



FACULTAD DE POSGRADOS

EFFECTOS DE LA MIEL DE ABEJA EN LA CARBONATACIÓN NATURAL
DE UNA CERVEZA ARTESANAL ELABORADA A PARTIR DE CEBADA
(*Hordeum vulgare*) Y QUINOA (*Chenoponium quinoa*).

AUTOR

Esteban Francisco Moscoso Buitrón

AÑO

2019



FACULTAD DE POSGRADOS

EFFECTOS DE LA MIEL DE ABEJA EN LA CARBONATACIÓN NATURAL DE
UNA CERVEZA ARTESANAL ELABORADA A PARTIR DE CEBADA (*Hordeum
vulgare*) Y QUINOA (*Chenoponium quinoa*).

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Magíster en Agroindustria mención en Calidad y
Seguridad Alimentaria

Profesor guía

MSc. Esteban Guillermo Echeverría Jaramillo,

Autor

Esteban Francisco Moscoso Buitrón

Año

2019

DECLARACIÓN DEL PROFESORA GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, EFECTOS DE LA MIEL DE ABEJA EN LA CARBONATACIÓN NATURAL DE UNA CERVEZA ARTESANAL ELABORADA A PARTIR DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) Y QUINOA (*Chenoponium quinoa*), a través de reuniones periódicas con el estudiante Esteban Francisco Moscoso Buitrón, en el semestre 2019-1, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Esteban Guillermo Echeverría Jaramillo

Master en Sciences et Technologies du Vivant et de L'Environnement

CC: 1714431820

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, EFECTOS DE LA MIEL DE ABEJA EN LA CARBONATACIÓN NATURAL DE UNA CERVEZA ARTESANAL ELABORADA A PARTIR DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) Y QUINOA (*Chenoponium quinoa*), del estudiante Esteban Francisco Moscoso Buitrón, en el semestre 2019-1, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Darío Miguel Posso Reyes

Master en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos

CC: 1713040952

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi auditoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Esteban Francisco Moscoso Buitrón

CC: 1711629913

RESUMEN

El objetivo principal del presente estudio fue evaluar los efectos de la miel de abeja en la carbonatación natural de una cerveza artesanal elaborada a partir de cebada y quinua. Para esto se elaboró la cerveza con una mezcla de 75% de malta de cebada y 25% de malta quinua. Se trabajó con la quinua Tunkahuan que es una especie desarrollada por el INIAP de bajo contenido de saponina, se realizó el proceso de malteado para aumentar la cantidad de azúcares fermentables.

Se elaboró una cerveza artesanal tipo Ale (de fermentación alta) la cual paso en el tanque de fermentación cerca de 21 días y posteriormente para la segunda fermentación se evaluaron 3 variables de cebado que fueron miel de abeja, azúcar y una mezcla de azúcar y miel de abeja y otra variable que se utilizó fueron los días (4 y 8 días).

Cuando se obtuvieron las muestras se realizaron 4 análisis físico químicos: grado alcohólico, carbonatación, acidez y pH. Posteriormente se realizaron los análisis estadísticos (ANOVA) para analizar si existen diferencias significativas. Por otro lado, se realizó el análisis sensorial de preferencia con 30 consumidores a los que se presentó las 6 muestras para su calificación.

Los resultados físico químicos de todas las cervezas (6 muestras) tuvieron un buen comportamiento ya que entraron en parámetros que dicta la Norma INEN 2262, demostrando que todos los tratamientos ayudaron en la producción de alcohol y de CO₂.

En la parte sensorial los consumidores calificaron como la muestra de mayor aceptación la que fue cebada con miel y tuvo 4 días de segunda fermentación, por ello comprobamos que la miel de abeja ayuda en el proceso de carbonatación natural y si marca una diferencia en la preferencia de los consumidores.

ABSTRACT

The main objective of the study was to evaluate the effects of honey on the natural carbonation in a beer made from barley and quinoa. The formulation of the beer was 75% of barley malt and 25% of quinoa malt. The quinoa species that worked is Tunkahuan, that species was developed by INIAP, the principal characteristics was low level of saponin. The purpose of malting process was to increase the amount of fermentable sugars.

The beer developed was a high fermentation that passed in fermentation tank about 21 days and then for the second fermentation included 3 variables: honey, sugar and a mixture of sugar and honey, another variable that was used were days of second fermentation (4 and 8 days).

For analyzes the samples propose 4 physical-chemical analyzes: alcohol content, carbonation, acidity and pH. Subsequently, for statistical analyzes (ANOVA) were performed to investigate if there are significant differences. Later the other step was made sensory analysis with 30 consumers, the consumers test the 6 samples and they qualify them preference.

The physical-chemical results of 6 samples, had a good performance because the parameters that demand the norm INEN 2262, demonstrate that all treatments participate in the production of alcohol and CO₂.

In the sensorial analyze the consumers rated as the most accepted, the sample with honey and 4 days of second fermentation, this condition verified that the honey helps in the process of natural carbonation and makes a difference in the preference of consumers.

ÍNDICE

1.	Introducción	1
2.	Objetivos.....	5
2.1.	Objetivo general.....	5
2.2.	Objetivos específicos.....	5
3.	Marco Teórico	5
3.1.	Origen de la cerveza.....	5
3.2.	Cerveza a nivel industrial.....	6
3.3.	Cerveza artesanal	7
3.4.	Proceso de elaboración de la cerveza artesanal	7
3.4.1.	Elaboración de la malta	7
3.4.2.	Molienda	8
3.4.3.	Macerado.....	8
3.4.4.	Cocción.....	9
3.4.5.	Fermentación.....	9
3.4.6.	Clarificado.....	10
3.4.7.	Cebado	10
3.5.	Materia prima a utilizar	11
3.5.1.	Cebada	11
3.5.2.	Quinoa	11
3.5.3.	Miel de abeja	13
3.5.4.	Agua	14
3.5.5.	Lúpulo.....	15
4.	Metodología	16
4.1.	Diseño experimental	17
4.2.	Tratamientos a elaborar.....	17
4.3.	Preparación de los prototipos.....	19
4.3.1.	Preparación de malta de quinua.....	19

4.3.2. Preparación de cerveza.....	20
4.4. Evaluación Sensorial	23
5. Resultados y discusión.....	25
5.1. Análisis físico químico	25
5.1.1. Grado alcohólico.....	28
5.1.2. Carbonatación	29
5.1.3. pH.....	30
5.2. Evaluación sensorial.....	31
6. Conclusiones y recomendaciones	33
6.1. Conclusiones	33
6.2. Recomendaciones.....	34
Referencias.....	35
Anexos	38

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo Proceso de elaboración de malta de quinua	20
Figura 2. Diagrama de flujo Proceso de elaboración de cerveza	22
Figura 3. Formato análisis sensorial.....	24
Figura 4. Resultados ponderación análisis sensorial de las muestras	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis proximal Quinoa Tunkahuan.....	13
Tabla 2. Tratamientos a elaborar.....	18
Tabla 3. Ponderación análisis sensorial	23
Tabla 4. Resultados físico químicos de las muestras analizadas.....	25
Tabla 5. Resultados estadísticos de las muestras analizadas	27
Tabla 6. Resultados ponderación análisis sensorial de las muestras	31

1. Introducción

En los últimos años se ha intensificado el consumo de quinua en el país. Las principales formas de consumo son: en galletas, en platos preparados como sopas o en forma de subproductos como harina. Es por ello que buscar nuevas alternativas de utilización se vuelve primordial para dar un valor agregado diferente a este cereal y así evitar que los consumidores pierdan interés en su consumo.

Los cereales son susceptibles a varias afecciones que principalmente se dan por la presencia de microorganismos. Una opción para la conservación de los cereales es la fermentación ya que ayuda a alargar la vida útil y permite aprovechar de mejor manera las características nutricionales (Mujica, Ortiz, Bonifacio, Saravia, Corredor, 2006, p. 30). El aprovechamiento y uso de diferentes tecnologías y procesos, junto con el potencial que tiene Ecuador, para la producción de este tipo de alimentos, hace que la experimentación de nuevos productos se intensifique.

Existe un sin número de cereales que son parte de la cultura tradicional del Ecuador y que últimamente se han puesto nuevamente en boga, ya sea por sus características nutricionales o por querer retomar las costumbres ancestrales. En la actualidad la quinua ha tomado gran importancia por sus características nutricionales (Rojas, 2011, p. 7). Buscar nuevas formas de consumo se vuelve imperativo, por ello el utilizar esta materia prima en la elaboración de la cerveza es una gran oportunidad puesto que por los niveles altos de carbohidratos pueden ser aprovechados para su elaboración (Repo, Espinoza, Jacobsen, 2000, p. 11).

De acuerdo a Repo y otros (2000, p. 10), existen pocos proyectos en los que se desarrollen nuevas alternativas de conservación, por lo que el uso de la

fermentación en un proceso de elaboración de cerveza, ayuda a desarrollar productos de alto valor nutricional de una manera alternativa.

Por otro lado, en el artículo publicado en la revista Líderes el 06 de diciembre de 2015 sobre las cervezas artesanales, se menciona que, si bien estos productos tienen un nicho interesante de mercado, ya que ofrecen una gran variedad de sabores y aromas, es necesario investigar y ofrecer nuevos sabores que atraigan a los consumidores, fusionando con ingredientes tradicionales que lleven a la cerveza a categorías más especializadas. El mercado de la cerveza artesanal en el país ha crecido y se ha vuelto competitivo (Revista Líderes, 2015), por ello es necesario innovar para crear nuevas tendencias y nuevos sabores. El descubrir nuevos procesos lleva al uso de materias primas diferentes (Mencia y Pérez, 2016, p. 29), en este caso el utilizar como adjunto la malta de quinua y como edulcorante para la segunda fermentación mediante la miel de abeja se aportan nuevos sabores y características al producto.

