aquel producto que cumple la ley de la pureza alemana de 1516, que establece la utilización de malta de cebada. Por tal motivo la cerveza artesanal es considerada como un producto beneficioso para la salud por su aporte nutricional y también es conocida por su buena calidad a comparación de las cervezas industriales ya que estas son elaboradas con mezcla de malta de cebada y cereales adjuntos, como el arroz o el maíz, que son más económicos, por lo que sirven para que las empresas tengan bajos costos de producción, también les agrega antioxidantes, estabilizantes, sin importar demasiado la calidad del producto y alejándose de lo que realmente es una cerveza artesanal auténtica. Tampoco se le da a la cerveza industrial el tiempo necesario de estacionamiento para que esté “a punto”, generalmente por la gran demanda, ni bien se embotella el producto sale a la venta.

Por otra parte, tanto en nuestro país, como en la mayoría de los países de América, la variedad de cervezas prácticamente es nula, todas elaboran el mismo estilo Pilsen Lager, poseen las mismas características como el mismo color, espuma, grado alcohólico,

cantidad de gas, y tan solo en el sabor tienen ciertas variaciones; por lo tanto, se podría decir que la única diferencia que existe entre estas cervezas son las etiquetas y envases. Mientras que la gran variedad de estilos de cerveza artesanal hace que podamos degustar una gran variedad en cuanto a tipos de cerveza, desde rubias o doradas, pasando por rojas, negras, ahumadas, amargas, con alto o bajo contenido alcohólico, etc.

La cerveza artesanal, consumiéndola con moderación, es más sana que la industrial por el simple motivo de no llevar productos químicos, es mucho más nutritiva por ser hecha en base a cebada, la cual contiene nutrientes muy importantes para la salud humana. Es muy importante tener en cuenta que la gasificación de la cerveza artesanal, se produce en forma totalmente natural, gracias a la segunda fermentación que se da en botella, mientras que las cervezas industriales son inyectadas con gas carbónico, esto con la finalidad de acelerar los tiempos de producción. Por lo tanto, se puede recomendar el consumo de cervezas artesanales debido a su aporte nutricional, calidad y sobre todo que este producto está exento de productos químicos. Además existe un mejor trato del artesano para la elaboración de esta bebida, ya que se pone mayor atención a cada uno de los pasos del proceso productivo y así poder ofrecer a los consumidores un producto 100% natural e inocuo.

1.3 Insumos para la elaboración de la cerveza

1.3.1 La cebada



Figura 1: Planta de cebada *Hordeum vulgare*

Fuente: <http://www.nutriguia.com/alimentos/malta.html>

De nombre científico *Hordeum vulgare*. Es una planta anual de la familia de las Gramíneas, muy parecida al trigo, con cañas más o menos de 0,60 m, espigas prolongadas, flexibles, un poco arqueadas, y con semilla ventrada, es puntiaguda por ambas extremidades y adherida al cascabillo, que termina en arista larga. En el total de producción, el 75% sirve de alimento a diversos animales, y en un 25% para la elaboración de malta, materia prima para la fabricación de cerveza. 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

Tabla 1: Composición nutricional de la cebada.

Fuente: <http://www.nutribonum.es/cebada/> 8 de Marzo del 2013

1.3.1.1 Cebada malteada



Figura 2: Cebada malteada

Fuente: <http://www.nutribonum.es/cebada/>

El proceso de malteado es muy sencillo, dependiendo de la variedad de cebada, se procesa bajo una germinación y secado, activándose de esta forma enzimas que convertirán los almidones en azúcares solubles. Aunque hay varios granos de cereal que pueden ser favorablemente malteados, los de cebada son los que por lo general presentan menos problemas técnicos. En el pasar 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 para la producción de cerveza es más rica en almidón, que es la sustancia que da origen al extracto útil para la fermentación.

La cebada también se caracteriza por contener proteínas en cantidades más que suficientes para proporcionar los aminoácidos necesarios para el crecimiento de la levadura, y las sustancias nitrogenadas que juegan un papel importante en la formación de espuma. En la actualidad existen numerosas variedades de cebada, las cuales difieren no sólo en la forma de la planta o en el aspecto de la espiga, sino también en sus características fisiológicas; algunas crecen en los países de zonas templadas y se siembran durante el otoño y el invierno, mientras que otras son apropiadas sembrarlas en primavera.

GRUPO	AZUCARES
Porción comestible	1,00
Agua (ml)	8,00
Energía (kcal)	300,00
Carbohidratos (g)	84,80
Proteínas (g)	5,20
Lípidos (g)	0,10
Colesterol (mg)	0,00
Sodio (mg)	0,00
Potasio (mg)	20,00
Calcio (mg)	0,00
Fósforo (mg)	0,00
Hierro (mg)	0,00
Riboflavina (B2) (mg)	0,18
Ácido ascórbico (C) (mg)	0,00
Ácido linoleico (g)	0,00
Ácido linolénico (g)	0,00

Tabla 2: Composición Nutricional de la Malta

Fuente: <http://www.nutriguia.com/alimentos/malta.html> 1 de Julio del 2003

1.3.3.2 Maltas básicas

Básicamente existen 2 tipos de cebadas, la forrajera que se utiliza como alimento para los animales y la cebada cervecera, que a partir de su malta, se utiliza en la fabricación de esta bebida. En nuestro país, hace un par de décadas atrás, se sembraba cebada cervecera, pero hoy en día las fábricas que elaboran cervecerías industriales, importan la malta ya procesada por ser más económica y de mejor calidad. El grano de cebada además contiene almidón en forma insoluble, el cual necesitamos primero transformarlo en almidón soluble y posteriormente en azúcares fermentables, las cuales serán muy importantes para la elaboración de la cerveza, ya que luego se convertirán en el alimento

de las levaduras, las cuales transformarán esos azúcares en alcohol y gas por medio de la fermentación.

Existen 3 tipos de maltas bases, Pilsen, Munich y Vienna que son las más comunes y utilizadas. La malta Pilsen es la más utilizada en todo el mundo para elaboración de cerveza, debido a su color muy claro y sabor suave, proporcionando como resultado cervezas rubias o doradas con sabores muy suaves. Mientras que las maltas Munich y Vienna, nos otorga cervezas de tonos un poco más oscuros que pueden llegar al rojo claro, y sabores más intensos a la propia malta.

Existen también maltas especiales que son las que aportan colores, sabores y olores especiales a los diferentes tipos de cervezas que se van a elaborar. Una vez que se ha secado el grano y se ha obtenido una malta básica, se la deja un tiempo más en el horno, se obtiene maltas tostadas, las cuales se llaman malta caramelo y son utilizadas para darles más color a la cerveza rubia, y también acentuar el sabor a malta. Cuanto mayor sea el tiempo de tostado del grano, más oscuro será el color de la malta, por el grado de tostado que se le dé al grano, se obtiene maltas caramelo de 30, 50,80 grados, los cuales nos indican el grado de tostado al que ha sido sometida.

Si se mezcla la malta básica con malta caramelo de 30 grados, se obtendrá una cerveza con un color más oscuro que el que obtendríamos usando solo malta base y además poseerá un sabor a malta más pronunciado ya que el tostado acentúa el sabor de ésta. Si se realiza la mezcla entre malta base con malta caramelo de 80, obviamente se obtendrá un rojo más intenso, comparado con el que da la malta caramelo de 30, y un sabor más pronunciado a malta. Si se desea obtener una cerveza negra, una cerveza 100% oscura, se debe utilizar una malta más oscura, la utilizada es la malta negra o malta chocolate.

1.3.2 El lúpulo



Figura 3: Hoja de Lúpulo y Lúpulo en Pellets

Fuente: GOROSTIAGA, F. “Manual del proceso de elaboración de cerveza”

EL lúpulo es una planta trepadora de la cual se utilizan sus flores femeninas para dar el amargor. El lúpulo se añade en diferentes proporciones de manera que genere el amargor, sabor y aroma dependiendo del tiempo en que el lúpulo está en contacto con el mosto de la malta que está en ebullición. La planta del lúpulo es muy utilizada en cervecerías por su poder de amargor. 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. Estos ácidos amargos se oxidan y polimerizan fácilmente perdiendo su poder de amargor, estas reacciones son aceleradas por factores como el oxígeno, temperatura, y humedad. Siendo importante que para su conservación deban ser colocados en lugares adecuados a 0 °C donde el grado hidrométrico no pase de 70 a 75%.

El proceso del amargado del mosto, tiene lugar por la introducción de determinadas sustancias amargas del lúpulo, siendo: ácidos alfa o humulona, ácidos beta o lupulona, resinas blandas alfa, resinas blandas beta, resinas duras. Además el lúpulo proporciona taninos, que es aquella sustancia que da el sabor final a la cerveza, y tiene la capacidad de reaccionar con ciertas proteínas del mosto; el aroma característico está dado, en cambio, por los aceites del lúpulo, los cuales son una mezcla de varios aceites que tienen su mayor productividad con un punto de ebullición elevado.

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%

Tabla 3: Composición química del Lúpulo.

Fuente: <http://www.cerveceria-aldon.com/secciones/lupulo.html> 3 de Abril del 2008

Hace algunos años, se usaban las hojas del lúpulo para agregar directamente a la elaboración de cerveza, hoy en día se puede comprar los llamados “PELLETS”, que son hojas molidas y deshidratadas que vienen en forma de cilindros de 1cm de largo por 4 mm de ancho, aproximadamente. La planta del lúpulo se siembra normalmente en los países que tienen sus 4 estaciones climáticas bien definidas, como los países de Europa, Estados Unidos de Norteamérica, y también se siembra en Argentina, en donde se cultiva la variedad CASCADE, muy popular entre los cerveceros artesanales.

El lúpulo cumple varias funciones importantes, como: amargor, sabor, aroma e incluso es útil para la conservación.

- Amargor: La adición de lúpulo en la cerveza logra que tenga un mayor o menor grado de amargo, dependiendo la cantidad de lúpulo que se adicione y el estilo de cerveza que se va a elaborar.
- Sabor: El lúpulo también proporciona el sabor a la cerveza. Existen variedades de lúpulo que se utilizan solo para dar sabor, ya que son muy pobres en cuanto a poder de amargo y aroma.

- Aroma: Gracias al adición del lúpulo, se puede intensificar el aroma de la cerveza. Existen lúpulos aromáticos que solo se utilizan para proporcionar un mejor aroma, ya que tienen una baja concentración de amargo y sabor.
- Conservación: El lúpulo es también considerado como un gran bactericida, por lo que ayuda a la cerveza a prolongar el tiempo de vida, evitando la descomposición a causa de bacterias presentes en todo el proceso del producto.

1.3.3 La levadura cervecera



Figura 4: Sobre de levadura para 20-30l de cerveza.

Las levaduras son organismos vivos unicelulares que pertenecen al reino de los hongos. Estos se alimentan de los azúcares provenientes de la malta, transformándolos en alcohol y CO₂ durante un proceso llamado fermentación que se realiza en ausencia de oxígeno. La levadura de cerveza se compone de organismos muy activos, con una gran capacidad de reproducción. Durante este proceso se genera la mayoría de las vitaminas y proteínas que tienen un gran valor biológico, enriquecido con oligoelementos y mineral procedente de su sustrato alimentario.

Existen dos tipos de levaduras que normalmente se utilizan en la elaboración de cerveza, levadura ALE y levadura LAGER, la diferencian entre estas dos es que la ALE fermentan a temperaturas que oscilan entre 14 y 25°C, mientras que las LAGER fermenta a temperaturas más bajas, alrededor de 6 a 10 °C, proporcionando sabores diferentes a las cervezas. Por lo general, las cervezas industriales se elaboran con

levaduras LAGER, mientras que las artesanales utilizan, en su gran mayoría, levaduras ALE, debido a que es fácil mantener un fermentador a temperatura de 14 a 25°C, que mantenerlo de 6 a 10°C. También existen diferencias en cuanto al sabor que proporciona cada levadura, aunque es muy difícil poder distinguir entre las levaduras que han sido utilizadas en la elaboración de cada cerveza.

