



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE FERMENTACIÓN EN LA
PRODUCCIÓN DE CERVEZAS TIPO LAGER Y ALE

BLACK NAVARRO ANDRES ARTURO
INGENIERO EN ALIMENTOS

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE FERMENTACIÓN EN LA
PRODUCCIÓN DE CERVEZAS TIPO LAGER Y ALE

BLACK NAVARRO ANDRES ARTURO
INGENIERO EN ALIMENTOS

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

EXAMEN COMPLEXIVO

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE FERMENTACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE
CERVEZAS TIPO LAGER Y ALE

BLACK NAVARRO ANDRES ARTURO
INGENIERO EN ALIMENTOS

CHERREZ NEACATO ANGELICA ESTEFANIA

MACHALA, 16 DE FEBRERO DE 2022

MACHALA
16 de febrero de 2022

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE FERMENTACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE CERVEZAS TIPO LAGER Y ALE

por Black Navarro Andres Arturo

Fecha de entrega: 02-mar-2022 12:53p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1774820445

Nombre del archivo: EXAMEN_COMPLEXIVO_PARTE_PRACTICA_BLACK_ANDRES.pdf (557.98K)

Total de palabras: 7179

Total de caracteres: 42620

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, BLACK NAVARRO ANDRES ARTURO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Análisis de las condiciones de fermentación en la producción de cervezas tipo lager y ale, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 16 de febrero de 2022



BLACK NAVARRO ANDRES ARTURO
0706974433

DEDICATORIA

En símbolo de gratitud mi dedicatoria va dirigida a Dios, ser sobrenatural que rige nuestras vidas día a día brindándonos la oportunidad de vivir y cristalizar nuestros objetivos; a mis padres que son el apoyo incansable para cumplir esta meta, a mi hermano que es mi fuente de inspiración y lograr ser el modelo a seguir.

Andrés Arturo Black Navarro.

AGRADECIMIENTO

A Dios quien me proporciona la salud y vida para cristalizar cada una de mis metas planteadas a lo largo de mi existencia.

A mis padres Blanquita y Arturo, por su guía, soporte, abnegación durante cada uno de los días de mi vida, logrando así cumplir mi sueño de ser buen profesional.

A mi hermano Alberto, por ser mi compañero de vida y fórmula perfecta con lazos de hermandad y amor.

A mi enamorada Geanella, por su apoyo incondicional en mi carrera universitaria y darme las fuerzas para seguir adelante día a día.

A la UTMACH por brindarme el espacio de formarme profesionalmente, que a través de los docentes me transmitieron toda su sapiencia a lo largo de mi carrera profesional.

A la Msc. Angélica Estefanía Cherrez Neacato mi estimada tutora por su colaboración, orientación y guía en la cristalización de este proyecto.

Andrés Arturo Black Navarro.

RESUMEN

“ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE FERMENTACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE CERVEZAS TIPO LAGER Y ALE”

Considerando que la cerveza es una de las bebidas más importantes a nivel mundial, que se obtiene de la fermentación de granos de cebada y malta, con una graduación alcohólica relativamente baja, entender cada uno de sus pasos en el proceso de elaboración y la influencia de cada uno de sus ingredientes en las características sensoriales de la bebida permiten al productor tener un control acertado de los resultados. El presente trabajo práctico correspondiente al examen complejo, que tiene como título “Análisis de las condiciones de fermentación en la producción de cervezas tipo lager y ale”, es una revisión bibliográfica con el objetivo de analizar las condiciones de fermentación de cerveza tipo lager y ale, mediante la comparación de las mismas, para establecer las diferencias en el producto final, determinando las principales características en cuanto al tipo de levadura utilizada, temperatura, tiempo de fermentación, ingredientes y almacenamiento. La metodología utilizada de revisión de literatura, tomando en consideración artículos y bibliografía, según consultas de Scopus, EBSCO, Dialnet, Biblioteca UTMACH, Google Académico, desde el 2017 hasta el 2022. El sector cervecero en los últimos años demuestra una gran expansión y crecimiento, es así que los consumidores son cada vez más exigentes y consideran aspectos como sabor, cuerpo, aroma, por ello los productores necesitan considerar en sus procesos de elaboración la calidad de la materia prima, maceración, cocción, fermentación, puesta a punto y optimización.

Palabras clave: fermentación, condiciones, producción, cerveza, lager, ale.

ABSTRACT

"FERMENTATION CONDITIONS ANALYSIS IN THE PRODUCTION OF LAGER AND ALE BEERS".