La cerveza artesanal, en los últimos años ha alcanzado un gran crecimiento ya que ofrece a los interesados una forma diferente de consumirla, por ello dar un valor agregado al producto es necesario. Una de las opciones que pueden volver atractivo al producto es utilizar otro tipo de granos no tradicionales en su elaboración. La norma INEN 2262: 2003 especifica que se debe utilizar cebada y permite el uso de adjuntos cerveceros.

La cebada es la materia prima principal para la fabricación de cerveza, sin embargo, no todas las variedades de cebada son aptas para fabricar una malta de calidad, solamente lo son las variedades llamadas cerveceras (Scarlet). Este tipo de variedad no son producidas en el país por ende la cebada para la elaboración de cerveza ya sea industrial o artesanalmente es importada, principalmente de Argentina (Revista Líderes, 2013). La norma INEN

2262:2003 autoriza el uso de adjuntos cerveceros, los cuales ayudan a la elaboración de cerveza y pueden ser de una fuente diversa de cereales malteados y sin maltear ricos en almidones.

En otro de los párrafos de la norma INEN 2 262:2003 se menciona que la cerveza “es una 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”, por lo tanto para cumplir con los requisitos que dicta esta norma se hace implícito el uso de cebada en la elaboración de la cerveza artesanal, para poder utilizar el término cerveza en el producto.

Al recopilar investigaciones para el desarrollo y sustento de proyecto de titulación se tiene que a nivel nacional existe el “Estudio de las condiciones de malteado de maíz (*Zea mays*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) que favorezcan su aptitud cervecera” (Espinoza y Espín, 2016). Este estudio tiene como objetivo determinar las condiciones de malteado de dos variedades mejoradas por el INIAP: maíz INIAP 111 y quinua Tunkahuan. Para llegar a eso se determinó la actividad amilásica durante la germinación. Se obtuvo que para el maíz se necesita 10 días para la mayor actividad enzimática y 33 horas para la quinua. En el horneado se determinó que las mejores características se alcanzan sometiendo al maíz a a 55°C por 21 horas y para la quinua sometiendo a 55°C por 20 horas.

Según Hidalgo y Tulcanaza (2016), en su investigación “Industrialización de granos andinos”, cerveza artesanal de quinua “Atiy”, el objetivo principal de fue el obtener una cerveza artesanal utilizando la quinua INIAP TUNKAHUAN por bajo contenido de saponina. Se determinó el tiempo de germinación (48 horas)

y horneado el cuál es realizado en tres fases. La primera alcanza los 50°C, posteriormente la segunda que lleva a una temperatura de 80°C y la última llega a los 100°C con el fin de alcanzar una humedad del 3%.

Por otro lado, Rodríguez (2015), en su investigación, “Efecto de la sustitución de cebada (*Hordeum vulgare*) por quinua (*Chenopodium quinoa*) y del ph inicial de maceración en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una cerveza tipo ale”, la cual desarrolla la sustitución de cebada por quinua en la elaboración de cerveza, se probaron varios tratamientos, pero el que mejor aceptación fisicoquímica y sensorial tuvo fue el que se reemplazó 25% de cebada por quinua.

Por último, existe una investigación que se titula “Desarrollo de cerveza artesanal ale y lager con malta de maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), carbonatada con azúcar y miel de abeja” (Mencia, Pérez, 2016), cuyo objetivo es utilizar maíz como adjunto cervecero y miel de abeja para la carbonatación natural. Aquí se realizó la evaluación a los 4 y 8 días del grado o nivel de carbonatación En este estudio se utilizó una mezcla de miel y azúcar para su carbonatación en donde se utilizó 4,64 g de miel de abeja y 2 g de azúcar.

Los estudios consultados permitirán orientar la presente investigación a alcanzar los objetivos y propuestas, así como dar sustento científico y por último dar una guía a seguir.

El proyecto busca diferenciar la cerveza artesanal con el uso de quinua y miel de abeja. Se pretende sincretizar productos tradicionales que elevan su valor nutricional y atraen a consumidores. Otro punto que hay que tomar en cuenta

para este proyecto es el aprovechamiento de la producción interna de quinua del país en procesos de malteado para la elaboración de cerveza.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

- Evaluar los efectos de la miel de abeja en la carbonatación natural de una cerveza artesanal elaborada a partir de cebada (*Hordeum vulgare*) y quinua (*Chenoponium quinoa*).

2.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la quinua en el proceso de fermentación de la cerveza, a través de la medición de los grados alcohólicos del producto final.
- Evaluar el funcionamiento de la miel de abeja como insumo para la carbonatación natural del producto.
- Establecer la aceptación del producto por parte de los consumidores a través de un análisis sensorial.

3. Marco Teórico

3.1. Origen de la cerveza

Sus orígenes son muy antiguos y datan desde hace 7000 años A.C. Sin embargo, su auge empieza a darse a partir del año 1040 D.C, ya que se crea la primera fábrica industrial de cerveza. (Suárez, 2013, p. 3).

La cerveza tiene su mayor apogeo en Alemania, ya que entre los años 1100 a 1200 se inicia el cultivo comercial del lúpulo, (uno de los principales ingredientes de la cerveza). En 1857, el químico Louis Pasteur descubre que la

levadura es la responsable de la fermentación alcohólica de la cerveza, lo que significa un avance importante en el control de calidad. En 1516 se emite la primera “Ley de Pureza de la Cerveza” que especifica que los únicos ingredientes para la su elaboración son: cebada, agua y lúpulo. (Hughes, 2014, p. 14).

Actualmente se sigue elaborando cervezas que cumplen con esta ley, esto significa una garantía de calidad al no presentar aditivos químicos añadidos. Sin embargo, la mayoría de las cervezas que se fabrican en todo el mundo son cervezas industriales que lamentablemente están muy lejos de parecerse a una legítima cerveza hecha exclusivamente con malta de cebada (Márquez, 2015, p. 21).

3.2. Cerveza a nivel industrial

En el país opera una sola empresa encargada de la producción de cerveza a nivel industrial, Cervecería Nacional. Esta fue fundada hace 130 años con el nombre de Guayaquil Lager Beer Brewery Association. Al principio funcionaba como una fábrica de cerveza y de hielo. Su principal marca de comercialización es Pilsener, la misma fue lanzada al mercado en 1913. Otra marca que tiene éxito es Club que salió al mercado en 1966. En 1974 se realiza una fusión con Cervecería Andina de Quito. Posteriormente, en el año 2005, la multinacional SAB Miller se convierte en el primer accionista de la empresa.

Según Zúñiga (2013, p. 1), las cervezas industriales 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. Otra diferencia importante es la gasificación que se da al producto ya que las cervecerías industriales añaden gas carbónico, mientras que las cervezas artesanales obtienen el gas carbónico de un proceso natural de fermentación.

3.3. Cerveza artesanal

La principal característica de las cervecerías artesanales es que utiliza materia prima de calidad y métodos tradicionales de elaboración (Hughes, 2014, p. 16). Las cervezas artesanales han crecido en el país 20 veces por año, desde el 2011 hasta la fecha, esto se dio cuando se crearon bares temáticos que elaboraban este licor para el consumo doméstico. En la actualidad existen cerca de 45 empresas que elaboran cerveza artesanal en el país. (Revista Líderes, 2015) Adicionalmente, las cervecerías artesanales empiezan a ganar mercado dentro de supermercados y autoservicios gracias a una resolución de la Superintendencia de Control de Poder del Mercado, la cual obliga a la mayor empresa cervecera nacional AB InBev (Cervecería Nacional) a ceder espacios en percha para su comercialización.

Como Hughes (2014, p. 10), dijo que la cerveza artesanal a diferencia de la cerveza industrial se demora en salir al mercado ya que existe un tiempo de madurado para que tenga el sabor requerido, por el contrario, la cervecería industrial, por su alta demanda, es elaborada y enviada al mercado inmediatamente.

3.4. Proceso de elaboración de la cerveza artesanal

El proceso de elaboración de la cerveza artesanal consta de los siguientes pasos:

3.4.1. Elaboración de la malta

El objetivo de la elaboración de la malta es la transformación de carbohidratos complejos (almidón) a carbohidratos más simples como son los azúcares, que es la base para la fermentación. Para ello se sumerge los granos en agua y se los deja que inicie la germinación. Posteriormente, cuando se da un crecimiento mínimo de raíces se procede a secar los granos para detener la germinación. Después se debe eliminar estas raíces, a través del proceso

conocido como volteo, que consiste en mover las semillas para que por el golpeteo las raíces se quiebren. (Hughes, 2014, p. 20).

El proceso de eliminar las raíces tiene por objetivo mantener las cantidades de sustancias nitrogenadas extraíbles que son importantes en el proceso de elaboración del mosto, a esto se la conoce como nitrógeno soluble total. Una malta con una cantidad de proteína estable se la considera importante en la formación de espuma. (Hough, 1990, p. 27).

Por último, se realiza el proceso del tostado. En esta etapa, mientras a más temperatura se somete al grano se obtendrá una malta oscura, con sabores intensos y aromas especiales. En contraste, si a la malta se la somete a menor temperatura de tostado se genera un alto poder enzimático, es decir se tiene una malta con gran cantidad de azúcares fermentables. (Hughes, 2014, p. 20).

3.4.2. Molienda

El objetivo de la molienda es de triturar la malta. Esta trituration no debe ser del todo el grano ya que se necesita de su cascarilla para dar cuerpo y sabores a la cerveza. El endospermo es necesario que sea destruido en parte para promover la extracción de azúcares fermentables. (Hough, 1990, p. 67).