En el caso de la elaboración de cerveza artesanal se producen dos fermentaciones. La primera se da en el fermentador Sparkling (o un bidón de agua normal) donde se genera cierta cantidad de alcohol, aproximadamente unos 3°GL y la segunda fermentación ocurre dentro de la botella, que ya está sellada para consumo, donde gracias a la adición extra de azúcar se genera más alcohol y gas. Es importante tener en cuenta las temperaturas, ya que son muy importantes para una buena fermentación.

Una de las técnicas para la fabricación de la cerveza es partiendo de cultivos de una sola célula (cultivo puro) para la propagación de la levadura; pero para la mayoría de los cerveceros, la levadura se recupera después de la fermentación y se puede emplear una y varias veces durante muchas generaciones. Varias cepas de levadura tienen características diferentes e individuales de sabor, las levaduras que se usan en la fabricación de cerveza se pueden clasificar como pertenecientes a cualquiera de las dos especies del género *saccharomyces*:

- *saccharomyces cerevisiae*: Para fermentaciones altas.
- *saccharomyces uvarum*: Para fermentaciones bajas.

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% encontramos fósforo, potasio, sodio, magnesio, cinc, hierro, y azufre, y el contenido de materias grasas es de un 8%. “*Manual de industrias alimentarias*” Tercera edición 2001 pag 321.

1.3.4 El agua para la elaboración de la cerveza

Hay que prestar mucha atención a el agua que va a ser utilizada en la elaboración de cerveza, se podría decir que el éxito de la cerveza depende del uso adecuado del agua ya que constituye cerca del 95% del contenido de la cerveza por lo que es un ingrediente fundamental y del cual la prioridad es su contenido de sales y especialmente su dureza.

Como norma general se recomienda utilizar aguas blandas con poco contenido en sales, aunque algunos tipos de cerveza requieren una gran cantidad de sulfatos, como es el ejemplo de las famosas pale ale. Por lo tanto, el agua recomendada para la elaboración de este tipo de bebidas, deben tener las siguientes características:

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
Cloruros	0,16	0,5

Tabla 4: Composición del agua para fabricar cerveza.

Fuente: <http://www.verema.com/blog/Cervezas/1038750-fabricacion-cerveza-artesanal-agua-propiedades-organolepticas> 27 de Diciembre de 2012

CAPÍTULO II

ACCIÓN MICROBIOLÓGICA

2.1 Fermentación alcohólica

El proceso de la fermentación alcohólica es anaeróbico, que además de generar etanol, desprende grandes cantidades de dióxido de carbono (CO_2) además de energía para el metabolismo de las bacterias anaeróbicas y levaduras. La fermentación alcohólica o conocida también como fermentación etílica, es un proceso biológico de fermentación en plena ausencia de oxígeno, causado por la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono (como la glucosa, la fructosa, la sacarosa, el almidón, etc.) para obtener como productos finales: un alcohol en forma de etanol ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$), dióxido de carbono (CO_2) en forma de gas y unas moléculas de ATP (adenosin trifosfato), que consumen los propios microorganismos en su metabolismo celular energético anaeróbico.

La fermentación alcohólica, entre varias funciones, tiene como finalidad biológica proporcionar energía anaeróbica a los microorganismos unicelulares (levaduras) en ausencia de oxígeno para ello disgregan las moléculas de glucosa y obtienen la energía necesaria para sobrevivir, produciendo el alcohol y CO_2 como desechos consecuencia de la fermentación. Las levaduras y bacterias causantes de este fenómeno son microorganismos que comúnmente se encuentran en las frutas, cereales y además contribuyen en gran medida al sabor de los productos fermentados.

2.2 Las enzimas

Las enzimas son moléculas de naturaleza proteica y estructural que catalizan reacciones químicas siempre y cuando sean termodinámicamente posibles. Casi todos los procesos en las células necesitan enzimas para que ocurran a una velocidad significativa. A las reacciones influenciadas por enzimas se las denomina reacciones enzimáticas. Debido a que las enzimas son extremadamente selectivas, con sus sustratos y su velocidad, crece sólo con algunas reacciones y el conjunto de enzimas sintetizadas en una célula determina el tipo de metabolismo que tendrá cada célula. A su vez, esta síntesis depende de la regulación de la expresión génica.

2.2.1 Enzimas para la industria cervecera

El proceso de producción para la fabricación de cerveza, siempre ha implicado el uso de enzimas. Antiguamente, la malta de cebada solía ser la materia prima más importante como base para la producción del extracto y al mismo tiempo la única fuente esencial de enzimas. Sin embargo, la malta es una materia prima muy cara, ya que el proceso de malteado requiere demasiado tiempo y pérdida de energía; por esta razón y para obtener un extracto más barato, hoy en día se utilizan granos crudos o adjuntos, es decir, materiales no malteados preparados con granos de cereales como: arroz, la sémola de maíz o de cebada. La característica común que tiene estos insumos utilizados es que no poseen un contenido adecuado de enzimas. El uso de las enzimas tienen varias ventajas como:

- Usar cantidades mayores de granos crudos, que con malta sola.
- Se puede usar otros tipos de granos crudos como sorgo, trigo, cebada etc. aparte de los más tradicionales como maíz y arroz
- Se puede aumentar la filtrabilidad del mosto y cerveza considerablemente usando beta glucanasas.
- Se pueden fabricar nuevos tipos de cerveza con una atenuación más alta, cerca del 100 %. Se puede reducir el tiempo de maduración usando el ALDC, que evita la formación de diácetilo.

2.2.2 Propiedades de las enzimas y su aplicación

Hay varias maneras de hablar sobre el uso de las enzimas exógenas (origen vegetal, bacteriano, fúngico): por tipo de enzima y por las diferentes zonas en la fabricación, donde se puede usar.

Enzima.	Enlace.	Función.
Alfa amilasa bacteriana	1 – 4	Enzima para la licuefacción
Alfa amilasa fúngicas	1 – 4	Enzimas para reducir restos de almidón.
Amilo glucosidasa	1 – 4 + 1 – 6	Hidrólisis completa de almidón y dextrinas hasta glucosa.
Pululasana	1 – 6	Enzimas desramificante.
Beta glucanasa bacteriana Beta glucanasa fúngica Xilanasa	1 – 3/1 – 4	Reduce la viscosidad del mosto y cerveza hidrolizando el Beta glucano. Hidrolizando los carbohidrasas-las gomas
Proteasas neutros		Control del FAN
ALDC (alfa-aceto-lactato descarboxilasa)		Acelera la maduración de la cerveza.

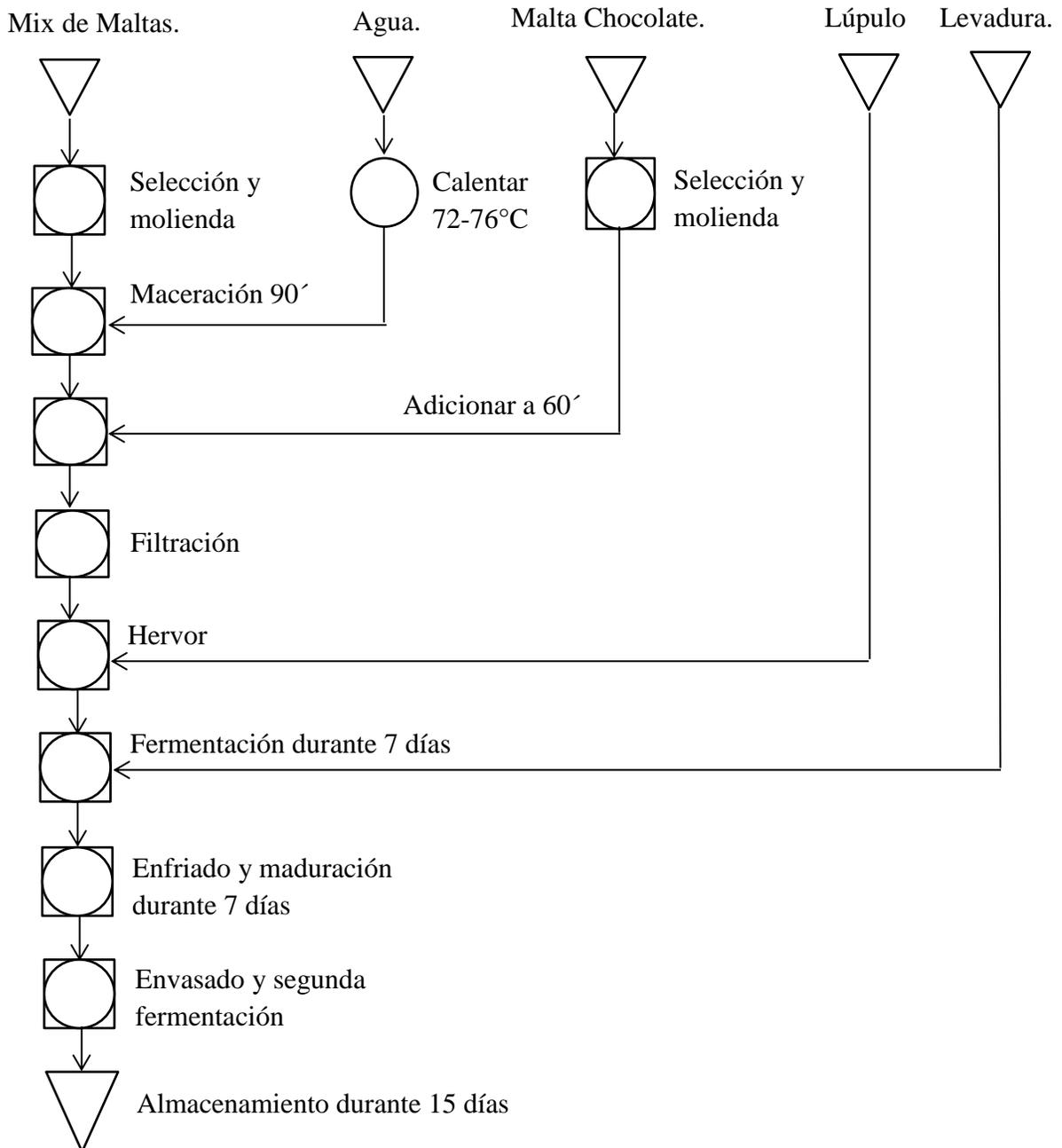
Tabla 5: Aplicación enzimática en cervecerías.

Fuente: Poul Erik Andersen (2000).

CAPÍTULO III

PROCESAMIENTO DE LA CERVEZA ARTESANAL TIPO ALE

3.1 Diagrama de flujo



3.2 Descripción del proceso productivo

3.2.1 Recepción de la materia prima

El paso principal para el inicio de la producción es la recepción de la materia prima ya que se debe almacenar en lugares correctos, en un ambiente y temperatura adecuada para su posterior utilización en el proceso productivo.



Figura 5: Recepción de materia prima

3.2.2 Molienda

El objeto de la molienda es aprovechar todo el contenido del grano y sobre todo permitir liberar las enzimas para que tomen mejor contacto con todo el almidón y adquieran mayor movilidad en el macerado; es decir pueden alcanzar ágilmente los almidones y proteínas para su total transformación.

El proceso de molienda es de mucha importancia, ya que si se produce la ruptura de la cáscara de la malta se tienen ciertas desventajas como: la aparición de sustancias no deseadas que se pueden disolver en el mosto, y afectan el sabor. Y también se pierde la capacidad de filtrado y genera taponamientos.

Una buena molienda debe tener la siguiente composición, a modo de sugerencia:

- 30 % Cáscara

- 10 % grano grueso
- 30 % grano fino
- 30 % harina



Figura 6: Molido de maltas.

3.2.3 Maceración

Una vez que se ha producido la molienda del grano de la malta, se procede hacer el primer mosto, que consiste en calentar agua a 70-72°C, en una cantidad que corresponda a la mitad del total de cerveza. Colocar el agua en la olla y agregar la malta molida, revolver con la espumadera y dejar macerar durante 90 minutos. Esto se puede realizar mediante la utilización de un cooler o también a baño maría, lo importante es controlar que la temperatura se mantenga de 65-66°C durante toda la maceración. Una vez transcurridos los primeros 45 minutos, colocar la otra mitad del agua a calentar en una nueva olla, la idea es que cuando se termine la maceración tengamos más agua caliente. A los 60 minutos de maceración, se adiciona la malta chocolate, la misma que le dará el color negro característico de las cervezas tipo Ale.