Considering that beer is one of the most important beverages worldwide which one is obtained from the fermentation of barley grains and malt, with a relatively low alcohol content, understanding of the steps in the brewing process and the influence of each of its ingredients on the organoleptic characteristics of the fermentation product allows the producer to have an accurate control of the results. In this practical work corresponding to the complex examination, entitled "FERMENTATION CONDITIONS ANALYSIS IN THE PRODUCTION OF LAGER AND ALE BEERS", a literature review was carried out with the objective of analyze an compare the fermentation conditions of lager and ale beers, to establish the differences in the final product, determining the main characteristics considering the type of yeast used, temperature, fermentation time, ingredients and storage. For literature review, we have used articles and bibliographies obtained from Scopus, EBSCO, Dialnet, Utmach Library, Google Scholar data bases, Since 2017 to 2022. The beer sector, at artesianian and insdustrial level, in recent years shows a great expansion and growth, it is so in consumers increasingly demanding and consider aspects such as flavor, body, aroma, so they need to consider in their brewing processes the quality of the raw material, mashing, cooking, fermentation, tuning and optimization.

Keywords: fermentation, conditions, production, beer, lager, ale.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1 OBJETIVOS	10
1.1.1 Objetivo General.....	10
1.1.2 Objetivos Específicos	10
2. DESARROLLO	11
2.1. Historia de la cerveza.....	11
2.2. Elaboración de cerveza	12
2.3. Materias primas empleadas en la elaboración de la cerveza.....	14
2.3.1. Malta.....	14
2.3.2. Lúpulo.....	14
2.3.3. Levadura	15
2.3.4. Agua	15
2.4. Proceso de elaboración de la cerveza.....	15
Recepción	17
Germinación	17
Secado.....	17
Molienda.....	17
Mezclado	18
Macerado	18
Filtración del Mosto	18
Proceso de cocción, Whirlpool y enfriamiento del Mosto	18
Fermentación	19
Maduración.....	19
Embazado	19
Distribución	19
2.5. Clasificación de la cerveza	20
2.6. Cerveza Lager	20
2.6.1. Descripción de las etapas en el proceso	21
2.7. Cerveza Ale.....	22
2.7.1. Descripción de las etapas en el proceso	22

2.7.2. Condiciones de fermentación	23
2.8. Requisitos para la elaboración de una bebida alcohólica no destilada.	23
2.9. Diferencias en el producto final de la cerveza Lager y Ale.....	25
2.10.Requisitos bromatológicos y microbiológicos para bebidas no destiladas.....	26
2.11. Cantidad de alcohol.....	27
2.12. Color.....	27
3. CONCLUSIONES	28
4. BIBLIOGRAFÍA	29

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Mapa de consumo de cervezas 33 cl en el mundo.....	12
Ilustración 2: Cereales cerveceros	13
Ilustración 3: Diagrama de flujo para la elaboración de cerveza.....	16

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Disposiciones Generales permitidas y no permitidas en la elaboración de cerveza.....	24
Tabla 2: Cervezas Ale y Lager	25
Tabla 3: Requisitos físico y químicos.	26
Tabla 4: Requisitos Microbiológicos.	26

1. INTRODUCCIÓN

El ser humano está en constante transformación, evolucionando dentro de una sociedad, los grandes inventos y descubrimientos forman parte del día a día, desde la antigüedad la cerveza ha sido considerada un gran hallazgo, una vez que se realizó su descubrimiento se ha ido perfeccionando a través de los siglos gracias a numerosos experimentos, dando paso a la gran variedad de presentaciones, sabores y calidad (Pérez, et al, 2015).

La cerveza es una bebida de bajo grado de alcohol cuyas cualidades son beneficiosas para la salud por la presencia de compuestos antioxidantes (polifenoles), que reducen la presencia de radicales libres en el organismo y que además es una fuente importante de ácido fólico, compuesto que puede disminuir el riesgo de malformaciones en la columna vertebral del feto previniendo defectos en el nacimiento de niños (Pérez, et al, 2015).

A nivel mundial el consumo de la cerveza ha tenido un crecimiento sostenido y acelerado, de allí la industrialización de la misma, parte de la cosecha de sus cereales, sus ingredientes, su fermentación, contenido, entre otros, y dadas las preferencias del consumidor estas demandan exigencias; la industria cervecera se encamina hacia nuevos productos a ofrecer en el mercado, basándose en la calidad, beneficios, competencia, evidenciándose notable expansión y constante crecimiento que apuntala a la producción artesanal ya que los consumidores son cada vez más exigentes, valoran los distintos matices y sabores que aportan este tipo de cervezas, así como también diferencian la calidad de la misma (Barcelona, 2021).