3.4.3. Macerado

Según Hughes (2014, p. 58), la maceración consiste en colocar la malta en agua caliente (entre 65°C a 68°C) con el fin de disolver el almidón del cereal y convertirlo en azúcares fermentables. Existen varios tipos de maceración, entre los que tenemos: mantener el agua a una sola temperatura (infusión simple), colocar la malta a una temperatura baja (entre 35°C a 40°C) y aumento de la temperatura de forma escalonada hasta los 68°C (decocción).

3.4.4. Cocción

Para la cocción se lleva el producto del macerado (mosto) a ebullición. Esto tiene por objetivo eliminar los microorganismos que puedan existir en proceso anterior, detener la actividad enzimática, concentrar el mosto y producir aromas y sabores propios de la cerveza. En esta etapa se añade el lúpulo y demás ingredientes que sirven para dar características propias a la cerveza. (Hughes, 2014, p. 60).

3.4.5. Fermentación

Para Hough (1990, p. 133) para la fermentación se utilizan las levaduras, que son organismos unicelulares estas toman los azúcares fermentables presentes del mosto y los transforman en alcohol y dióxido de carbono.

Para la fermentación de la cerveza existen dos tipos: alta fermentación y baja fermentación. La primera es aquella que luego de finalizar el proceso ascienden a la superficie del mosto. Este tipo de microorganismos funcionan de mejor manera entre los 15°C a 22°C ya que las altas temperaturas favorecen la producción de ésteres, que pueden añadir notas frutales. El otro tipo es de baja fermentación, que consiste que luego de finalizar el proceso fermentativo se mantienen en la parte baja del fermentador y funcionan de mejor manera entre 8°C a 15°C. (Suárez, 2013, p. 11).

Por el tipo de fermentación existen dos tipos de cervezas: Lager, o cervezas de fermentación baja y Ale o cervezas de fermentación alta. Las primeras se caracterizan por ser ligeras, de color claro, con bastante gas y una graduación alcohólica moderada. El segundo tipo de cervezas se caracterizan por ser más oscuras en su color, espesas y un sabor más intenso y con una graduación alcohólica más alta. (Márquez, 2015, p. 27)

En la actualidad se utilizan las levaduras secas o frescas. Para Hughes (2014, p. 34), las secas tienen el beneficio que se pueden utilizar de manera directa en el mosto y duran, si se las mantiene en un lugar fresco y seco, por varios meses. Por otro lado, las frescas se las puede reutilizar y tienen una mayor eficacia al colocar en el mosto.

3.4.5.1. Fases de fermentación

Existen tres fases en la fermentación:

Fase lag o adaptativa en la que la levadura empieza a multiplicarse, posterior a esta fase se puede observar la formación de espuma.

Fase atenuativa, en la que la levadura toma los azúcares y los transforma en alcohol, dura algunos días, en este momento la densidad disminuirá y la espuma que se formó en el paso anterior desaparecerá.

Fase de acondicionamiento, aquí la levadura restante elimina subproductos no deseados. (Hughes, 2014, p. 35).

3.4.6. Clarificado

Existen algunos subproductos que quedan en suspensión luego del proceso de fermentación, esto se debe a la cantidad de proteínas presente en la cerveza. De igual manera pueden existir resinas, que son producto del lúpulo. Para ello se adicionan agentes clarificantes que toman estos subproductos y los llevan al fondo del fermentador para poder retirarlos. (Hughes, 2014, p. 66).

3.4.7. Cebado

El cebado es la adición de azúcar al mosto fermentado para que en el proceso de maduración alcance un nivel de carbonatación deseado. Este proceso se lo hace antes embotellar el producto. La cantidad de azúcar añadida depende del grado de carbonatación deseado y del tipo de cerveza a elaborar. (Hughes,

2014, p. 67). Se pueden utilizar diversos azúcares como miel de abeja, panela o azúcares simples como dextrosa, azúcar de caña, azúcar de miel o extracto de malta seco.

3.5. Materia prima a utilizar

3.5.1. Cebada

La cebada es el cereal más utilizado para producir la malta para cerveza, tiene un alto contenido de carbohidratos, que pueden transformarse en azúcares fermentables. Existen algunas variedades de cebada, entre las que tenemos de dos, cuatro y seis carreras (número de hileras de granos en una espiga). La más utilizada es la cebada de dos carreras ya que tiene una gran cantidad de azúcares fermentables y poca cantidad de proteína (Hough, 1990, p. 18).

3.5.2. Quinua

Según lo dicho por Mujica y otros (2006, p. 4), la quinua es un cereal que se cultiva principalmente en los países andinos de América del Sur. Históricamente la quinua se ha cultivado desde el norte de Colombia hasta el sur de Chile desde el nivel del mar hasta los 4.000 metros, pero su mejor producción se consigue en el rango de 2.500-3.800 m con una precipitación pluvial anual entre 250 y 500 mm y una temperatura media de 5°C a 14 °C.

La quinua se la considera como un alimento de alto valor nutricional ya que contiene proteínas de la mejor calidad en el reino vegetal por el balance ideal de sus aminoácidos esenciales, ácidos grasos como omega 3, 6 y 9, vitaminas y minerales como el calcio y el hierro (Mujica et al., 2006, p. 5).

Los cultivos de quinua en el país se encuentran en crecimiento, ya que, desde la segunda mitad de los años 1970, empezaron a disminuir y se llegaron a

perder varias especies al ser desplazadas por cultivos de mayor valor comercial. Con la ayuda de instituciones como el INIAP (instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) y MAGAP (Ministerio de Agricultura) la quinua empezó a resurgir. El país ha logrado impulsar proyectos de crecimiento y conservación de la especie y semillas de calidad. (Jacobsen, 2002, p. 3).

En Ecuador cerca del año 1983 se inició una campaña para la recuperación de este grano junto al amaranto y chocho. En 1992 el INIAP (instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) desarrolló y liberó para su comercialización y producción la especie Tunkahuan, cuya principal característica es la de tener un bajo contenido de saponinas (INIAP, 2013). Por ello el uso de esta especie de quinua se vuelve atractivo para la fabricación de cerveza.

A continuación, se muestra la tabla 1, que detalla el análisis físico químico y de minerales de la Quinoa Tunkahuan, del grano amargo y desaponificado.

Tabla 1.

Análisis proximal Quinoa Tunkahuan

ANALISIS PROXIMAL Y DE MINERALES			
DE INIAP TUNKAHUAN (en base seca)			
CONTENIDO	UNIDAD	GRANO AMARGO	GRANO DESAPONIFICADO
Proteína	%	15,73	16,14
Cenizas	%	2,57	3,27
Grasa	%	6,11	9,43
Fibra bruta	%	6,22	5,56
Carbohidratos	%	69,37	65,59
Saponina	%	0,06	0,00
Calcio	%	0,07	0,06
Fósforo	%	0,35	0,73
Magnesio	%	0,19	0,27
Sodio	%	0,01	0,02
Potasio	%	0,66	0,68
Hierro	ppm	95	53
Manganeso	ppm	22	32
Zinc	ppm	75	70
Cobre	ppm	8	8
Energía total	(kcal/100g)	474	480,84

3.5.3. Miel de abeja

Según la norma del Codex para la Miel (Codex stan 12-1981, rev. 1997) se establece que esta es una mezcla de azúcares simples. La miel es una

sustancia producida por las abejas obreras a partir de del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de las plantas.

El principal componente de la miel de abeja son los carbohidratos, en su mayoría (85% de sus sólidos) son glucosa y fructuosa. La miel es esencialmente una solución altamente concentrada de azúcares en agua. Los otros sólidos de la miel incluyen, al menos otros 25 azúcares complejos, sin embargo, algunos de ellos están presentes en niveles muy bajos y todos están formados por la unión de la fructosa y glucosa en diferentes combinaciones. (Ulloa, Mondragón, Rodríguez, Reséndiz, Rosas, 2010, p. 11).

Las enzimas que contiene la miel de abeja intervienen en el proceso de maduración, es decir son las responsables de la transformación de néctar a miel. La más importante es la α -glucosidasa (invertasa o sucrasa), ya que es la responsable directa de dicho cambio ya que convierte el disacárido (sacarosa) en sus constituyentes monosacáridos fructosa y glucosa. Otras enzimas presentes en la miel son la glucosa oxidasa, responsable en gran parte de las propiedades antibacterianas (Ulloa et al., 2010, p. 12).

3.5.4. Agua

El principal componente de la cerveza es el agua, contiene cerca del 95%, por ello la calidad y el perfil químico juegan un papel preponderante en el producto final. (Hough, 1990, p. 49).

Por ello Hughes (2014, p. 36), detalla que hay que tomar en cuenta el recorrido que realiza el agua hasta llegar a la planta procesadora, dado esto el agua se clasifica en duras y suaves. Agua dura es aquella que tiene gran cantidad de minerales, mientras que agua suave es aquella que no tiene gran cantidad de minerales.

Aguas blandas dan como resultado, cervezas suaves con pH bajos que se traducen en sabores limpios de cerveza, al contrario, las aguas duras con un pH alto dan cervezas ácidas que al mezclarse con cervezas muy tostadas equilibran dando un sabor fuerte. Por ello es importante realizar análisis de agua para conocer el producto a elaborar. (Hughes, 2014, p. 37).

3.5.5. Lúpulo

Según Márquez (2015, p. 34), el lúpulo se cultiva principalmente en zonas con climas templados. Para la elaboración de cerveza se utiliza únicamente la parte femenina de la planta, por ello cerca del mes de septiembre se inicia la cosecha de los conos femeninos. El lúpulo contiene resinas amargas y aceites esenciales (alfa y beta) que ayudan a la cerveza en su sabor, en procesos de conservación (acción bactericida) y en la retención de espuma.