Finalizada la maceración tomar la olla y colocar encima el tamiz y sobre él, un cernidor de alambre o un lienzo y con una jarra plástica ir pasando el contenido de la olla al balde, utilizando el cernidor o lienzo como filtro, si este se llena demasiado quitar los granos y colocarlos en otro balde plástico y seguir filtrando. Una vez filtrado todo el mosto, colocar todos los granos nuevamente en la olla y agregar la otra mitad del agua a

65-66°C y dejar unos 20 minutos revolviendo constantemente para extraer todo el azúcar.



Figura 7: Macerado

3.2.4 Filtración

Una vez que se terminó el macerado, se debe comenzar con el filtrado. Este primer filtrado se realiza con la misma cáscara de malta que queda en el macerador. Se procede a un recirculado hasta que se forma un manto filtrante y luego cuando ya se observa el mosto limpio de granos se comienza a llenar la olla de hervido. Este proceso se puede hacer con bomba o manualmente con una jarra, la idea es recircular unos minutos hasta que el mosto se vea limpio y brillante.



Figura 8: Primer filtrado

3.2.5 Hervor

El tiempo de hervor varía entre 60-90 minutos y debe ser constante. Durante el hervor se realiza la adición del lúpulo, lo que se recomienda es hacerlo en 3 etapas, las mismas que se realizarán de acuerdo al tratamiento que se especifica en el diseño.

Mientras esperamos que el mosto hierva, es recomendable activar la levadura colocando 150 a 200 cm³ de agua en la jarra de vidrio y calentar a 25°C, vaciar en ella el sobre de levadura, tapar la jarra con un plato y dejarla cerca de la cocina para que se mantenga a esa temperatura.



Figura 9: Hervor de los 4 experimentos.

3.2.6 Enfriado

Una vez finalizado el hervor, es necesario proceder al enfriado. El enfriado es un punto muy importante ya que no se debe realizar por más de 60 minutos, esto con la finalidad de evitar contaminación. Es necesario enfriar el mosto desde la temperatura de hervor hasta la temperatura de fermentación deseada (15 a 20 °C). Este punto es crítico ya que se debe alcanzar lo más pronto posible la temperatura de fermentación.



Figura 10: Enfriado

3.2.7 Fermentación

Luego se procede a la primera fermentación, que tiene inicio a la temperatura de 20°C, permaneciendo en este ambiente de 4 a 7 días. Luego se transvasa el producto a otro recipiente evitando pasar los sedimentos propios del proceso y se bajará la temperatura de 0-5°C para la etapa de maduración. En este caso se hizo la fermentación en botellas previamente desinfectadas y se improvisó el uso del airlock con unas bombas de goma perforadas.



Figura 11: Fermentación de los 4 experimentos.

3.2.8 Maduración

Luego de la fermentación, se precede a la maduración de la cerveza para terminar de dar el sabor y aroma característico, además para lograr una buena clarificación es necesario mantener el producto durante 7 a 10 días a una temperatura de 0 a 5° C. Se debe trasvasar la cerveza limpia a otro fermentador, este paso se recomienda realizar por gravedad. Es necesario tener mucho cuidado al trasvasar el producto, evitando que se pase también el sedimento, tiene que quedar solo la cerveza limpia.



Figura12: Maduración luego de intercambio de envase

3.2.9 Envasado

Para el envasado se debe trasladar la cerveza dejando todos los sedimentos en el madurador. Se traslada el producto a las botellas previamente esterilizadas, donde se le agregará azúcar para que empiece la segunda fermentación. Para la adición del azúcar, se debe elaborar un almíbar, el mismo que se coloca en cada una de las botellas, se adiciona la cerveza y se lo mezcla muy suavemente para homogenizar, es importante mezclar el producto sin incorporar exceso de oxígeno. La cantidad de azúcar a incorporar es de 6 a 8 gramos por litro de cerveza. El azúcar se debe disolver en agua (2 a 3 veces el peso de azúcar), hervir de 5 a 15 minutos y enfriar a menos de 40 °C. Luego se procede al llenado y tapado. Es importante siempre dejar en la botella un cuello de aire de aproximadamente 4 cm (igual que el espacio de las cervezas comerciales).



Figura 13: llenado y sellado de botella

CAPÍTULO IV

APLICACIÓN PRÁCTICA

4.1 Generalidades

Para el desarrollo práctico del proyecto, lo primero a realizar es el conseguir la materia prima necesaria, para la cual se analizó diferentes distribuidores. La materia prima fue adquirida en la ciudad de Quito al señor Fabián Gorostiaga director de SECA (Sociedad Ecuatoriana de Cerveceros Artesanales), el mismo que fue contactado a su teléfono personal (número telefónico 0986187533); una vez hecha la compra, fue enviada la materia prima a la ciudad de Cuenca con un tiempo de entrega de cinco días.

Luego de la recepción de la materia prima, se procedió a realizar cada uno de los pasos del proceso productivo para la elaboración de la cerveza. Este proceso fue realizado con materiales e instrumentos muy simples, los mismos que pueden ser encontrados en una cocina común. Transcurrido el tiempo total del proceso, se procedió a realizar los análisis físico-químicos sugeridos por la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 262:2003. Después de realizar los análisis, se procedió a crear un panel de catación con la finalidad de buscar el tratamiento que cumpla con las características organolépticas de una cerveza que tenga aceptación por el consumidor.

4.2 Materiales y Equipos

4.2.1 Equipos de laboratorio

- Manómetro STE INFORTH.
- Destilador automático GIBERTINI.
- Balanza hidrostática GIBERTINI.

- Hornilla eléctrica y agitadora GIBERTINI.
- Molino de acero inoxidable
- Cooler grande de 30 litros
- Bidón de agua (fermentador) de 20 litros
- Cocina industrial
- Selladora de tapa corona.

4.2.2 Instrumentos

- Vasos de precipitación (250 ml)
- Probeta 500 ml
- Termómetro
- Balanza analítica
- Potenciómetro
- Pipetas
- Jarra medidora de un litro
- Manguera plástica simple
- Colador
- Olla aluminio 20 litros
- Embudos
- Filtro de cafetera
- Botellas de vidrio de 300ml y 750ml
- Tapas corona.

4.3.3 Insumos

- Malta de cebada
 - Malta pale ale
 - Malta caramelo 50
 - Malta chocolate
- Lúpulo Belma
- Azúcar

- Levadura cervecera Safbrew T-58
- Agua

4.3.4 Reactivos

- Alcohol desinfectante
- Hidróxido de sodio
- Indicador(fenolftaleína)

4.4 Factores de estudio

Para este estudio, se seleccionaron los factores más representativos en la elaboración de la cerveza, con la finalidad de crear variantes y saber cuál es el impacto que causa en el producto final y de esa manera poder diseñar una formulación con la dosis, tiempos y temperaturas adecuados para obtener un producto con un buen sabor, aroma y que sea aceptable por los consumidores. Para este estudio se seleccionaron los factores como: temperatura de maceración y la adición de lúpulo con diferentes tiempos y dosis. Una vez seleccionados los factores, se procederá a aplicarlos en cada uno de los distintos tratamientos.

Factores para la elaboración de la cerveza artesanal tipo Ale

- Factor 1 (temperatura de hervor)

Tratamiento	Temperatura
T1	60°C
T2	70°C
T3	80°C
T4	90°C

Las temperaturas de cada uno de los tratamientos, son las mismas en las que termina el proceso de hervor.

- Factor 2 (adición del lúpulo, dosis y tiempos)

Tratamiento 1	
Lúpulo	Tiempo
60%	0min
20%	30min
20%	50min

Tratamiento 2	
Lúpulo	Tiempo
50%	30min
25%	50min
25%	60min

Tratamiento 3	
Lúpulo	Tiempo
25%	40min
50%	50min
25%	70min

Tratamiento 4	
Lúpulo	tiempo
25%	50min
25%	70min
50%	80min

Los porcentajes de lúpulo a adicionar, se obtuvieron de acuerdo a la cantidad total de lúpulo a utilizar en cada uno de los tratamientos. Así mismo los tiempos son aquellos que empiezan a correr desde que inicia el proceso de hervor; siendo así el minuto 0 el inicio del hervor. Por lo tanto es necesario indicar cada uno de los tratamientos que se realizaran con sus respectivos tiempos y cantidades de lúpulo a utilizar como se observa en la siguiente tabla.

T1		T2		T3		T4	
60°C		70°C		80°C		90°C	
Lúpulo	Tiempo	Lúpulo	Tiempo	Lúpulo	Tiempo	Lúpulo	Tiempo
(%)	(min)	(%)	(min)	(%)	(min)	(%)	(min)
60	0	50	30	25	40	25	50
20	30	25	50	50	50	25	70
20	50	25	60	25	70	50	80

Tabla 6: Tratamientos para la elaboración de la cerveza artesanal tipo Ale.

4.5 Análisis de las características físico- químicas del producto final

Variabes cuantitativas analizadas de la cerveza artesanal tipo Ale.

Análisis	Norma
CO ₂	Norma, NTE 2 324
°GL	Norma, NTE 2 322
Acidez total	Norma, NTE 2 323
pH	Norma, NTE 2 325

Tabla 7: Descripción del método de análisis de las variables físico-químicas.

4.5.1 Anhídrido Carbónico (CO₂).

Este análisis al igual que todos los demás se realizó en el laboratorio en proceso de certificación de la fábrica TOSCANA Cósmica Cía. Ltda. a cargo del Doctor Federico Tapia; esta prueba se efectuó a los 15 días después de haber sido envasada la cerveza; se realizó bajo la ayuda de una manómetro manual previamente calibrado, y los resultados se evaluaron bajo los parámetros establecidos según la norma NTE INEN 2324.

Figura 14: Determinación de CO₂

4.5.2 Grado alcohólico

Este análisis se realizó a los 15 días después de haber sido envasada la cerveza, se utilizó un destilador automático y una balanza hidrostática de marca GIBERTINI, estos equipos son previamente calibrados. La muestra se prepara con 100ml del producto, se elimina el gas, se adiciona Carbonato de Calcio y un antiespumante, se obtiene el destilado y se pasa a la balanza la cual nos ayudará a determinar la presencia de etanol en la muestra. Los datos obtenidos se compararon bajo los parámetros establecidos por la norma, NTE INEN 2 322.



Figura 15,16,17: Eliminación de la espuma, destilado y medición del grado alcohólico.

4.5.3 Acidez total

Este análisis se realizó a los 15 días después de haber sido envasada la cerveza, este método se utilizó un equipo para medir la acidez llamado analizador enológico de marca GIBERTINI. La muestra se prepara con 150ml del producto, se utiliza como indicador Azulbromotimol 0,4% y se tituló con Hidróxido de Sodio. Los datos que se obtuvieron se compararon con la norma, NTE INEN 2323, para ver si se cumple con los requisitos establecidos de la cerveza con un máximo de 0,3 según esta norma.

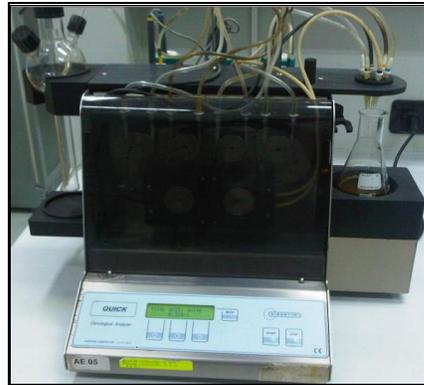


Figura 18: Analizador enológico para el análisis de la acidez total

4.5.4 Densidad

Este análisis se realizó a los 15 días después de haber sido envasada la cerveza, utilizando la balanza hidrostática de marca GIBERTINI, previamente calibrada. Los datos obtenidos se evaluaron bajo la norma NTE INEN 349, para ver si cumplía con los parámetros establecidos.