La industria cervecera por su demanda de consumo es una de las más dinámicas de la economía, ocupa la lista de los top diez, mantiene un alto índice de contrato de personal, es una actividad muy rentable a tal punto que se mantiene el crecimiento por medio de asociaciones, adquisiciones y fusiones llegando a un control oligopólico del mercado, adquiriendo así una mayor importancia para la expansión y modernización de tecnología (Pérez, Guzman, & Mayo, 2021).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Analizar las condiciones de fermentación de la cerveza tipo lager y ale, mediante la comparación de su proceso de elaboración para establecer las diferencias en su producto final.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Describir las etapas del proceso fermentativo para la producción de los dos tipos de cervezas lager y ale, analizando todos los factores involucrados en cada proceso.
- Comparar las condiciones de fermentación de la cerveza tipo lager y ale, tales como temperatura, tiempo de fermentación, almacenamiento, contenido alcohólico, ingredientes y el tipo de levadura, destacando las principales diferencias, generando un cuadro comparativo.
- Analizar las características sensoriales que diferencian el producto final entre las cervezas tipo lager y ale, para establecer la calidad en las mismas.
- Establecer los requisitos para la elaboración de una bebida alcohólica no destilada (cerveza) en base a la NTE INEN 2262, para una producción óptima.

2. DESARROLLO

2.1. Historia de la cerveza

Una de las bebidas más antiguas de la historia, los primeros en fabricarla fueron los sumerios aproximadamente 9000 a.C., por intercambio cultural y comercialización fue llevada a Egipto, era utilizada para curar dolores del estómago y picaduras de escorpión, menoraba la sed, fortalecía el corazón y las encías, entre otros (Toledo, Beatriz, & García., 2018)

En su momento consumido por la gente común, hasta que se extendió por Europa donde fue servida para grandes celebraciones de las conquistas, bebida de trigo fermentado que los antiguos galos fabricaban. Entre los el siglo XI y XIII toman auge las pequeñas fábricas artesanales; en la edad media tuvo su gran esplendor y adicionaron ingredientes como agua, cebada, levadura y lúpulo, la malta fue abriendo campo en la variedad, calidad, perfección, en la actual Bélgica y Alemania donde se incluye un proceso de destilación surgiendo marcas reconocidas hasta la actualidad como belga Het Kapittel Pater, la alemana Franziskaner, la irlandesa Guinness. En 1837 Cagniard de la Tour experimentó las cubas de fermentación, Pasteur llega a la excelencia de la calidad de la cerveza alemana por su alto contenido de agua y bajo contenido de alcohol (Reyna & Kranmer, 2018).

Los habitantes de Mesopotamia aproximadamente 9000 a. C. fabricaban bebidas a base de granos, por vestigios encontrados en china de Hunan; 3000 a.C. los cerveceros de Egipto comprobaron que la cebada era el mejor cereal para elaborar cerveza, desarrollando la malteada; por los 2000 a.C. los celtas elaboraban cerveza a base de cebada, trigo y avena. El avance técnico aparece con el cultivo del lúpulo en los siglos VII y VIII mejorando su vida útil; a partir del siglo XIX se llega a una evolución frenética; en 1840 se inicia el acondicionamiento frío comercial Maunsh, Biera y Pilsen, aparece una cerveza rubia lager (almacenada); aproximadamente entre el 1850 y 1880 Pasteur descubre la levadura, permitió a los cerveceros tener un control microbiológico, se obtuvo evolución en los tiempos, calidad, acidez, turbidez, con la revolución liberal llega la producción de cerveza a gran escala, que gracias a Alemania se le debe la propagación de la misma al mundo (Tim & Stephem, 2021).



Ilustración 2: Cereales cerveceros

En la producción de la cerveza como consideración primordial, es la materia prima y el proceso de elaboración, para obtener un producto final de calidad, adquiriendo relevancia en el medio que se oferta; las etapas del proceso de producción las cuales determinan la rentabilidad de acuerdo a la aceptación del consumidor; van desde la infusión de los granos sanos que han germinado (gramináceos), siempre y cuando el grano tenga suficientes polisacáridos de reserva nutritiva (endospermo), maceración con control de temperatura, filtrado del mosto vía bomba con retorno a la olla, cocción del mosto filtrado con adición de conos de lúpulo, centrifugación del mosto, conducción del mismo al tanque de fermentación cilíndrico pasando por cambiadores de calor, eliminación de levadura, almacenar en fermentador, trasiego al clarificador, conducción a tanques de almacenaje para su consumo (Calleja, 2020).

2.3. Materias primas empleadas en la elaboración de la cerveza.

La cerveza es el producto final de la fermentación alcohólica de levaduras estrictamente escogidas, el mosto procedente de la malta exclusivamente seleccionada, mezclado con productos amiláceos transformables en azúcares por dimensión enzimática, adicionando lúpulo y sus derivados, sometidos a un sistema de cocción (Solís & Galarza, 2018).