Los ácidos alfa son los responsables del amargor en la cerveza y de igual manera ayudan con una acción bactericida. Estos no son solubles en agua, por ello, para su incorporación al mosto, es necesario llevarlos a ebullición. Los ácidos beta son los encargados de dar aroma y se los añade en la última etapa de cocción del mosto. (Hughes, 2014, p. 28).

Por ello su clasificación se basa según su lugar de producción y su origen. Dentro de estas clasificaciones se tienen aquellos que contienen gran cantidad de resinas amargas, otro grupo con gran cantidad de aromas y por último aquellos que tienen una doble función. (Hough, 1990, p. 88).

El lúpulo se puede añadir en diferentes etapas del proceso de cocción del mosto, por ejemplo, se puede añadir al inicio para dar el sabor amargo, equilibrar los sabores alcohólicos y dar suavidad a la cerveza. Asimismo, se

puede añadir en los últimos 30 minutos de cocción para aumentar el sabor amargo y dar aroma. (Hughes, 2014, p. 61).

Los lúpulos se distribuyen para su uso en cervecería de tres formas fundamentales: lúpulo natural desecado, plug o tabletas de lúpulo desecado comprimido y pellets o bolitas (lúpulo desecado, triturado y compactado). (Suárez, 2013, p. 11).

El lúpulo por sus propiedades es utilizado para la clasificación de la cerveza en función del amargor que proveen. Para esto se utilizan las unidades internacionales del amargor o IBU (Internacional Bittering Units). El IBU es una medida de concentración que se expresa en miligramos de iso- α -ácidos en un litro de mosto. El empleo de los lúpulos es muy importante para escoger un estilo y un perfil de amargor, sabor y aroma. (Suárez, 2013, p. 12).

4. Metodología

El presente proyecto de investigación se lo clasificó como una investigación explicativa, según Cazau (2006), la presente investigación explicativa buscó encontrar una síntesis del fenómeno en cuestión, para lo cual se estableció, de manera confiable, la naturaleza de la relación entre uno o más efectos o variables dependientes y una o más causas o variables independientes. Relacionado, a los objetivos planteados tenemos que la investigación buscó la relación entre la miel de abeja y la generación de dióxido de carbono en la segunda fermentación de la cerveza de cebada y quinua, por ello se analizó las variables: cantidad de miel de abeja, azúcar y mezcla de azúcar y miel, así como el tiempo para la segunda fermentación.

4.1. Diseño experimental

El diseño experimental en el cual se trabajó el proyecto es un diseño experimental, con dos tiempos de carbonatación (cuatro y ocho días) y dos tipos de edulcorantes, (azúcar y miel de abeja). Por ende, se manejaron las siguientes variables:

- Variable 1: el tiempo de segunda fermentación en botella que según la bibliografía investigada (Mencia y Pérez, 2016) recomendó hacerlo a los cuatro y ocho días.
- Variable 2: se manejaron dos tipos de edulcorantes, en este caso fueron el azúcar y la miel de abeja, su principal función es la de aportar azúcares que fueron los responsables de la producción de gas carbónico y el aumento de grado alcohólico (Mencia y Pérez, 2016). La cantidad de azúcar que, según Hughes, recomendó es de 4 g/l para una cerveza Ale. En cambio, para el cebado con miel de abeja para el mismo tipo de cerveza, recomendado por Mencia y Pérez fue de 14 g/l. Por último, para el cebado con la mezcla de azúcar y miel de abeja se utilizó 2 g/l de azúcar y 7 g/l de miel.

Para el análisis correspondiente de estos datos se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) de Microsoft Excel con dos factores (tipo de edulcorante y tiempo de segunda fermentación), con una sola muestra por grupo y posteriormente si es que se encuentran diferencias significativas se utilizó el método de diferenciación de medias de Tukey para verificar cuál de las medias tiene una diferencia significativa.

4.2. Tratamientos a elaborar

La mezcla de malta de cebada y de quinua se definió en 75% malta de cebada y 25% de malta de quinua, esto según Rodríguez (2015) que después de su análisis concluyó que esta mezcla es la adecuada para el desarrollo de la cerveza.

A continuación, se muestra la tabla 2 que detalla los tratamientos a los que fue sometida la cerveza.

Tabla 2.

Tratamientos a elaborar

TRATAMIENTO	MEZCLA DE CEREALES	TIEMPO DE SEGUNDA FERMENTACIÓN	EDULCORANTE
T1	CEBADA 75%, QUINUA 25%	CUATRO DÍAS	4 g/l de AZÚCAR
T2	CEBADA 75%, QUINUA 25%	CUATRO DÍAS	14 g/l MIEL DE ABEJA
T3	CEBADA 75%, QUINUA 25%	CUATRO DÍAS	2 g/l MIEL DE ABEJA, 7 g/l AZÚCAR
T4	CEBADA 75%, QUINUA 25%	OCHO DÍAS	4 g/l de AZÚCAR
T5	CEBADA 75%, QUINUA 25%	OCHO DÍAS	14 g/l MIEL DE ABEJA
T6	CEBADA 75%, QUINUA 25%	OCHO DÍAS	2 g/l MIEL DE ABEJA, 7 g/l AZÚCAR

Se realizaron en total 6 tratamientos con tres repeticiones cada uno, por lo tanto, se obtuvieron 18 unidades experimentales, de las cuales se tomó una unidad de cada variable experimental (6 unidades) y se las ingresaron al laboratorio para su análisis físico químico respectivo, que según la NORMA INEN 2262: 2003 BEBIDAS ALCOHÓLICAS. CERVEZA. REQUISITOS, consta de contenido alcohólico, acidez total, expresado como ácido láctico, carbonatación y pH. Dado esto se plantearon las siguientes hipótesis para su comprobación:

Hipótesis alternativa (H1): Los diferentes tipos de edulcorante y los días de segunda fermentación influyen en los parámetros físico químicos de la cerveza con cebada y quinua.

Hipótesis nula (Ho): Los diferentes tipos de edulcorante y los días de segunda fermentación no influyen en los parámetros físico químicos de la cerveza con cebada y quinua.

4.3. Preparación de los prototipos

4.3.1. Preparación de malta de quinua

Para el malteo de quinua se empleó la metodología, recomendada Espinoza (2015), que se detalla a continuación:

- **Absorción de agua:** los granos de quinua se los sumergió en agua por cerca de 30 minutos hasta que el porcentaje de humedad sea del 45%.
- **Germinación:** Luego de la absorción, se colocó la quinua en bandejas donde el grano germino por cerca de 33 horas.
- **Horneado:** Los granos germinados posteriormente se los colocó en el horno bajo las siguientes condiciones de secado:
 - **Secado:** 40°C, 0%HR, 5 horas
 - **Secado:** 45°C, 0%HR, 5 horas
 - **Secado:** 50°C, 0% HR, 4 horas
 - **Secado:** 60°C, 0% HR, 3 horas
- **Separación raicillas:** con la ayuda de un cedazo se separó las raicillas del grano germinado y horneado de quinua.

En la figura 1, se detalla el proceso de elaboración de la malta de quinua.

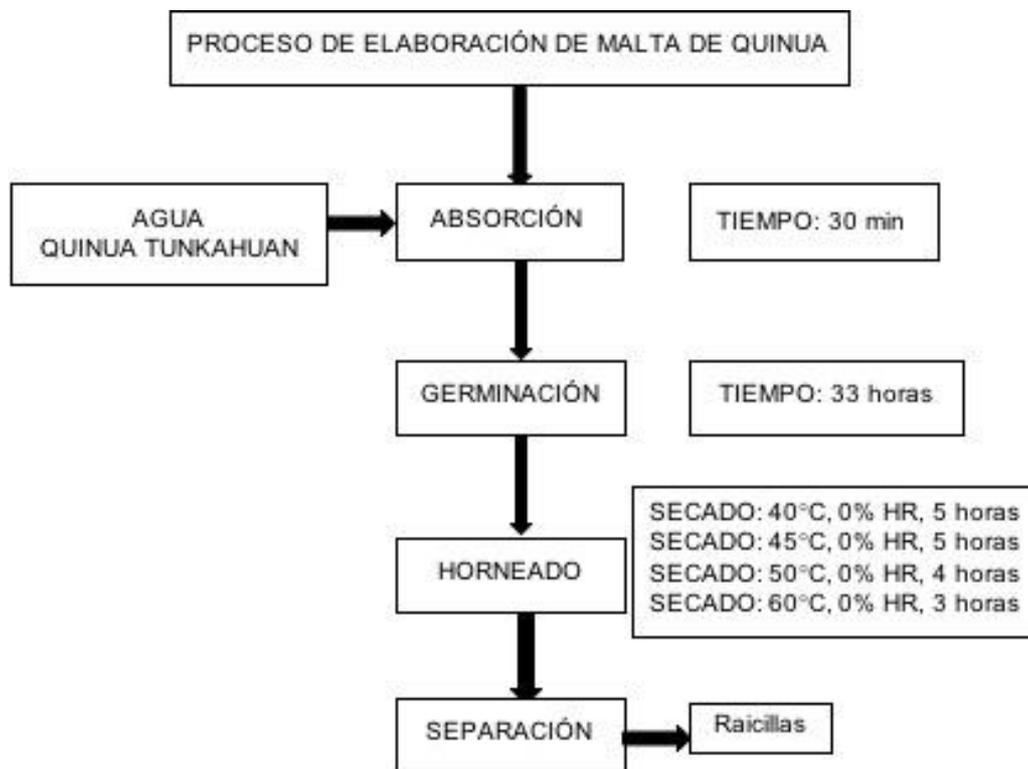


Figura 1. Diagrama de flujo proceso de elaboración de malta de quinua

4.3.2. Preparación de cerveza

Para la preparación de la cerveza se siguieron los siguientes pasos:

- **Molienda:** Se procedió a moler el grano malteado de quinua y de cebada, para reducir el tamaño de la partícula y con ello obtener una mejor presencia de azúcares disponibles para la fermentación.
- **Maceración:** La malta de quinua y cebada, ya molida se mezcló con agua caliente a 65°C por 60 minutos.
- **Filtración:** La mezcla anterior, se la filtro para retirar restos de granos e impurezas.
- **Adición de lúpulo y cocción del mosto:** Se inició la cocción del mosto en la cual se llevó a ebullición la mezcla, luego se añadió el lúpulo Saaz

(IBU 4.2%). Este proceso se lo hace durante 1 hora, faltando 20 minutos se añadió el lúpulo Hallertauer (5% IBU) y el clarificador de cerveza.