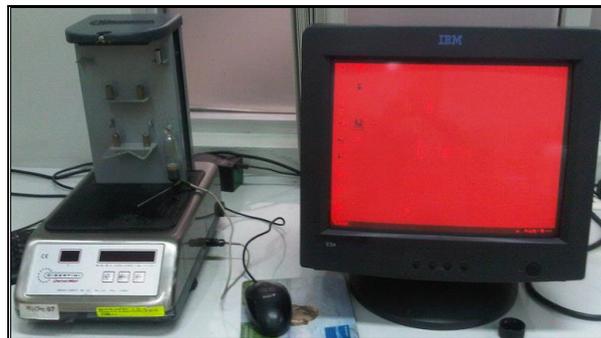


Figura 19: Balanza hidrostática para medición de la densidad

4.5.5 Potencial Hidrógeno (pH)

Este análisis se realizó a los 15 días después de haber sido envasada la cerveza, utilizando el potenciómetro digital escala 1-14, previamente calibrado bajo normas técnicas. Los resultados de cada una de las muestras se evaluaron según los parámetros establecidos por la norma NTE INEN 2325. Este análisis se hizo por duplicado como no recomienda la norma.



Figura 20: Potenciómetro digital para medición de pH.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

En el presente trabajo se presentan los resultados de la investigación sobre “El proceso productivo para la elaboración de cerveza artesanal tipo Ale”. La valoración de los datos obtenidos a lo largo de los análisis de la cerveza, se realiza con la finalidad de evaluar cada uno de los factores con las respectivas variantes propuestas y de esta manera saber cuál es la dosificación, temperaturas y tiempos óptimos para la obtención de una cerveza aceptable para el consumidor y que cumpla con los parámetros establecidos bajo la norma técnica ecuatoriana.

5.1 Análisis estadístico

Para realizar el diseño estadístico, se consideraron los siguientes factores: Nivel de adición de lúpulo a diferentes temperaturas y dosificación; y las temperaturas de hervor. Además se tomó en cuenta las siguientes variables cuantitativas evaluadas a los 15 días después de haber sido envasado: pH, °GL, acidez total, densidad, y CO₂.

5.1.1 Análisis de la variable CO₂

Para esta variable se tomaron datos a los 15 días después de haber sido envasadas las cervezas. A continuación se presenta los valores de CO₂ de la cerveza artesanal para cada tratamiento. Cabe recalcar que no se hicieron repeticiones puesto que el manómetro hace una sola lectura por cada botella analizada.

Valores obtenidos de CO₂ (expresado en unidad bar) a los 15 días después de haber sido envasada la cerveza.

Tratamiento	Resultado(bar)
T1	3
T2	1,9
T3	2
T4	2,4

Valores obtenidos de CO₂ (en unidad volúmenes de CO₂) según se expresa en la norma técnica ecuatoriana.

Tratamiento	Resultado(v/v)
T1	3,76
T2	2,75
T3	2,85
T4	3,21

Tabla 8: Valores de CO₂ (expresado en v/v)

Para realizar la transformación de la unidad de bar a la unidad volúmenes de CO₂, se usó tablas de conversión que la norma NTE INEN 2324 nos otorga, y así poder determinar si nuestro producto cumple con esta norma técnica.

Verificación del cumplimiento de la Norma Técnica Ecuatoriana.

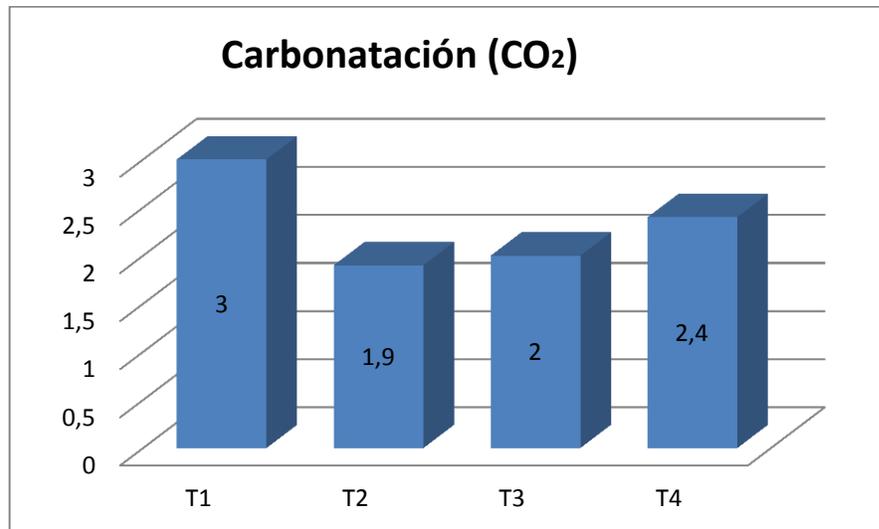


Figura 21: Carbonatación (CO₂). Cumplimiento de la norma técnica.
Comportamiento de los datos a los 15 días de haber sido embotellada la cerveza.

Por medio de este gráfico, podemos observar que los datos de CO₂, de los cuatro tratamientos, están dentro del rango de parámetros establecidos según la norma NTE INEN 2 262:2003; cuyas medidas son de 2,2 – 3,5 volúmenes de CO₂ permitidos en la botella.

5.1.2 Análisis de la variable grado alcohólico

Para esta variable se tomaron datos a los 15 días después de haber sido envasada la cerveza. A continuación se presenta los valores de grado alcohólico de la cerveza artesanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Valores obtenidos de grado alcohólico a los 15 días después de haber sido envasada la cerveza.

TRAT/REPE	I	II	MEDIA
T1	3,121	3,122	3,1215
T2	4,211	4,211	4,211
T3	5,063	5,063	5,063
T4	6,708	6,705	6,7066

Tabla 9: Valores de grado alcohólico

Verificación del cumplimiento de la Norma Técnica Ecuatoriana.

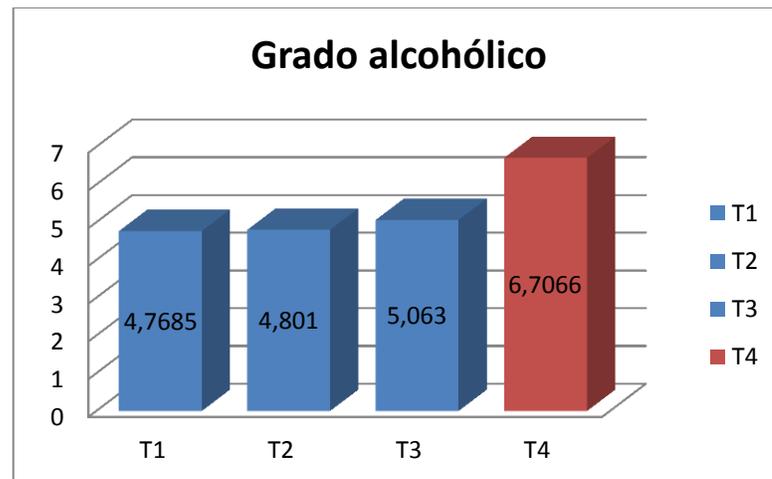


Figura 22: Grado alcohólico. Cumplimiento de la norma técnica.

Comportamiento de los datos a los 15 días de haber sido embotellada la cerveza

Por medio de este gráfico podemos observar que los datos de grado alcohólico, de los tratamientos T1, T2 y T3, están dentro del rango de parámetros establecidos según la norma NTE INEN 2 262:2003; cuyas medidas son de 2 – 5 % (v/v) permitidos en cada botella. Mientras que el tratamiento T4 podemos observar que no está en el rango permitido, por lo tanto este tratamiento no cumple con la norma técnica.

5.1.3 Análisis de la variable acidez total

Para esta variable se tomaron datos a los 15 días después de haber sido envasada la cerveza. A continuación se presenta los valores de acidez total de la cerveza artesanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Valores obtenidos de acidez total a los 15 días después de haber sido envasada la cerveza.

TRAT/REPE	I	II	MEDIA
T1	0,3	0,3	0,3
T2	0,34	0,34	0,34
T3	0,48	0,48	0,48
T4	0,36	0,36	0,36

Tabla 10: Valores de Acidez total

Verificación del cumplimiento de la Norma Técnica Ecuatoriana.

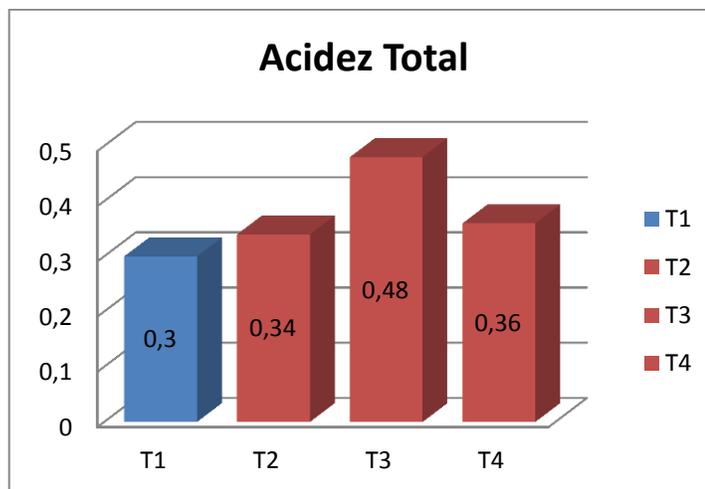


Figura 23: Acidez total. Cumplimiento de la norma técnica.

Comportamiento de los datos a los 15 días de haber sido embotellada la cerveza.

Por medio de este gráfico podemos observar que tan solo el dato de acidez total del tratamiento T1 está dentro del rango de parámetros establecidos según la norma NTE INEN 2 262:2003; cuyas medidas son de máximo 0.3 %(m/m) permitidos en cada

botella. Mientras que el los tratamientos T2, T3 y T4 podemos observar que no están en el rango permitido, por lo tanto no cumple con la norma técnica.

5.1.4 Variación del pH

Para esta variable se tomaron datos a los quince días después de haber sido envasada la cerveza. A continuación se presenta los valores del pH de la cerveza artesanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Valores obtenidos del pH a los 15 días después de haber sido envasada la cerveza.

TRAT/REPE	I	II	MEDIA
T1	4,45	4,45	4,45
T2	4,61	4,6	4,605
T3	4,47	4,47	4,47
T4	4,38	4,38	4,38

Tabla 11: Valores de pH.

Verificación del cumplimiento de la Norma Técnica Ecuatoriana.

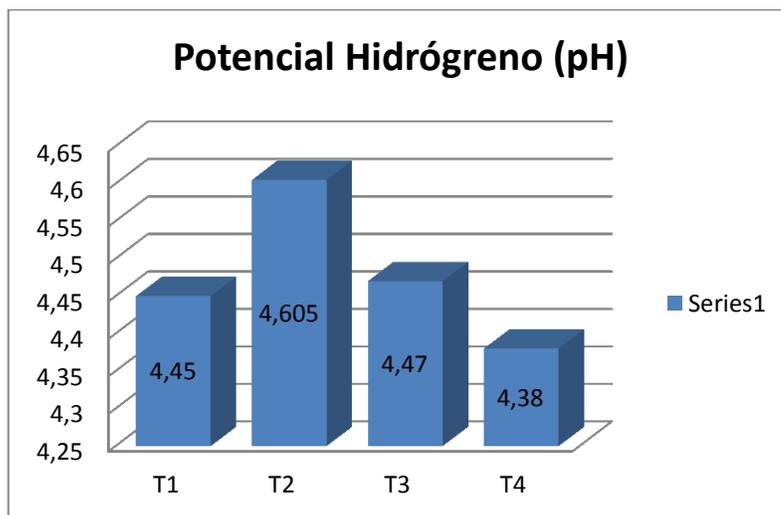


Figura 24: Potencial de Hidrógeno. Cumplimiento de la norma técnica. Comportamiento de los datos a los 15 días de haber sido embotellada la cerveza.

Por medio de este gráfico podemos observar que los datos de pH de todos los tratamientos están dentro de rango de parámetros establecidos según la norma NTE INEN 2 262:2003; cuyas medidas son de 3,5 – 5 permitidos en cada botella.

5.1.5 Valoración final de cada uno de los tratamientos en los distintos análisis realizados.

Tratamientos	CO ₂	° Alcohólico	Densidad	Acidez total	pH
T1	3	3,1215	1,022	0,3	4,45
T2	1.9	4,211	1,0315	0,34	4,605
T3	2	5,063	1,0435	0,48	4,47
T4	2.4	6,7066	1,054	0,36	4,38

Tabla 12: Determinación del cumplimiento de cada uno de los tratamientos, de los parámetros establecidos por la norma técnica ecuatoriana.