- **Filtración y enfriamiento:** Para asegurar la inocuidad del mosto se enfrió rápidamente hasta los 22°C, posterior a esto se filtró nuevamente para eliminar las impurezas.
- **Inoculación:** Se añadieron las levaduras responsables de la fermentación, por ello se utilizó la levadura cervecera, *Saccharomyces cerevisiae*.
- **Fermentación primaria:** El mosto frío e inoculado, se colocó en el fermentador para que se inicie la producción de alcohol.
- **Embotellado y segunda fermentación (cebado):** De acuerdo al tratamiento a elaborar, se colocó la cantidad determinada de azúcar, miel de abeja, y la mezcla de azúcar y miel de abeja. Posterior a esto se envaso en botellas color ámbar, para posteriormente a los 4 y a los 8 días se tomó el producto para su análisis físico químico. La norma INEN 2262 (Cerveza. Requisitos) determina que para el cálculo del contenido de grado alcohólico se debe basar en la norma INEN 2322 (Determinación de alcohol en bebidas alcohólicas) y para el cálculo del grado de carbonatación se basará en el análisis de volúmenes de CO₂ que se determina en la norma INEN 2324 (Determinación de dióxido de carbono "CO₂" y aire).

En la figura 2, se detalla el proceso de elaboración de la cerveza.

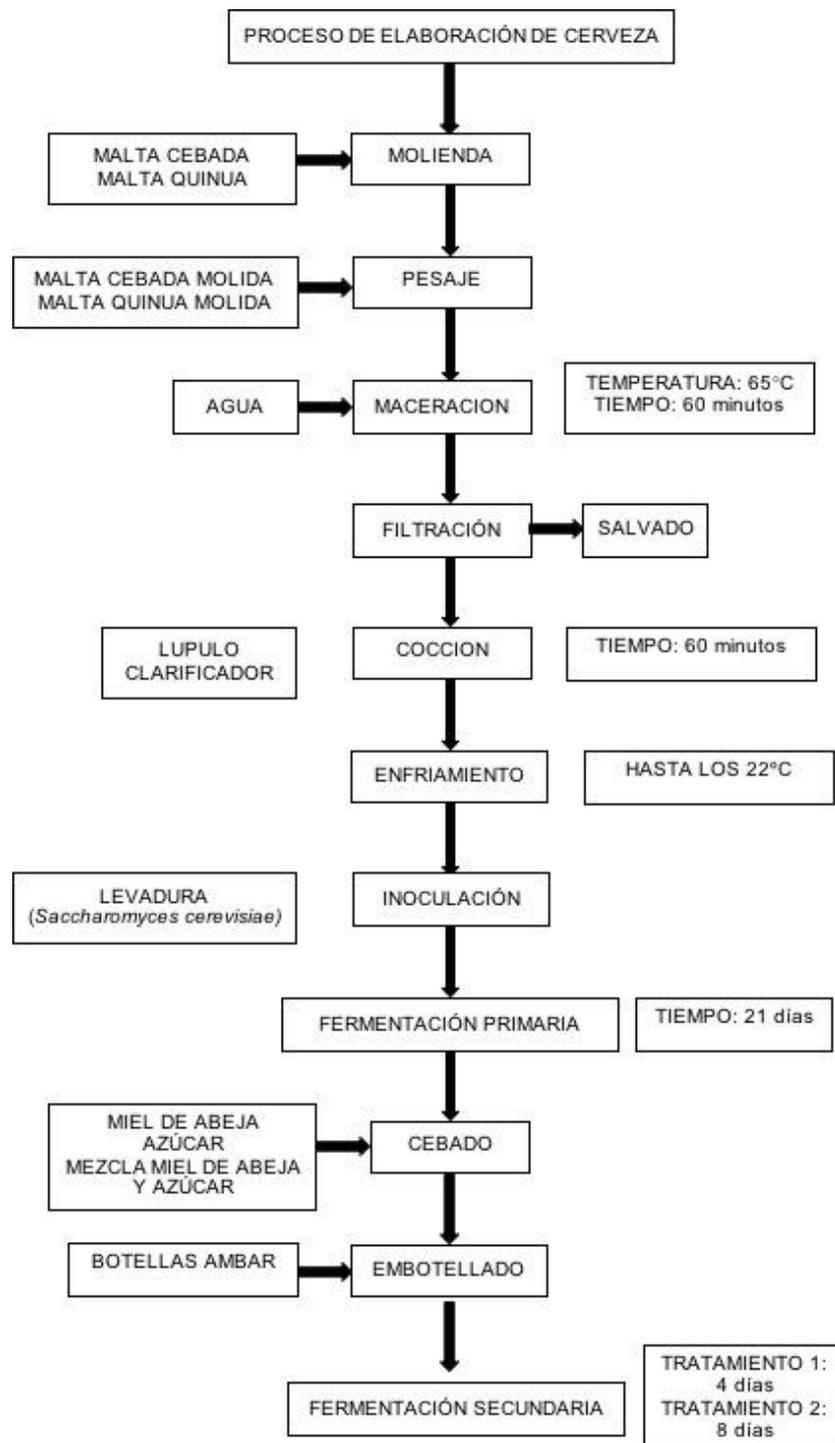


Figura 2. Diagrama de flujo proceso de elaboración de cerveza

4.4. Evaluación Sensorial

Se realizó un estudio de preferencia a través de una prueba de ordenamiento, esta se realizó con consumidores con el objetivo de analizar el nivel de agrado del producto.

- **Estudio de preferencia:** Para este estudio se utilizaron 30 consumidores, a los que se les presentó en vasos, 50 ml de cerveza de los 6 prototipos codificados con números aleatorios para que los panelistas prueben y califiquen si les agrada o no el producto y posteriormente coloquen en orden decreciente desde la muestra que más les gusto en la casilla 1 hasta la muestra que menos les gusto en la casilla 6. Entre cada muestra los panelistas se enjuagaron la boca con agua desmineralizada.

Para la tabulación de los datos se ponderó la escala de preferencia, dependiendo del orden en el cual se colocó las cervezas, en la tabla 3 se detalla los valores correspondientes para la calificación:

Tabla 3.

Ponderación análisis sensorial

POSICIÓN	CALIFICACIÓN
1	6
2	5
3	4
4	3
5	2
6	1

La puntuación máxima que puede obtener la cerveza fue de 180 y la puntuación mínima de 6. Dado esto se plantearon las siguientes hipótesis para su comprobación:

Hipótesis alternativa (H1): Los diferentes tipos de edulcorante y los días de segunda fermentación influyen en los parámetros físico químicos de la cerveza con cebada y quinua.

Hipótesis nula (H₀): Los diferentes tipos de edulcorante y los días de segunda fermentación no influyen en los parámetros físico químicos de la cerveza con cebada y quinua.

En la figura 3 se detalla el formato de análisis sensorial

NOMBRE: _____ **FECHA** _____

NOMBRE DEL PRODUCTO: CERVEZA

Frente a usted hay seis muestras de cerveza, que usted debe ordenar en forma creciente de acuerdo a su preferencia global, para ello debe colocar el número que se encuentra descrito en el vaso en cada casillero según su preferencia, que va desde el 1, la muestra que tiene más preferencia hasta la 6 que es la que menos preferencia tiene. Cada muestra debe llevar un orden diferente.

MUESTRA
1.
2.
3.
4.
5.
6.

COMENTARIOS:

MUCHAS GRACIAS

Figura 3. Formato análisis sensorial.

5. Resultados y discusión

5.1. Análisis físico químico

Se ingresó al laboratorio seis muestras de cerveza para el estudio físico químico, los análisis que se realizó fueron: grado alcohólico, carbonatación, acidez y pH, en la Tabla 4 se detalla los resultados reportados.

Tabla 4.

Resultados físico químicos de las muestras analizadas

RESULTADOS FISICO QUÍMICOS								
Parámetros físico químicos	TRATAMIENTOS						Requisito de la norma INEN 2262	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	MINIMO	MAXIMO
Grado alcohólico (%v/v)	2,30	2,50	2,50	2,30	2,50	2,10	1,00	10,00
Carbonatación (l CO ₂ /l)	3,01	2,63	2,25	2,63	2,63	2,63	2,20	3,50
Acidez total (% ácido láctico)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10		0,30
pH	4,79	4,79	4,81	4,80	4,78	4,77	3,50	4,80

Se comparó los datos obtenidos en los análisis de laboratorio versus los parámetros que exige la NORMA INEN 2262 (BEBIDAS ALCOHOLICAS. CERVEZA. REQUISITOS), se observó que los 6 tratamientos elaborados cumplen con los requerimientos de la norma ya que estuvieron dentro de los mínimos y máximos.