5.1.6 Norma técnica ecuatoriana.

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Contenido alcohólico a 20°C	%(v/v)	2,0	5,0	NTE INEN 2 322
Acidez total, expresada como ácido láctico.	%(m/m)	-	0,3	NTE INEN 2 323
Carbonatación	Volúmenes de CO ₂	2,2	3,5	NTE INEN 2 324
pH	-	3,5	5,0	NTE INEN 2 325

Tabla 13: Norma técnica ecuatoriana

Fuente: Norma NTE INEN 2 262:2003.

Porcentaje del cumplimiento de la norma técnica de cada uno de los tratamientos para la elaboración de cervezas.

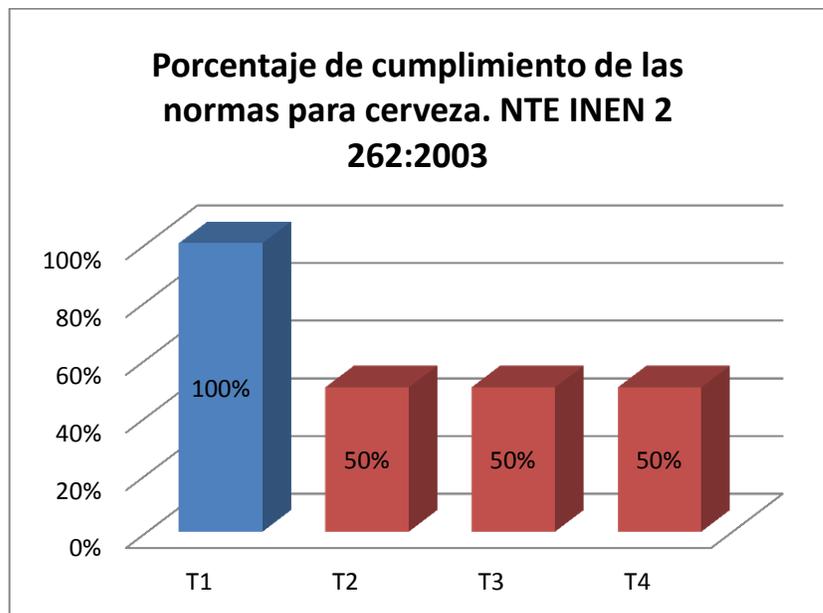


Figura 25: Porcentaje de cumplimiento de la norma técnica de cada uno de los tratamientos.

Para la evaluación de los resultados, de acuerdo a los parámetros establecidos por la norma técnica ecuatoriana, se les otorgó un valor del 100% a los tratamientos que cumplieran con todos los parámetros establecidos por la norma de acuerdo a los análisis realizados, por otro lado, el valor disminuirá por no cumplir con alguno de dichos parámetros.

5.2 Análisis de las características organolépticas

Para el análisis de las características organolépticas de las cervezas obtenidas en cada uno de los tratamientos, se creó un panel de catación compuesta de 5 personas quienes consumen comúnmente este tipo de bebidas y además se les capacitó con datos sobre las características que deberían tener nuestro producto ya que no son las mismas que las cervezas industriales. La información otorgada a los catadores es con la finalidad de que evalúen nuestro producto tomando en cuenta atributos como: Color, olor y sabor.

El formato de la ficha de catación se encuentra en el Anexo 1.

5.2.1 Evaluación de las características organolépticas del tratamiento T1

Color							
catadores	C1	C2	C3	C4	C5	Suma	Media
Negro	6	6	6	8	6	32	6,4
Transparencia	6	8	2	2	4	22	4,4
Sedientos	6	4	8	6	4	28	5,6
Espuma	10	10	8	8	10	46	9,2
Olor							
Malta	10	6	6	6	4	32	6,4
Café	10	6	6	6	8	36	7,2
Levadura	8	8	8	6	8	38	7,6
Cerveza	10	10	8	10	10	48	9,6
Sabor							
Cerveza	10	10	10	8	8	46	9,2
Dulce	4	2	4	2	2	14	2,8
Amargo	6	4	6	4	6	26	5,2
Astringente	4	2	2	2	4	14	2,8
Regusto	8	4	6	6	4	28	5,6
Alcohol	8	8	6	6	4	32	6,4
Presencia de gas	10	10	8	8	10	46	9,2

Tabla 14: Evaluación de las características organolépticas T1

5.2.2 Evaluación de las características organolépticas del tratamiento T2

Color							
catadores	C1	C2	C3	C4	C5	Suma	Media
Negro	4	8	8	8	6	34	6,8
Transparencia	8	8	6	8	6	36	7,2
Sedientos	4	6	2	4	4	20	4
Espuma	10	10	8	8	6	42	8,4
Olor							
Malta	10	8	8	10	6	42	8,4
Café	10	10	10	8	10	48	9,6
Levadura	6	8	6	6	10	36	7,2
Cerveza	8	10	6	6	8	38	7,6
Sabor							
Cerveza	8	10	6	8	8	40	8
Dulce	2	2	2	2	4	12	2,4
Amargo	8	2	6	4	4	24	4,8
Astringente	4	2	2	2	2	12	2,4
Regusto	6	4	6	6	4	26	5,2
Alcohol	8	10	8	8	6	40	8
Presencia de gas	10	8	6	6	6	36	7,2

Tabla 15: Evaluación de las características organolépticas de T2.

5.2.3 Evaluación de las características organolépticas del tratamiento T3

Color							
catadores	C1	C2	C3	C4	C5	Suma	Media
Negro	8	10	10	8	10	46	9,2
Transparencia	2	6	2	2	4	16	3,2
Sedientos	6	4	2	4	4	20	4
Espuma	10	8	8	8	10	44	8,8
Olor							
Malta	8	8	6	8	8	38	7,6
Café	8	6	8	8	6	36	7,2
Levadura	8	6	6	6	6	32	6,4
Cerveza	8	8	6	6	6	34	6,8
Sabor							
Cerveza	8	8	6	8	8	38	7,6
Dulce	6	2	2	2	2	14	2,8
Amargo	6	4	4	6	6	26	5,2
Astringente	6	4	8	8	8	34	6,8
Regusto	8	4	6	6	4	28	5,6
Alcohol	8	8	6	8	8	38	7,6
Presencia de gas	8	8	8	8	6	38	7,6

Tabla 16: Evaluación de las características organolépticas de T3.

5.2.4 Evaluación de las características organolépticas del tratamiento T4

Color							
catadores	C1	C2	C3	C4	C5	Suma	Media
Negro	8	8	8	8	10	42	8,4
Transparencia	6	4	8	8	6	32	6,4
Sedientos	6	4	4	2	4	20	4
Espuma	10	6	8	8	6	38	7,6
Olor							
Malta	10	8	8	8	6	40	8
Café	8	8	8	8	6	38	7,6
Levadura	8	6	6	6	4	30	6
Cerveza	10	10	8	8	6	42	8,4
Sabor							
Cerveza	4	8	4	6	6	28	5,6
Dulce	4	2	2	2	4	14	2,8
Amargo	6	6	4	4	6	26	5,2
Astringente	6	2	4	2	2	16	3,2
Regusto	4	4	4	6	4	22	4,4
Alcohol	4	8	6	6	8	32	6,4
Presencia de gas	8	8	6	6	8	36	7,2

Tabla 17: Evaluación de las características organolépticas de T4.

5.2.5 Valoración de las características de cada uno de los tratamientos.

Color				
tratamientos	T1	T2	T3	T4
Negro	6,4	6,8	9,2	8,4
Transparencia	4,4	7,2	3,2	6,4
Sedientos	5,6	4	4	4
Espuma	9,2	8,4	8,8	7,6
Olor				
Malta	6,4	8,4	7,6	8
Café	7,2	9,6	7,2	7,6
Levadura	7,6	7,2	6,4	6
Cerveza	9,6	7,6	6,8	8,4
Sabor				
Cerveza	9,2	8	7,6	5,6
Dulce	2,8	2,4	2,8	2,8
Amargo	5,2	4,8	5,2	5,2
Astringente	2,8	2,4	6,8	3,2
Regusto	5,6	5,2	5,6	4,4
Alcohol	6,4	8	7,6	6,4
Presencia de gas	9,2	7,2	7,6	7,2

Tabla 18: Evaluación de las características organolépticas de cada uno de los tratamientos.

5.3 Valoración de las características más representativas de la cerveza.

Una cerveza tipo Ale posee características muy particulares que le confieren un sabor y color propio; por tal motivo es necesario seleccionar y evaluar ciertas características como el color, cantidad de espuma, presencia de gas, olor a cerveza, sabor a cerveza y sabor amargo; esto es necesario para saber si el producto cumple con los requisitos que tienen este tipo de bebidas.

5.3.1 Valoración de las características del color

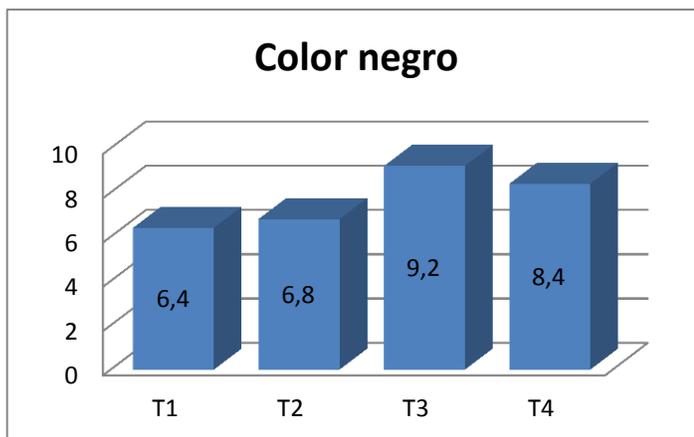


Figura 26: Valoración del color negro de la cerveza

Es vital hacer el análisis de esta característica ya que es muy importante el color que se obtenga del producto, puesto que el objetivo del proyecto es el de hacer una cerveza tipo Ale. Este tipo de cerveza se caracteriza por ser una cerveza de color parcialmente negro, no tiene que ser un color fuerte ya que la cerveza perdería su vitalidad. Según los datos presentados en el gráfico, los tratamientos T1 y T2 tienen un color significativamente negro, el cual es un color muy aceptable para la cerveza tipo Ale; mientras que los tratamientos T3 y T4 tienen un color muy fuerte, entonces no sería recomendable para nuestra cerveza.

5.3.2 Valoración de las características de la presencia de espuma

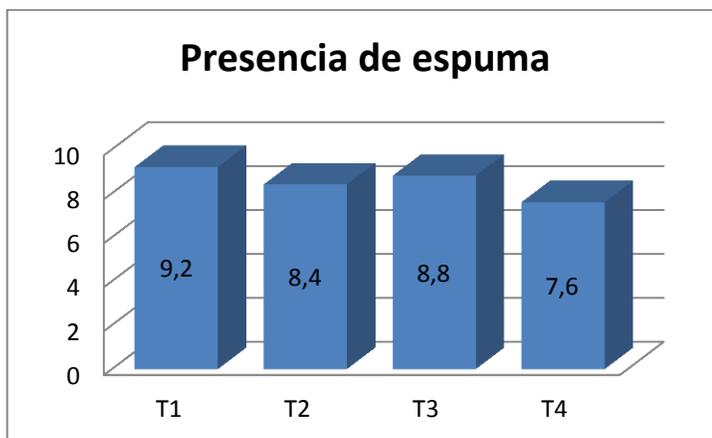


Figura 27: Valoración de la presencia de espuma en la cerveza

Es importante hacer el análisis de esta característica ya que es muy necesaria la presencia de espuma en la cerveza, esta le confiere presencia y sobre todo el sabor a la cerveza. Uno de los aspectos que debemos tomar en cuenta, es además el que exista una buena cantidad de espuma, ya que esto nos indica que tuvimos éxito en la elaboración de la misma, ya las cervezas tanto industriales como artesanales tienen una buena cantidad de espuma. Según los datos que podemos observar en este gráfico, todos los tratamientos tienen una buena presencia de espuma ya que sus datos son muy significativos, pero cabe recalcar que el tratamiento T1 es la que más sobresale en la cantidad de espuma disponible.