Los valores de acidez total para las seis muestras de cerveza fueron de 0,1% (m/m) de ácido láctico, valores que están dentro de lo determinado por la NORMA INEN 2262 y también se demostró que no existe alguna diferencia entre los días de segunda fermentación o el tipo de edulcorante utilizado. En el estudio que se realizó por parte de Hidalgo y Tulcanaza (2016), reportaron un

valor de 0,43% (m/m) valor que esta fuera de norma, mientras que en el estudio de Márquez (2015) reportó un valor de 0,3 % (m/m) que está dentro de norma, estos dos estudios tuvieron una característica en común que utilizaron quinua 100% en su formulación, condición que difiere a lo que se utilizó en la presente investigación. Sin embargo, esta variabilidad en la acidez, reportada en la literatura al elaborar cervezas con quinua, ejemplifica que la utilización de este producto no genera cambios en este parámetro como es el caso de este estudio.

Según Wagner (2015, p. 2), la acidez en alimentos está ligada en tener o no una sensación que agrade al paladar, acidez por encima de 4g/l comienza a no ser agradable al paladar de las personas, si comparamos los datos obtenidos la acidez se mantuvo constante en todas las muestras y el valor se encontró en el límite inferior, por ello los sabores de la cerveza no presentaron una sensación ácida.

El análisis estadístico se lo realizó por medio de un análisis de varianza (ANOVA) en la tabla 5 se detallan los resultados.

Tabla 5.

Resultados estadísticos de las muestras analizadas

RESULTADOS ESTADÍSTICOS						
Tratamientos	FACTOR A (tipo edulcorante)	FACTOR B (días segunda fermentación)	Grado alcohólico	Carbonatación	Acidez	pH
T1	Azúcar	4 días	2,30 +/- 0,00 ^a	3,01 +/- 0,07 ^a	0,01 +/- 0,00 ^a	4,79 +/- 0,00 ^a
T2	Miel	4 días	2,50 +/- 0,00 ^a	2,63 +/- 0,00 ^a	0,01 +/- 0,00 ^a	4,79 +/- 0,00 ^a
T3	Azúcar + Miel	4 días	2,50 +/- 0,08 ^a	2,25 +/- 0,07 ^a	0,01 +/- 0,00 ^a	4,81 +/- 0,00 ^a
T4	Azúcar	8 días	2,30 +/- 0,00 ^a	2,63 +/- 0,07 ^a	0,01 +/- 0,00 ^a	4,80 +/- 0,00 ^a
T5	Miel	8 días	2,50 +/- 0,00 ^a	2,63 +/- 0,00 ^a	0,01 +/- 0,00 ^a	4,78 +/- 0,00 ^a
T6	Azúcar + Miel	8 días	2,10 +/- 0,08 ^a	2,63 +/- 0,07 ^a	0,01 +/- 0,00 ^a	4,77 +/- 0,00 ^a
	P - valor (A*B)		p > 0,05*	p > 0,05*	p > 0,05*	p > 0,05*

* no existe diferencia significativa

5.1.1. Grado alcohólico

De las muestras que se analizó, las que presentaron mayor grado alcohólico fueron las muestras T2 y T5 (cebadas con miel a los cuatro y ocho días de segunda fermentación respectivamente), así como la muestra T3 (cebada con miel y azúcar de cuatro días de segunda fermentación).

Se analizó los datos obtenidos y se pudo observar no existe una diferencia significativa (con un nivel de confianza del 95%), con el tipo de edulcorante utilizado en el cebado de las muestras. Considerando los días de fermentación se observó similar comportamiento por lo que tampoco existió diferencia significativa entre los días de segunda fermentación.

En un estudio hecho por Rodríguez (2015), en el cual se empleó una sustitución de 25% malta de quinua y 75% malta de cebada, igual porcentaje de sustitución que se utilizó en la presente investigación, se reportó que el grado alcohólico fue de 4,08% (v/v), valor que distó del mayor valor obtenido en la presente investigación que fue de 2,50% (v/v).

Según Recalde (2017), el grado alcohólico obtenido en las formulaciones con maíz y quinua están en un rango de 1,65 a 2,43% (v/v), resultados muy similares a los que se obtuvieron en la presente investigación. El grado alcohólico depende de la cantidad de azúcares fermentables disponibles (Hughes, 2014, p. 22), eso se obtiene por varios factores, entre los que tenemos el tipo de cereal y también la granulometría del cereal antes de ingresar al mosto. Según Recalde (2017) “se molió la malta de quinua y maíz por separado en un molino convencional Corona, sin llegar a convertirla en harina”, igual proceso que se realizó en la presente investigación, por otro lado Márquez (2015), en su investigación realizó una mezcla de 20% de harina de quinua, 50% de grano partido y 30% de grano entero y obtuvo una cerveza con 4,3% (v/v), con ello se debe analizar que mientras más triturada se encuentre el cereal hay una mayor cantidad de azúcares fermentables disponibles y por

ende un potencial grado alcohólico mayor. Hidalgo y Tulcanaza (2016) recomiendan el uso de cáscara de arroz en la maceración para que no se formen grumos si se utiliza harina.

La cerveza del presente estudio se la clasificó como una bebida de bajo contenido alcohólico por la definición de la normal INEN que dice: “Cerveza de bajo contenido alcohólico: $1,0\% \text{ (v/v)} < \text{grado alcohólico} \leq 3,0\% \text{ (v/v)}$ ” (NORMAL INEN 2262, p. 3)

5.1.2. Carbonatación

Mientras que para la carbonatación la cerveza con mayor nivel, fue la T1, en segundo lugar, del nivel de carbonatación se encontró las cervezas T2 y T5, y de igual manera la muestra T4.

Con los datos conseguidos se pudo analizar que no existe una diferencia significativa con el tipo de edulcorante utilizado en el cebado de las muestras con un nivel de confianza del 95%. Cotejando con los días de fermentación se observó igual comportamiento por lo que tampoco existió diferencia significativa entre los días de segunda fermentación para la generación o no de CO_2 , con ello se puede concluir que con la cantidad de azúcar o miel que se añadió, al cuarto día las levaduras ya consumieron el azúcar en su totalidad y producen la cantidad de CO_2 necesaria. Según Hidalgo y Tulcanaza (2016), añadieron seis g de azúcar en el embotellado y produjo un grado de carbonatación de 3,29, que es un valor alto en comparación a los resultados obtenidos, pero con la diferencia que el presente estudio se utilizó cuatro días de segunda fermentación mientras que el otro estudio utilizó entre 15 a 20 días.

Según Hughes (2014, p. 66), para el cebado de la cerveza depende del azúcar que se utilice, el tipo de cerveza a elaborar y la cantidad de CO_2 que se

requiera, la cerveza que se elaboró se la considera una cerveza Ale (baja fermentación), por ello se recomendó añadir 4,1g de azúcar/l (Hughes, 2014, p. 66), mientras que para el cebado con miel se utilizó lo recomendado por Mencia y Pérez (2016), que utilizó 14 g/l, la diferencia de valores correspondió a la cantidad de glucosa disponible para la fermentación secundaria.

5.1.3. pH

El valor de pH de todas las muestras se encontró cerca del límite superior y únicamente la muestra T6 sobrepasa mínimamente el nivel superior, comparando estos datos con los obtenidos por Hidalgo y Tulcanaza (2016), el pH fue 4,21. Resultado que es cercano al obtenido.

Según los datos alcanzados se pudo concluir, el tipo de edulcorante utilizado en el cebado de las muestras no incide en los valores de pH obtenidos. Tomando en cuenta los días de fermentación se advirtió igual comportamiento por lo que tampoco existió diferencia significativa del pH entre los días de segunda fermentación. Según Hidalgo y Tulcanaza (2016), el valor de pH es importante para evitar la proliferación de bacterias y sobre todo tener el sabor característico de la cerveza, en su estudio se obtuvo valores de pH de 4,21 que es bajo al valor obtenido en la presente investigación, la diferencia se puede dar por el uso de 100% de quinua en la formulación. Para Kretzschmar, (2001, p. 9), durante el proceso de fermentación de la cerveza se producen ácidos orgánicos como el pirúvico, láctico, oxálico, sin embargo, el exceso de los mismos puede generar sabores extraños y características organolépticas desagradables.

Según Fernández (2013, p. 29), la fermentación en pH bajos trabaja de forma lenta, por ello el pH favorable para su funcionamiento es de 4,4 a 5,0. Por lo que los valores que se obtuvo en la presente investigación arrojan que las

levaduras se comportaron de buena manera. Salvo en un caso de la muestra T3 que sobrepaso el limite indicado en la norma.

Tomando en cuenta los datos que se analizó y revisando las hipótesis planteadas se tomó la hipótesis nula como válida, ya que estadísticamente no existió diferencia significativa en ninguna variable físico química, por lo que los días de fermentación y el tipo de edulcorante no afectan a dichas características.

5.2. Evaluación sensorial

A continuación, se presenta la tabla 6 y figura 4 con los resultados finales del análisis sensorial.

Tabla 6.

Resultados ponderación análisis sensorial de las muestras

DIAS DE SEGUNDA FERMENTACION	TOTALES
T2	114
T4	112
T5	111
T1	109
T3	96
T6	88

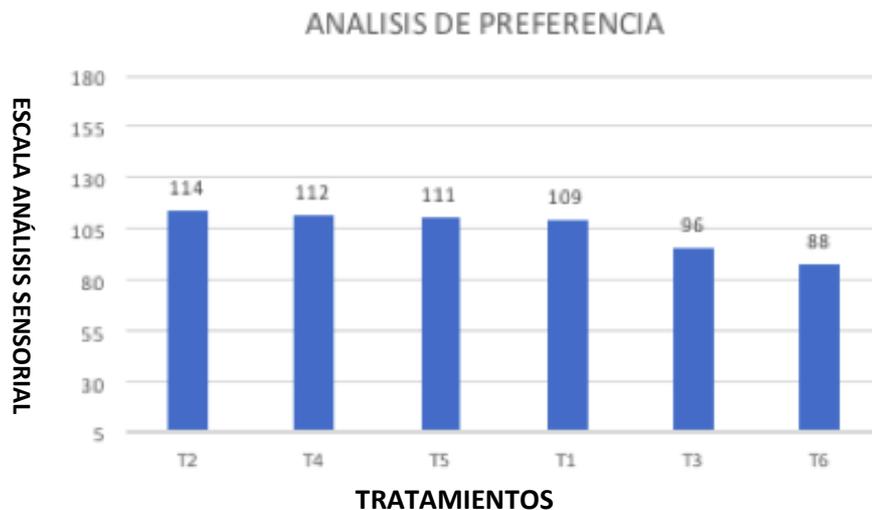


Figura 4. Resultados ponderación análisis sensorial de las muestras

Como se puede ver en la tabla 6, la cerveza T2, es la que obtuvo la mayor puntuación (114 puntos), según los consumidores consultados, en segundo lugar, tenemos la cerveza T4 (112 puntos) y en el tercer lugar, tenemos la cerveza T5 (111 puntos).