5.3.3 Valoración de las características del olor a cerveza

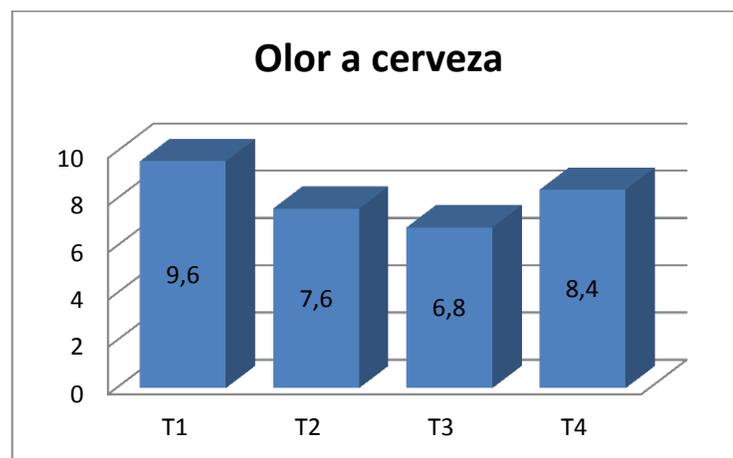


Figura 28: Valoración del olor a cerveza.

Para que nuestro producto sea aceptado por los consumidores, debe cumplir con las características esenciales como el color, olor y sabor característico que tiene la cerveza y que el consumidor al que le gusta este producto, sabe identificarlo fácilmente. Por lo tanto la característica del olor a cerveza es muy importante analizarla, ya que si nuestro producto contiene este olor específico, puede ser aceptado por las personas que consumen este tipo de bebida. Los datos que se obtuvieron nos demuestran que el tratamiento T1 tiene un valor muy alto en el caso de esta característica, por lo tanto este tratamiento nos confiere el olor que necesitamos en nuestro producto. Por otro lado, los

tratamientos T2, T3 y T4 también tienen un valor muy aceptable pero para mayor seguridad, se recomendaría el uso del tratamiento T1.

5.3.4 Valoración de las características del sabor a cerveza

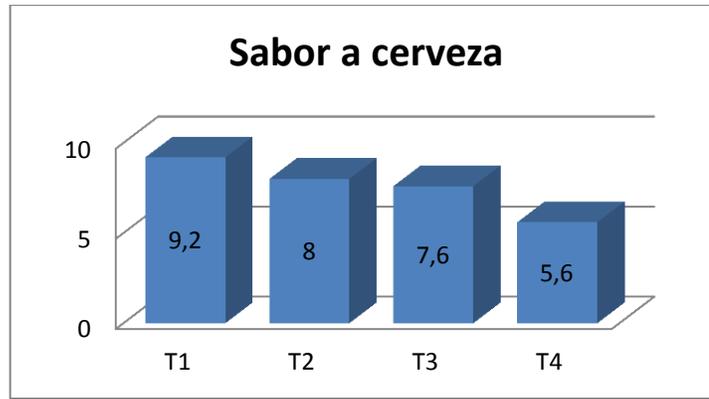


Figura 29: Valoración del sabor a cerveza.

Todas las cervezas sin importar su tipo o marca, tienen un sabor característico y propio que solo lo puede conferir esta bebida; por lo tanto, si podemos obtener un producto que tenga esta característica específica, entonces tendríamos éxito en la fabricación de esta bebida. Según los datos obtenidos que podemos observar en este gráfico, el tratamiento T1 es el que tiene el valor más alto en cuanto al sabor de cerveza se refiere. Mientras que los tratamientos T2 y T3 si tiene un valor muy considerable pero no el tratamiento T4 nos indica que tiene un sabor a cerveza muy bajo, por lo tanto no podría ser considerado como un tratamiento útil para este proceso.

5.3.5 Valoración de las características del sabor amargo a cerveza

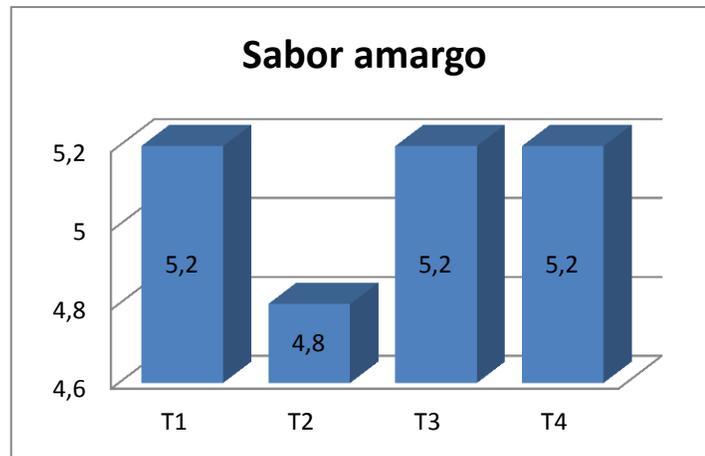


Figura 30: Valoración del sabor a cerveza.

El factor más importante que le da el sabor a la cerveza es la acción del lúpulo, el mismo que le confiere el amargo característico de esta bebida. Es importante mencionar que el sabor amargo mencionado no tiene que ser muy fuerte, ya que no sería del agrado del consumidor, por lo que valores relativamente bajos serían los más aceptables. En el caso de los datos obtenidos, se puede observar que los tratamientos T1, T3 y T4 tienen un valor muy aceptable, ya que las cervezas no deben contener un sabor muy amargo. En el caso del tratamiento T2 el amargor es bajo por lo que no sería tan recomendable ya que el amargo de la cerveza tiene que ser percibido por el que consume este producto.

5.3.6 Valoración de las características de la presencia de gas.

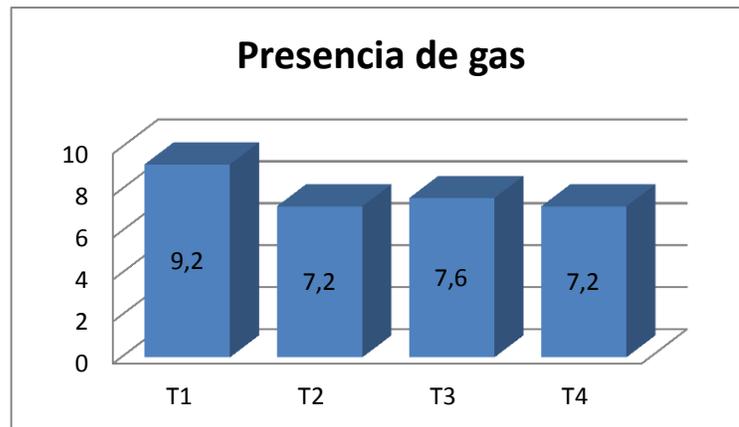


Figura 31: Valoración de la presencia de gas en la cerveza.

La presencia de gas en la cerveza es de vital importancia ya que colabora para dar el sabor característico a la misma, también le confiere vivacidad a este producto. El gas se le otorga a la cerveza de forma natural en una segunda fermentación mediante la adición de un jarabe de azúcar blanco. Según los datos obtenidos se puede observar que el tratamiento T1 tiene un alto valor de gas en la cerveza, lo que nos indica que el tratamiento es correcto para la elaboración de nuestro producto. Por otro lado, los tratamientos T2, T3 y T4 no tienen un valor muy alto pero sí considerable, por lo que también pueden ser utilizados estos tratamientos, pero como se necesita el valor más elevado, se recomienda el tratamiento T1.

CONCLUSIONES

- Por medio de los cuatro tratamientos realizados, se obtuvo resultados prácticamente similares, por lo que se podría decir que existe varias fórmulas para hacer una cerveza artesanal, únicamente hay que procesarlas de manera correcta, respetando cada uno de los pasos para la producción.
- Se puede observar que la valoración de los resultados son similares, pero es importante recalcar que el tratamiento T1 tuvo una mayor valoración en cuanto al cumplimiento de los parámetros establecidos por las normas técnicas ecuatorianas NTE INEN 2 262:2003.
- El tratamiento T1, además de cumplir con los parámetros de las normas técnicas, obtuvo la mayor valoración en el panel de catación, por lo que se considera que mediante este tratamiento se obtuvo un producto con la mayor cantidad de características propias de la cerveza y así obtener la aceptación de nuestro producto por las personas que consumen esta clase de bebidas.
- Se determinó durante el proceso de experimentación, que los niveles adecuados de lúpulo fueron: el 60% al inicio del hervor, el 20% a los 30 minutos de hervor y el 20% a los 50 minutos de haber iniciado el hervor.
- Se determinó que el mejor tiempo de hervor fue la de 60 minutos, ya que a mayor tiempo disminuye el rendimiento de la cerveza debido a una mayor evaporación de este producto.

RECOMENDACIONES.

- Se recomienda para la elaboración de la cerveza artesanal, aplicar el tratamiento T1; el cual nos ofrece el cumplimiento de las normas técnicas y además la aceptación por los consumidores.
- Se recomienda utilizar los tiempos más cortos de hervor, ya que a tiempos entre 80 y 90 minutos, existe una mayor evaporación del producto, el cual nos perjudica en cuanto al volumen del producto obtenido.
- Se recomienda en el proceso de hervor, que la adición de la primera parte del lúpulo sea el de mayor porcentaje ya que además de proporcionar el amargor característico que tiene las cervezas, también es considerado como un gran bactericida, por lo que ayuda a prolongar el tiempo de vida, evitando la descomposición a causa de bacterias presentes en todo el proceso del producto.
- Se recomienda seguir realizando esta clase de estudios ya que existe una gran variedad de cervezas tipo artesanales, los cuales no son explotados en nuestro medio.

BIBLIOGRAFÍA

1. A. MADRID VICENTE, J. MADRID CENZANO. Nuevo Manual de Industrias Alimentarias. Capitulo IX. Tercera edición (2001)
2. BRAVERMAN. J.B.S, “*Introducción a la bioquímica de los alimentos*”. Editorial El Manual moderno (1980)
3. HUGHES, P. “Cerveza: Calidad, higiene y características nutricionales”. Zaragoza-- España: Editorial Acribia. (2003)
4. GOROSTIAGA, F. “Manual del proceso de elaboración de cerveza”. Primera Edición, Quito-Ecuador. (2012)
5. JACKSON, “El libro de la cerveza”. Barcelona-- España: Editorial Naturart. (1999).
6. JARAMILLO, J. y Otros “Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción” Medellín: FAO y otros. (2007)
7. OLALLA J. Secretario General de Cerveceros de España. *La Cerveza, un alimento con propiedades funcionales*.
8. POUL ERIK ANDERSEN. Asesor técnico para Novo Nordisk, en España y Portugal responsable para la industria de bebidas, de cervezas y cítricos. ENZIMAS PARA LA INDUSTRIA CERVECERA.
9. SECA. Sociedad Ecuatoriana de Cerveceros Artesanales. ENZIMAS PARA LA INDUSTRIA CERVECERA
10. VARNAM A., SUTHERLAND J. *Bebidas. Tecnología, Química y Microbiología. Alimentos básicos serie 2*. Editorial Acribia, S.A Zaragoza España
11. VERHOEF, B. “La enciclopedia de la cerveza”. Arganda del Rey: Editorial Edimat Libros. (2003)
12. VICENTE “Manual de industrias alimentarias”. Ediciones, (1994)
13. Ecuador. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 108:2011. Agua potable. Requisitos.

14. Ecuador. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 324:2002. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de Dióxido de Carbono “CO₂” y aire.
15. Ecuador. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 323:2002. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de Acidez Total.
16. Ecuador. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 325:2002. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación de pH.
17. Ecuador. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 322:2002. Bebidas alcohólicas. Cerveza. Determinación del Grado Alcohólico.
18. Ecuador. Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 2 262:2003. Bebidas Alcohólicas, Cerveza. Requisitos.

BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA

1. CATRILEO A., ROJAS C. y MATUS J. Evaluación de la producción y calidad de cebada sembrada sola y asociada a especies forrajeras para la producción de ensilaje. Temuco, Chile. Abril del 2003. Fecha de revisión: 5 de Junio del 2013. http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S036528072003000200003&script=sci_arttext
2. COUYOUMDJIAN J. Una bebida moderna: la cerveza en Chile en el siglo XIX. Instituto de Historia Pontificia Universidad Católica de Chile Historia N° 37, Vol. II, julio-diciembre 2004: 311-336, Fecha de revisión: 31 de Mayo del 2013. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-71942004000200002>
3. Composición y valor nutritivo de los alimentos. Curso Alimentos y Alimentación. Santiago, Chile 1 de Julio de 2003. Fecha de revisión: 2 de Junio del 2013 <http://www.nutriguia.com/alimentos/malta.html>
4. Cerveza artesanal: el agua en las propiedades organolépticas. 27 de Diciembre del 2012. Fecha de revisión: 20 de Junio del 2013. <http://www.verema.com/blog/Cervezas/1038750-fabricacion-cerveza-artesanal-agua-propiedades-organolepticas>
5. Cervecería Nacional, CN S.A., una empresa subsidiaria de SABMiller PLC, se dedica a la fabricación y comercialización de cervezas y bebidas refrescantes. Su principal marca es Pilsener. Posee la primera cerveza Premium del Ecuador: Club. www.cervecerianacional.com.ec/
6. Curso ABC para la elaboración de cervezas artesanales. Este sitio brinda todo lo necesario para introducirlo en el fascinante mundo de la fabricación de Cerveza Artesanal en su hogar. Ud. podrá comprar equipos, ingredientes y todos los elementos necesarios para fabricar y saborear la mejor Cerveza Artesanal. www.minicerveceria.com.
7. MARTINEZ J., VALLS V., MARÍN A. El lúpulo contenido en la cerveza, su efecto antioxidante en un grupo controlado de población. Marzo del 2007. Fecha de revisión: 3 de Junio del 2013. <http://www.cerveceriaaldon.com/secciones/lupulo.html> Fabricación de cervezas

8. ORLANDO C. La cebada: su composición nutricional y los beneficios para la salud. Argentina 8 Marzo del 2009. Fecha de revisión: 2 de Junio del 2013
<http://www.nutribonum.es/cebada/>

ANEXOS

ANEXO 1

Presentación de la ficha de Catación

UNIVERSIDAD AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
ESCUELA DE INGENIERIA EN ALIEMTENTOS

HOJA DE CATACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL TIPO ALE

Nombre.....

Fecha..... Numero de Ficha.....

EVALIACION SENSORIAL.

Por favor marcar con una cruz el grado de intensidad según la escala descrita.

Aspecto	Atributos de la cerveza	2	4	6	8	10
Visual	Negro					
	Transparencia					
	Sedimentos					
	Espuma					
Olfativa	Malta					
	Café					
	Levadura					
	Cerveza					
Gustativa	Cerveza					
	Dulce					
	Amargo					
	Astringente					
	Regusto					
	Alcohol					
	Presencia de Gas					

Valoración Global (escala de 1 a 10)	

Escala para la evaluación sensorial.

Escala	valor
2	Malo
4	Regular
6	Bueno
8	Muy bueno
10	Excelente

Firma del catador

ANEXO 2

Ficha de catación Elaborada.

UNIVERSIDAD AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

HOJA DE CATACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL TIPO ALE

Nombre: Rosal Castro Número de Ficha: 1
Fecha: 4.04.2013

EVALUACIÓN SENSORIAL

Por favor marcar con una cruz el grado de intensidad según la escala siguiente.

Aspecto	Atributos de la cerveza	2	4	6	8	10
Visual	Color				x	
	Transparencia		x			
	Sedimentos		x			
	Espuma					x
Olfativa	Malto				x	
	Café			x		
	Levadura					x
	Cerveza					x
Gustativa	Cerveza					x
	Dulce	x				
	Amargo					
	Astringente			x	x	
	Regusto					x
	Alcohol					x
Presencia de Gas						x
Valoración Global (escala de 1 a 10)						4

Escala para la evaluación sensorial.

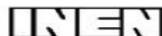
Escala	valor
2	Malo
4	Regular
6	Bueno
8	Muy bueno
10	Excelente


Firma del Catador

ANEXO 3

Norma técnica Ecuatoriana, de la Cerveza NTE INEN 2 262:2003

CDU: 663.41:658
ICS: 67.160.10



CIU: 3131
AL 04.02-414

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	BEBIDAS ALCOHÓLICAS. CERVEZA. REQUISITOS	NTE INEN 2 262:2003 2003-03
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la cerveza para ser considerada apta para el consumo humano.</p> <p style="text-align: center;">2. DEFINICIONES</p> <p>2.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>2.1.1 <i>Cerveza</i>. Bebida de moderado contenido alcohólico, resultante de un proceso de fermentación controlado, por medio de levadura cervecera proveniente de un cultivo puro, en un mosto elaborado con agua de características fisicoquímicas y bacteriológicas apropiadas, cebada malteada sola o mezclada con adjuntos, con adición de lúpulo y/o los derivados de lúpulo.</p> <p>2.1.2 <i>Cerveza pasteurizada</i>. Producto que ha sido sometido a un proceso térmico y tiene el equivalente a 8 UP mínimo.</p> <p>2.1.3 <i>Unidad de pasteurización UP</i>. Es el equivalente a mantener la cerveza a 60°C durante un minuto; si la temperatura y el tiempo son diferentes a lo indicado, se define mediante la ecuación $UP = Z \times 1,393^{(t-60)}$, donde: UP = unidad de pasteurización, Z = minutos, t = °C.</p> <p>2.1.4 <i>Cebada malteada</i>. Es el producto de someter el grano de cebada a un proceso de germinación controlada, secado y tostado en condiciones adecuadas para su posterior empleo en la elaboración de cerveza.</p> <p>2.1.5 <i>Adjuntos cerveceros</i>. Son cereales y azúcares procesados o no y/o almidones transformables en otros azúcares.</p> <p>2.1.6 <i>Lúpulo</i>. Es un producto natural obtenido de las flores de la planta <i>Humulus lupulus</i>. Estas pueden haber sido sometidas a un proceso de clasificación, secado, extrusión, y/o extracción, isomerización o estabilización de las sustancias amargas y aromáticas.</p> <p style="text-align: center;">3. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>3.1 La cerveza no debe ser turbia ni contener sedimentos apreciables a simple vista.</p> <p>3.2 La levadura empleada en la elaboración de la cerveza debe provenir de un cultivo puro de levadura cervecera, libre de cualquier otro tipo de microorganismo patógeno.</p> <p>3.3 Prácticas permitidas</p> <p>3.3.1 El agua debe ser potable (según NTE INEN 1 108). Se puede depurar con ácidos, sales de calcio y zinc para favorecer la acción enzimática de la cebada malteada.</p> <p>3.3.2 Se puede utilizar enzimas amilasas, glucanasas, celulasas y proteasas de origen natural.</p> <p>3.3.3 Se puede utilizar colorantes provenientes de la caramelización de azúcares o de cebadas malteadas oscuras y sus concentrados o extractos.</p> <p>3.3.4 Se puede usar agentes antioxidantes de uso permitidos, tales como el ácido ascórbico, sus sales o bisulfitos de sodio o potasio.</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Bebidas espirituosas, alcoholes, fermentación, cerveza, bebida alcohólica, bebida, requisitos.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo 454 y Ave. 6 de Diciembre - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

3.3.5 Se puede utilizar materiales filtrantes y clarificantes tales como celulosa, carbón activado, tierras de infusorios o diatomeas, tanino, albúmina, gelatina alimenticia, bentonitas, alginatos, dióxido de silicio amorfo, caseína, queratina, poliamidas y polivinilpirrolidona insoluble y otros de uso permitido que no hagan parte del producto final.

3.4 Prácticas no permitidas.

3.4.1 No está permitida la adición o uso de:

3.4.1.1 Alcoholes.

3.4.1.2 Agentes edulcorantes artificiales

3.4.1.3 Sustitutos del lúpulo u otros principios amargos

3.4.1.4 Adjuntos que proporcionen sabores o aromas diferentes a la naturaleza propia de la cerveza.

3.4.1.5 Esencias o saborizantes naturales o artificiales.

3.4.1.6 Saponinas

3.4.1.7 Materias colorantes diferentes al caramelo de azúcar o a las cebadas malteadas oscuras o a sus concentrados o extractos.

3.4.1.8 Sustancias conservantes

3.4.1.9 Cualquier ingrediente que sea nocivo para la salud.

3.4.1.10 Medios filtrantes constituidos por asbesto.

4. REQUISITOS

4.1 Requisitos específicos

4.1.1 La cerveza debe cumplir con los requisitos establecidos en las tablas 1 y 2.

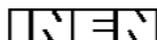
TABLA 1. Requisitos fisicoquímicos

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Contenido alcohólico a 20°C	% (v/v)	2,0	5,0	NTE INEN 2 322
Acidez total, expresado como ácido láctico	% (m/m)	-	0,3	NTE INEN 2 323
Carbonatación	Volúmenes de CO ₂	2,2	3,5	NTE INEN 2 324
pH	-	3,5	5,0	NTE INEN 2 325
Contenido de hierro	mg/dm ³	-	0,2	NTE INEN 2 326
Contenido de cobre	mg/dm ³	-	1,0	NTE INEN 2 327
Contenido de zinc	mg/dm ³	-	1,0	NTE INEN 2 328
Contenido de arsénico	mg/dm ³	-	0,1	NTE INEN 2 329
Contenido de plomo	mg/dm ³	-	0,1	NTE INEN 2 330

ANEXO 4

Norma técnica Ecuatoriana, determinación del CO₂ NTE INEN 2 324

CDU: 663.41:650
ICS: 67.160.10



CIU: 3131
AL 04.02-328

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	BEBIDAS ALCOHOLICAS CERVEZA DETERMINACION DE DIOXIDO DE CARBONO "CO ₂ " Y AIRE	NTE INEN 2 324:2002 2002-12
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método para determinar el contenido de CO₂ y aire en la cerveza envasada en botellas o latas.</p> <p style="text-align: center;">2. DEFINICIONES</p> <p>2.1 El CO₂ y el aire. Son compuestos gaseosos incoloros e inodoros.</p> <p style="text-align: center;">3. METODO DE ENSAYO</p> <p>3.1 Resumen</p> <p>3.1.1 El método para determinar dióxido de carbono disuelto en los productos de cervecería se basa en el establecimiento de un equilibrio entre los gases del espacio libre y los gases disueltos en la cerveza a una temperatura dada. Este equilibrio se alcanza agitando la cerveza antes de leer la presión y este valor se corrige por la presión parcial de los gases en la botella o lata a la temperatura dada (método basado en la Ley de Henry y Dalton). La presión parcial del CO₂ se corrige por la presión parcial del aire dada por la expresión: (Aire en la cámara vacía x 14,7)/(volumen de la cámara vacía).</p> <p>3.2 Equipos</p> <p>3.2.1 <i>Aparato de perforación con manómetro.</i> Es un ensamblaje que se puede asegurar firmemente a la tapa de una botella de cerveza o a la parte superior de una lata de cerveza. Una empaquetadura de caucho blando proporciona un cierre hermético y a través de ésta se coloca un punzón hueco que se conecta a un medidor de presión y a una válvula de salida de gases. Este medidor de presión debe tener una escala en el rango de 0 a 413,94 kPa. El mismo aparato puede ser utilizado para botellas como para latas.</p> <p>3.2.2 <i>Bureta de absorción.</i> Conectar a la válvula del aparato de perforación y a la botella de nivelación por medio de una manguera plástica transparente, resistente a los álcalis. La bureta debe tener divisiones cada 0,05 cm³ en los primeros 4 cm³ y divisiones de 0,1 cm³ desde 4 cm³ hasta 25 cm³.</p> <p>3.2.3 Botella de Nivelación, con una capacidad de 300 cm³.</p> <p>3.2.4 Balanza semianalítica, con capacidad de 500 g a 1000 g y sensibilidad de 0,1 g.</p> <p>3.2.5 Probeta graduada, de 100 cm³</p> <p>3.2.6 Termómetro.</p> <p>3.3 Reactivos.</p> <p>3.3.1 Solución de hidróxido de sodio, al 15% m/v.</p> <p>3.4 Procedimiento</p> <p>3.4.1 La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <p>DESCRIPTORES: Bebidas espirituosas, alcoholes, fermentación, bebida alcohólica, bebida, cerveza, método, ensayo, dióxido de carbono.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno E8-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

TABLA 1. Contenido de CO₂ (v/v)