Las cervezas con menor puntaje fueron las muestras T3 y T6 con 96 y 88 puntos respectivamente. Esto se dio ya que la mezcla de azúcar y miel fue de 2 g de azúcar y 7 g de miel, si bien llegó a niveles de carbonatación y grado alcohólico adecuados, pero el sabor se vio afectado frente a los consumidores.

Al comparar los resultados con los que encontró Mencia y Pérez (2016), en cual dijo que “las cervezas que fueron carbonatadas con miel fueron las que mejor aceptación y preferencia tuvieron por parte de los panelistas”, se tiene relación con las que se encontró en este estudio ya que los tratamientos con miel T2 y T5 se encuentran en el primero y tercer puesto de preferencia de los consumidores. Esta preferencia se dio principalmente por el sabor que aporta la miel, ya que a más de azúcares fermentables (glucosa y fructuosa) existen

azúcares que no son fermentables y esos son los responsables del sabor y aroma (Gigliarelli, 2013).

Al tomar en cuenta, los resultados del análisis sensorial, que colocaron a la cerveza T2 en el primer lugar de aceptación y por otro lado los resultados físico químicos arrojaron que esta cerveza cumplió con los parámetros dichos por la norma, se puede concluir que fue el mejor tratamiento de la investigación. Al relacionar este dato con el objetivo principal del estudio, se pudo concluir que se cumple, ya que dada las características de cerveza versus los análisis físico químicos y los sensoriales determina que la miel de abeja ayuda a la carbonatación del producto y es de la preferencia de los consumidores a nivel sensorial.

Tomando en cuenta los datos que se analizó y revisando las hipótesis planteadas se tomó la hipótesis alternativa como válida, ya que para los consumidores que evaluaron las muestras si encontraron diferencia entre las mismas y calificaron a la cerveza T2 con mayor preferencia y la muestra T6 como la de menor preferencia.

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

Como se analizó durante toda la investigación y tomando en cuenta los resultados físico químicos presentados tenemos que la miel de abeja influye en la carbonatación natural de la cerveza de cebada y quinua, ya que los resultados físico químicos obtenidos en las muestras que llevan miel de abeja produjeron CO₂ en un rango entre 2,63 y 2,25 l de CO₂/l. Por el lado del análisis sensorial se concluye que la miel de abeja es el efecto diferenciador en la cerveza ya que los tratamientos que tuvieron miel de abeja están calificados como primer y tercer lugar en el análisis sensorial.

Sobre los resultados físico químicos y específicamente al referirse al grado alcohólico, los tratamientos evaluados arrojaron valores entre 2,50 y 2,10% (v/v) por lo que la quinua ayuda a la generación de alcohol en la cerveza.

La cerveza de cebada y quinua que en la evaluación sensorial tuvo mayor aceptación fue la carbonatada con miel de abeja y con cuatro días de segunda fermentación, el puntaje obtenido fue de 114 puntos. Con ello relacionando los resultados físico químicos y el análisis sensorial, el mejor tratamiento encontrado es el cebado con miel de abeja y con cuatro días de segunda fermentación, ya que cumple los requisitos de la norma y es la mejor calificada por los consumidores.

6.2. Recomendaciones

Analizando el proceso de elaboración se anotaron algunas recomendaciones para futuras investigaciones, se debería probar diferentes mezclas de cebada y quinua para evaluar si el efecto de miel de abeja es similar a los encontrados en esta investigación. También se recomienda probar con mezclas de maltas de cebada rojas o negras o con otros cereales que ayuden a diversificar el mercado de las cervezas. Realizar investigaciones sobre el proceso de malteado de los diferentes tipos de quinua, para así encontrar diferentes maltas que aporten colores o sabores nuevos.

Por otro lado se recomienda el uso de diferentes tipos de edulcorantes como mieles de diferentes orígenes para potenciar y diversificar las cervezas que actualmente se producen.

Un problema que se presentó durante el desarrollo fue la existencia de sedimentos, los cuales se podrían retirar a través de técnicas de filtrado para evitar su aparición en el envase. Por último se recomienda determinar mediante estudio de vida útil la duración de la cerveza.

Referencias

- Espín, N. Espinoza, N. (2016). Estudio de las condiciones de malteado de maíz (Zea mayas) y quinua (*Chenopodium quinoa*) que favorezcan su aptitud cervecera. Recuperado 10 de abril 2017, de http://www.academia.edu/25412879/Estudio_de_las_condiciones_de_malteado_de_ma%C3%ADz_Zea_mays_y_quinua_Chenopodium_quinoa_que_favorezcan_su_aptitud_cervecera
- Fernández, L. (2013). Determinación del tiempo de crecimiento exponencial de la levadura *Saccharomyces carlsbergensis*, en tanques verticales cilindro cónicos, en la fase de fermentación del proceso de elaboración de Cerveza Pilsener, Cervecería Nacional S.A. Planta Quito. Recuperado 2 de octubre 2018, de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5047/1/54354_1.pdf
- Gigliarelli, P. (2013). Miel en la elaboración de cerveza. Recuperado 2 de octubre 2018, de <http://www.revistamash.com/2017/detalle.php?id=401>
- Hidalgo, J. Tulcanaza, F. (2016). Industrialización de granos andinos cerveza artesanal de quinua "Atiy". Recuperado 29 de marzo 2017, de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3593/1/T-UTC-00830.pdf>
- Hough, J. (1990). Biotecnología de la cerveza y de la malta. (1era edición). Zaragoza – España: Editorial Acribia.
- Hughes, G. (2014). Como elaborar cerveza casera. (1era edición). Barcelona – España: Ediciones Omega.

- Márquez, A. (2015). Elaboración de una cerveza orgánica a partir de la quinoa (*Chenopodium quinoa*). Recuperado 29 de marzo 2017, de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2836/7/CD000021-TRABAJO%20COMPLETO-pdf>
- Mencia, G. Pérez, R. (2016). Desarrollo de cerveza artesanal ale y lager con malta de maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), carbonatada con azúcar y miel de abeja. Recuperado 29 de marzo 2017, de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5772/1/AGI-2016-T027.pdf>
- Mujica, A., Ortíz Romero, R., Bonifacio, A., Saravia, R., Corredor, G., Romero, A., & Jacobsen, S-E. (2007). Agroindustria de la Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en los Países Andinos: Proyecto Quinoa: Cultivo Multipropósito para los Países Andinos. Peru - Bolivia - Colombia. Puno, Perú: Editorial Altiplano E.I.R.L.. Recuperado 29 de marzo 2017, de [https://research.ku.dk/search/?pure=en/publications/agroindustria-de-la-quinoa-chenopodium-quinoa-willd-en-los-paises-andinos\(11189020-a1c3-11dd-b6ae-000ea68e967b\)/export.html](https://research.ku.dk/search/?pure=en/publications/agroindustria-de-la-quinoa-chenopodium-quinoa-willd-en-los-paises-andinos(11189020-a1c3-11dd-b6ae-000ea68e967b)/export.html)
- Recalde, M. (2017). Obtención de una bebida tipo cerveza a partir de malta maíz (*Zea mays*) y quinoa (*Chenopodium quinoa*). Recuperado 6 de mayo 2018, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17533>
- Repo, R. Espinoza, C. y Jacobsen, S. E., (2000). Valor nutricional y usos de la Quínoa (*Chenopodium quinoa*) y de la Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). Recuperado 4 de octubre 2017, de http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro14/cap5.1.htm

Revista Líderes. (2015). La cerveza artesanal vive un 'boom' en Ecuador. Recuperado de 6 de mayo 2018, de <http://www.revistalideres.ec/lideres/cerveza-artesanal-vive-ecuador-negocios.html>

Rodríguez, W. (2015). Efecto de la sustitución de cebada (*Hordeum vulgare*) por quinua (*Chenopodium quinoa*) y del pH inicial de maceración en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una cerveza tipo ale. Recuperado 6 de mayo de 2018, de <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/815>

Suárez, M. (2013). Cerveza: componentes y propiedades. Recuperado 25 de septiembre 2018, de http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/19093/8/TFM_%20Maria%20Suarez%20Diaz.pdf

Ulloa, J. Mondragón, P. Rodríguez, R. Reséndiz, JY. Rosas, P. (2010). La miel de abeja y su importancia. Recuperado 8 de abril 2017, de <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/01-04/2.pdf>

Wagner, M. (2005). Acidez y pH. Recuperado 2 de octubre 2018, de http://www.cerveceroscaseros.com.ar/Ph_y_acidez_%20Mauricio_Wagner.pdf

Anexos

ANEXO 1 Formato de evaluación sensorial

NOMBRE: _____ **FECHA** _____

NOMBRE DEL PRODUCTO: CERVEZA

Frente a usted hay seis muestras de cerveza, que usted debe ordenar en forma creciente de acuerdo a su preferencia global, para ello debe colocar el número que se encuentra descrito en el vaso en cada casillero según su preferencia, que va desde el 1, la muestra que tiene más preferencia hasta la 6 que es la que menos preferencia tiene. Cada muestra debe llevar un orden diferente.