Presión (kg/cm ²)	2,00	2,05	2,10	2,15	2,20	2,25	2,30	2,35	2,40	2,45	2,50	2,55	2,60	2,65	2,70	2,75	2,80	2,85	2,90	
Temperatura (°C)																				
13,5	3,01	3,06	3,11	3,16	3,21	3,26	3,31	3,36	3,41	3,46	3,51	3,56	3,61	3,66	3,71	3,76	3,81	3,86	3,91	
14,0	2,97	3,01	3,06	3,11	3,16	3,21	3,26	3,31	3,36	3,41	3,45	3,50	3,55	3,60	3,65	3,70	3,75	3,80	3,85	
14,5	2,92	2,97	3,02	3,07	3,11	3,16	3,21	3,26	3,31	3,35	3,40	3,45	3,50	3,55	3,60	3,64	3,69	3,74	3,79	
15,0	2,88	2,92	2,97	3,02	3,07	3,11	3,16	3,21	3,26	3,30	3,35	3,40	3,45	3,49	3,54	3,59	3,64	3,68	3,73	
15,5	2,83	2,88	2,93	2,97	3,02	3,07	3,11	3,16	3,21	3,25	3,30	3,35	3,39	3,44	3,49	3,53	3,58	3,63	3,67	
16,0	2,79	2,84	2,88	2,93	2,98	3,02	3,07	3,11	3,16	3,21	3,25	3,30	3,34	3,39	3,44	3,48	3,53	3,57	3,62	
16,5	2,75	2,80	2,84	2,89	2,93	2,98	3,02	3,07	3,11	3,16	3,20	3,25	3,29	3,34	3,38	3,43	3,48	3,52	3,57	
17,0	2,71	2,75	2,80	2,84	2,89	2,93	2,98	3,02	3,07	3,11	3,16	3,20	3,25	3,29	3,33	3,38	3,42	3,47	3,51	
17,5	2,67	2,71	2,76	2,80	2,85	2,89	2,93	2,98	3,02	3,07	3,11	3,15	3,20	3,24	3,29	3,33	3,37	3,42	3,46	
18,0	2,63	2,67	2,72	2,76	2,80	2,85	2,89	2,93	2,98	3,02	3,06	3,11	3,15	3,19	3,24	3,28	3,32	3,37	3,41	
18,5	2,59	2,63	2,68	2,72	2,76	2,81	2,85	2,89	2,93	2,98	3,02	3,06	3,10	3,15	3,19	3,23	3,28	3,32	3,36	
19,0	2,55	2,60	2,64	2,68	2,72	2,76	2,81	2,85	2,89	2,93	2,97	3,02	3,06	3,10	3,14	3,19	3,23	3,27	3,31	
19,5	2,52	2,56	2,60	2,64	2,68	2,72	2,77	2,81	2,85	2,89	2,93	2,97	3,01	3,06	3,10	3,14	3,18	3,22	3,26	
20,0	2,48	2,52	2,56	2,60	2,64	2,68	2,73	2,77	2,81	2,85	2,89	2,93	2,97	3,01	3,05	3,09	3,13	3,18	3,22	
20,5	2,44	2,49	2,53	2,57	2,61	2,65	2,69	2,73	2,77	2,81	2,85	2,89	2,93	2,97	3,01	3,05	3,09	3,13	3,17	
21,0	2,41	2,45	2,49	2,53	2,57	2,61	2,65	2,69	2,73	2,77	2,81	2,85	2,89	2,93	2,97	3,01	3,05	3,09	3,12	
21,5	2,38	2,41	2,45	2,49	2,53	2,57	2,61	2,65	2,69	2,73	2,77	2,81	2,85	2,89	2,93	2,97	3,01	3,05	3,09	
22,0	2,34	2,38	2,42	2,46	2,50	2,53	2,57	2,61	2,65	2,69	2,73	2,77	2,80	2,84	2,88	2,92	2,96	3,00	3,04	
22,5	2,31	2,35	2,38	2,42	2,46	2,50	2,54	2,57	2,61	2,65	2,69	2,73	2,77	2,80	2,84	2,88	2,92	2,96	2,99	
23,0	2,28	2,31	2,35	2,39	2,43	2,46	2,50	2,54	2,58	2,61	2,65	2,69	2,73	2,76	2,80	2,84	2,88	2,91	2,95	
23,5	2,24	2,28	2,32	2,36	2,39	2,43	2,47	2,50	2,54	2,58	2,61	2,65	2,69	2,73	2,76	2,80	2,84	2,87	2,91	
24,0	2,21	2,25	2,29	2,32	2,36	2,40	2,43	2,47	2,50	2,54	2,58	2,61	2,65	2,69	2,72	2,76	2,80	2,83	2,87	
24,5	2,18	2,22	2,25	2,29	2,33	2,36	2,40	2,43	2,47	2,51	2,54	2,58	2,61	2,65	2,69	2,72	2,76	2,79	2,83	
25,0	2,15	2,19	2,22	2,26	2,29	2,33	2,37	2,40	2,44	2,47	2,51	2,54	2,58	2,61	2,65	2,68	2,72	2,76	2,79	
25,5	2,12	2,16	2,19	2,23	2,26	2,30	2,33	2,37	2,40	2,44	2,47	2,51	2,54	2,58	2,61	2,65	2,68	2,72	2,75	
26,0	2,09	2,13	2,16	2,20	2,23	2,27	2,30	2,34	2,37	2,40	2,44	2,47	2,51	2,54	2,58	2,61	2,65	2,68	2,72	
26,5	2,07	2,10	2,13	2,17	2,20	2,24	2,27	2,30	2,34	2,37	2,41	2,44	2,47	2,51	2,54	2,58	2,61	2,64	2,68	
27,0	2,04	2,07	2,11	2,14	2,17	2,21	2,24	2,27	2,31	2,34	2,37	2,41	2,44	2,48	2,51	2,54	2,58	2,61	2,64	
27,5	2,01	2,04	2,08	2,11	2,14	2,18	2,21	2,24	2,28	2,31	2,34	2,38	2,41	2,44	2,48	2,51	2,54	2,57	2,61	
28,0	1,98	2,02	2,05	2,08	2,12	2,15	2,18	2,21	2,25	2,28	2,31	2,34	2,38	2,41	2,44	2,48	2,51	2,54	2,57	

TABLA 1. Contenido de CO₂ (v/v)

Presión (kg/cm ²)	2,95	3,00	3,05	3,10	3,15	3,20	3,25	3,30	3,35	3,40	3,45	3,50	3,55	3,60	3,65	3,70	3,75	3,80	3,85	3,90	3,95	
Temperatura (°C)																						
13,5	3,95	4,00	4,05	4,10	4,15	4,20	4,25	4,30	4,35	4,40	4,45	4,50	4,55	4,60	4,65	4,70	4,75	4,80	4,85	4,90	4,95	
14,0	3,89	3,94	3,99	4,04	4,09	4,14	4,19	4,24	4,29	4,34	4,38	4,43	4,48	4,53	4,58	4,63	4,68	4,73	4,77	4,82	4,87	
14,5	3,84	3,88	3,93	3,98	4,03	4,08	4,12	4,17	4,22	4,27	4,32	4,37	4,41	4,46	4,51	4,56	4,61	4,65	4,70	4,75	4,80	
15,0	3,78	3,83	3,87	3,92	3,97	4,02	4,06	4,11	4,16	4,21	4,25	4,30	4,35	4,39	4,44	4,49	4,54	4,58	4,63	4,68	4,73	
15,5	3,72	3,77	3,82	3,86	3,91	3,96	4,00	4,05	4,10	4,14	4,19	4,24	4,28	4,33	4,38	4,42	4,47	4,52	4,56	4,61	4,66	
16,0	3,67	3,71	3,76	3,80	3,85	3,90	3,94	3,99	4,03	4,08	4,13	4,17	4,22	4,26	4,31	4,36	4,40	4,45	4,49	4,54	4,59	
16,5	3,61	3,66	3,70	3,75	3,79	3,84	3,88	3,93	3,97	4,02	4,06	4,11	4,16	4,20	4,25	4,29	4,34	4,38	4,43	4,47	4,52	
17,0	3,56	3,60	3,65	3,69	3,74	3,78	3,83	3,87	3,92	3,96	4,00	4,05	4,09	4,14	4,18	4,23	4,27	4,32	4,36	4,41	4,45	
17,5	3,51	3,55	3,59	3,64	3,68	3,73	3,77	3,81	3,86	3,90	3,95	3,99	4,03	4,08	4,12	4,17	4,21	4,25	4,30	4,34	4,39	
18,0	3,45	3,50	3,54	3,58	3,63	3,67	3,71	3,76	3,80	3,84	3,89	3,93	3,97	4,02	4,06	4,10	4,15	4,19	4,23	4,28	4,32	
18,5	3,40	3,45	3,49	3,53	3,59	3,62	3,66	3,70	3,75	3,79	3,83	3,87	3,92	3,96	4,00	4,04	4,09	4,13	4,17	4,22	4,26	
19,0	3,35	3,40	3,44	3,48	3,52	3,56	3,61	3,65	3,69	3,73	3,77	3,82	3,86	3,90	3,94	3,99	4,03	4,07	4,11	4,15	4,20	
19,5	3,31	3,35	3,39	3,43	3,47	3,51	3,55	3,60	3,64	3,68	3,72	3,76	3,80	3,84	3,89	3,93	3,97	4,01	4,05	4,09	4,13	
20,0	3,26	3,30	3,34	3,38	3,42	3,46	3,50	3,54	3,58	3,63	3,67	3,71	3,75	3,79	3,83	3,87	3,91	3,95	3,99	4,03	4,08	
20,5	3,21	3,25	3,29	3,33	3,37	3,41	3,45	3,49	3,53	3,57	3,61	3,65	3,69	3,73	3,77	3,81	3,86	3,90	3,94	3,98	4,02	
21,0	3,16	3,20	3,24	3,28	3,32	3,36	3,40	3,44	3,48	3,52	3,56	3,60	3,64	3,68	3,72	3,76	3,80	3,84	3,88	3,92	3,96	
21,5	4,12	4,16	4,20	4,24	4,28	4,32	4,35	4,39	4,43	4,47	4,51	4,55	4,59	4,63	4,67	4,71	4,75	4,78	4,82	4,86	4,90	
22,0	3,08	3,11	3,15	3,19	3,23	3,27	3,31	3,35	3,38	3,42	3,46	3,50	3,54	3,58	3,62	3,65	3,69	3,73	3,77	3,81	3,85	
22,5	3,03	3,07	3,11	3,15	3,18	3,22	3,26	3,30	3,34	3,37	3,41	3,45	3,49	3,53	3,56	3,60	3,64	3,68	3,72	3,75	3,79	
23,0	2,99	3,03	3,06	3,10	3,14	3,18	3,21	3,25	3,29	3,33	3,36	3,40	3,44	3,48	3,51	3,55	3,59	3,63	3,66	3,70	3,74	
23,5	2,95	2,98	3,02	3,06	3,10	3,13	3,17	3,21	3,24	3,28	3,32	3,35	3,39	3,43	3,47	3,50	3,54	3,58	3,61	3,65	3,69	
24,0	2,91	2,94	2,98	3,02	3,05	3,09	3,13	3,16	3,20	3,23	3,27	3,31	3,34	3,38	3,42	3,45	3,49	3,53	3,56	3,60	3,64	
24,5	2,87	2,90	2,94	2,97	3,01	3,05	3,08	3,12	3,15	3,19	3,23	3,26	3,30	3,33	3,37	3,41	3,44	3,48	3,51	3,55	3,59	
25,0	2,83	2,86	2,90	2,93	2,97	3,00	3,04	3,07	3,11	3,15	3,18	3,22	3,25	3,29	3,32	3,36	3,39	3,43	3,47	3,50	3,54	
25,5	2,79	2,82	2,86	2,89	2,93	2,96	3,00	3,03	3,07	3,10	3,14	3,17	3,21	3,24	3,28	3,31	3,35	3,38	3,42	3,45	3,49	
26,0	2,75	2,78	2,82	2,85	2,89	2,92	2,96	2,99	3,03	3,06	3,10	3,13	3,16	3,20	3,23	3,27	3,30	3,34	3,37	3,41	3,44	
26,5	2,71	2,75	2,78	2,82	2,85	2,88	2,92	2,95	2,99	3,02	3,05	3,09	3,12	3,16	3,19	3,22	3,26	3,29	3,33	3,36	3,39	
27,0	2,68	2,71	2,74																			