MUESTRA
1.
2.
3.
4.
5.
6.

COMENTARIOS:

MUCHAS GRACIAS

ANEXO 2 Resultados físico químicos



LABORATORIO DE
ENSAYO ACREDITADO
POR EL SAE CON
ACREDITACIÓN
Nº OAE LE 1C 06-002

INFORME TÉCNICO

INF. LASA 26-09-18-RS04561-18
ORDEN DE TRABAJO No. 006978

DATOS DEL CLIENTE

SOLICITADO POR: ESTEBAN FRANCISCO MOSCOSO BUITRÓN
DIRECCIÓN: MOTILONES L50 Y BERMEJO
TELÉFONO / FAX: 0984431423

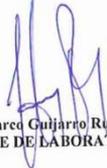
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

NOMBRE DEL PRODUCTO: CERVEZA CEBADA Y QUINUA AZÚCAR 4			
MARCA COMERCIAL: QUINBEER		FABRICANTE: ESTEBAN MOSCOSO	
TIPO DE PRODUCTO: BEBIDA ALCOHOLICA		FORMA DE CONSERVACIÓN: REFRIGERACIÓN	
ENVASE INMEDIATO: BOTELLA DE VIDRIO AMBAR		PRESENTACIONES: 330 ml	
COD. MUESTRA: 18866-18	FECHA DE ELAB.: 24-06-2018	FECHA DE EXP.: 24-12-2018	Nº LOTE: 2406-4
FECHA RECEPCIÓN: 14-09-2018	FECHA DE ANÁLISIS: 14-09-2018/ 26-09-2018	FECHA DE ENTREGA: 26-09-2018	

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

PARAMETRO ANALIZADO	RESULTADO	UNIDAD	REQUISITO DE LA NORMA INEN 2262		METODO DE ANALISIS
			MIN	MAX	
GRADO ALCOHOLICO A 20 °C	2,3	% v/v	1,0	10,0	PEE-LASA-BR-43 AOAC 982.10
ACIDEZ TOTAL (Ácido Láctico)	0,1	% m/m	---	0,3	*NTE INEN 2323
CARBONATACIÓN	3,01	l CO ₂ /l	2,2	3,5	*NTE INEN 2324
pH	4,79	---	3,5	4,8	*PEE-LASA-FQ-03 AOAC 981.12 B

-LOS ENSAYOS MARCADOS CON (*) ESTÁN FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL SAE


Dr. Marco Guíjarro Ruales
GERENTE DE LABORATORIO

LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida en el laboratorio.
Prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469- 814 / 2269-012
Juan Ignacio Pareja OES-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815
Celular: 099 9236 287 • e-mail: info@laboratoriolasa.com
web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador

Page 1 of 1



INFORME TÉCNICO

INF. LASA 26-09-18-RS04557-18
ORDEN DE TRABAJO No. 006978

DATOS DEL CLIENTE

SOLICITADO POR: ESTEBAN FRANCISCO MOSCOSO BUITRÓN
DIRECCIÓN: MOTILONES L50 Y BERMEJO
TELÉFONO / FAX: 0984431423

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

NOMBRE DEL PRODUCTO: CERVEZA CEBADA Y QUINUA MIEL			
MARCA COMERCIAL: QUINBEER		FABRICANTE: ESTEBAN MOSCOSO	
TIPO DE PRODUCTO: BEBIDA ALCOHOLICA		FORMA DE CONSERVACIÓN: REFRIGERACIÓN	
ENVASE INMEDIATO: BOTELLA DE VIDRIO AMBAR		PRESENTACIONES: 330 ml	
COD. MUESTRA: 18862-18	FECHA DE ELAB.: 24-06-2018	FECHA DE EXP.: 24-12-2018	N° LOTE: 2406
FECHA RECEPCIÓN: 14-09-2018	FECHA DE ANÁLISIS: 14-09-2018/ 26-09-2018	FECHA DE ENTREGA: 26-09-2018	

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

PARAMETRO ANALIZADO	RESULTADO	UNIDAD	REQUISITO DE LA NORMA INEN 2262		METODO DE ANALISIS
			MIN	MAX	
GRADO ALCOHOLICO A 20 °C	2,5	% v/v	1,0	10,0	PEE-LASA-BR-43 AOAC 982.10
ACIDEZ TOTAL (Ácido Láctico)	0,1	% m/m	---	0,3	*NTE INEN 2323
CARBONATACIÓN	2,63	l CO ₂ /l	2,2	3,5	*NTE INEN 2324
pH	4,78	---	3,5	4,8	*PEE-LASA-FQ-03 AOAC 981.12 B

-LOS ENSAYOS MARCADOS CON (*) ESTÁN FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL SAE



Dr. Marco Guijarro Ruales
GERENTE DE LABORATORIO

LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida en el laboratorio.
Prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469- 814 / 2269-012
Juan Ignacio Pareja OE5-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815
Celular: 099 9236 287 • e-mail: info@laboratoriolasa.com
web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador

Page 1 of 1



INFORME TÉCNICO

INF. LASA 26-09-18-RS04559-18
ORDEN DE TRABAJO No. 006978

DATOS DEL CLIENTE

SOLICITADO POR: ESTEBAN FRANCISCO MOSCOSO BUITRÓN
DIRECCIÓN: MOTILONES L50 Y BERMEJO
TELÉFONO / FAX: 0984431423

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

NOMBRE DEL PRODUCTO: CERVEZA CEBADA Y QUINUA AZÚCAR Y MIEL			
MARCA COMERCIAL: QUINBEER		FABRICANTE: ESTEBAN MOSCOSO	
TIPO DE PRODUCTO: BEBIDA ALCOHOLICA		FORMA DE CONSERVACIÓN: REFRIGERACIÓN	
ENVASE INMEDIATO: BOTELLA DE VIDRIO AMBAR		PRESENTACIONES: 330 ml	
COD. MUESTRA: 18864-18	FECHA DE ELAB.: 24-06-2018	FECHA DE EXP.: 24-12-2018	N° LOTE: 2406
FECHA RECEPCIÓN: 14-09-2018	FECHA DE ANÁLISIS: 14-09-2018/ 26-09-2018	FECHA DE ENTREGA: 26-09-2018	

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

PARAMETRO ANALIZADO	RESULTADO	UNIDAD	REQUISITO DE LA NORMA INEN 2262		METODO DE ANALISIS
			MIN	MAX	
GRADO ALCOHOLICO A 20 °C	2,1	% v/v	1,0	10,0	PEE-LASA-BR-43 AOAC 982.10
ACIDEZ TOTAL (Ácido Láctico)	0,1	% m/m	---	0,3	*NTE INEN 2323
CARBONATACIÓN	2,63	l CO ₂ /l	2,2	3,5	*NTE INEN 2324
pH	4,77	---	3,5	4,8	*PEE-LASA-FQ-03 AOAC 981.12 B

-LOS ENSAYOS MARCADOS CON (*) ESTÁN FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL SAE



Dr. Marco Guijarro Ruales
GERENTE DE LABORATORIO

LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida en el laboratorio.
Prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469- 814 / 2269-012

Juan Ignacio Pareja OE5-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815

Celular: 099 9236 287 • e-mail: info@laboratoriolasa.com

web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador

Page 1 of 1



ANEXO 3 Análisis estadístico (ANOVA) parámetros físico químico

Análisis de varianza GRADO ALCOHÓLICO						
RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
MIEL	2	5	2,500	0,000		
AZUCAR	2	4,6	2,300	0,000		
MIEL + AZUCAR	2	4,6	2,300	0,080		
DIA 4	3	7,3	2,433333333	0,013333333		
DIA 8	3	6,9	2,3	0,04		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	0,053	2,000	0,027	1,000	0,500	19,000
Columnas	0,027	1,000	0,027	1,000	0,423	18,513
Error	0,053	2,000	0,027			
Total	0,133	5,000				

Análisis de varianza CARBONATACION						
RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
MIEL	2	5,26	2,63	0,0000		
AZUCAR	2	5,64	2,82	0,0722		
MIEL + AZUCAR	2	4,88	2,44	0,0722		
DIA 4	3	7,89	2,63	0,1444		
DIA 8	3	7,89	2,63	0,0000		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	0,1444	2	0,0722	1,000	0,500	19,000
Columnas	0	1	0	0,000	1,000	18,513
Error	0,1444	2	0,0722			
Total	0,2888	5				

Análisis de Varianza ACIDEZ						
RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
MIEL	2	0,2000	0,1000	0,000		
AZUCAR	2	0,2000	0,1000	0,000		
MIEL-AZUCAR	2	0,2000	0,1000	0,000		
DIA	3	0,3000	0,1000	2,8889E-34		
DIA	3	0,3000	0,1000	2,8889E-34		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	1,15556E-33	2	5,77779E-34	65535	#DIV/0!	19
Columnas	0	1	0	65535	#DIV/0!	18,51282051
Error	0	2	0			
Total	1,15556E-33	5				

Análisis de Varianza pH						
RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
MIEL	2	9,57	4,785	0,00005		
AZUCAR	2	9,59	4,795	0,00005		
MIEL-AZUCAR	2	9,58	4,79	0,00080		
DIA	3	14,39	4,796666667	0,000133333		
DIA	3	14,35	4,783333333	0,000233333		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	1E-04	2	5E-05	0,157894737	0,863636364	19
Columnas	0,000266667	1	0,000266667	0,842105263	0,455668946	18,51282051
Error	0,000633333	2	0,000316667			
Total	0,001	5				

ANEXO 4 Fotografías estudiantes realizando evaluación sensorial