Para la fabricación de la cerveza, se requieren cuatro insumos básicos: agua, malta, lúpulo y levadura. Las características de estas materias primas, tiene una influencia decisiva sobre la calidad de los productos fabricado ya sea de manera industrial o artesanal. (Ferreya, 2014). Las cervezas artesanales ofrecen diferentes sabores, ingredientes únicos, aroma y sabor llamativos, las cuales comumente se les llama cervezas especiales. (Alguilani., et al, 2015).

2.3.1. Malta

La malta una de las materias primas que contiene la cerveza, se obtiene tras germinación de los granos de cereales, finalmente son sometidos a su secado. Los granos utilizados en la industria de la cerveza son el trigo, maíz, avena, arroz y sorgo sean malteados o no, de estos la cebada malteada es por excelencia el cereal mayormente utilizado en la industria cervecera. Durante el proceso de malteado se activan las enzimas que degradan el almidón en azúcares simples y que serán el sustrato de las levaduras en la fermentación generando mayoritariamente dióxido de carbono y alcohol (Reyna & Kranmer, 2018).

Existen dos tipos de maltas, la malta base secada a 40-60 °C y la malta tostada secada a 90-250°C, la primera es aquella que es sometida a procesos de secado relativamente bajos de tal manera que se guardan su actividad enzimática, es decir, que es capaz de degradar el almidón, la segunda es la malta tostada que por lo general es utilizada para dar colores específicos como amarillo, rojo, marrón, sabores como chocolate, tostado, pan y café y aromas (Ferreya, 2014).

2.3.2. Lúpulo

Lúpulo, son las flores de la planta *Humulus lupulus*, se utilizan casi exclusivamente en la producción de cerveza, donde agregan importantes cualidades de sabor, como el sabor amargo y una variedad de aromas, al producto terminado. El valor cervecero del

lúpulo depende del contenido y composición de ácidos amargos y aceites esenciales que se encuentran en ellos, que dan sabores amargos mientras que los compuestos volátiles aportan aroma y sabor. La mayor parte del amargor proviene de los α -ácidos isomerizados (iso- α -ácidos) y los β -ácidos que se encuentran en una proporción de 2 al 10% del lúpulo seco (Mikyška., et al, 2018).

2.3.3. Levadura

Las levaduras son organismos anaeróbicos facultativos muy utilizados en la cerveza, su fermentación etanólica es un proceso anaeróbico en el que los hidratos de carbono son metabolizados para obtener como productos finales etanol ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$). La levadura que mayormente se utiliza es del género *Saccharomyces* por su alta capacidad de producción de alcohol y su elevada tolerabilidad al mismo. Además del etanol, CO_2 y energía se pueden formar otros alcoholes superiores que imparten propiedades sensoriales a la cerveza, de los cuales tenemos al n-propanol, isobutanol, alcohol amílico activo, alcohol isoamílico y alcohol 2-feniletílico (Hough, 2011).

2.3.4. Agua

El agua es el componente utilizado en mayor proporción en la cerveza por tanto es muy importante para la calidad del producto final, sus características químicas a tomar en cuenta son su alcalinidad, dureza y niveles de salinidad (Corrales, 2020).

El calcio participa en el sabor y claridad de la cerveza, los sulfatos presentes su presencia acentúa el amargor del lúpulo y sensación de frescura, el magnesio durante la fermentación aporta la dureza del agua y tiene un efecto sobre el pH y la eficacia del macerado, además es un nutriente importante de la levadura. En cuanto a la elaboración de la misma, se recomienda utilizar agua blanda para pilsner y agua dura para lagers (Beersfest, 2018).

2.4. Proceso de elaboración de la cerveza

La cerveza puede seguir dos maneras en su elaboración, ya sea de manera artesanal (manual) basada en cereales, obteniendo un mayor control en las mezclas y al añadir sus ingredientes, teniendo estricto cuidado con la esterilización, el lavado de los instrumentos que se utilizan en la producción, aquí no se incluye ninguna clase de químicos, aquí sus ingredientes son los que realizan el propio trabajo produciendo cervezas con diversas características y sabores. La cerveza producida en las industrias a

gran escala se limita de la utilización de los ingredientes en grandes cantidades creando sus propias recetas que mermen el costo de inversión, realizando diferencias entre costos y calidad de las mismas (Constante, 2017).

Existen una serie de etapas (Ilustración 3), que prácticamente van enlazadas o concatenadas, de tal manera que cada una de ellas depende de la anterior y si manejamos adecuadamente cada uno de ellas, vamos a obtener un buen producto (Barranco & Villarreal, 2021)

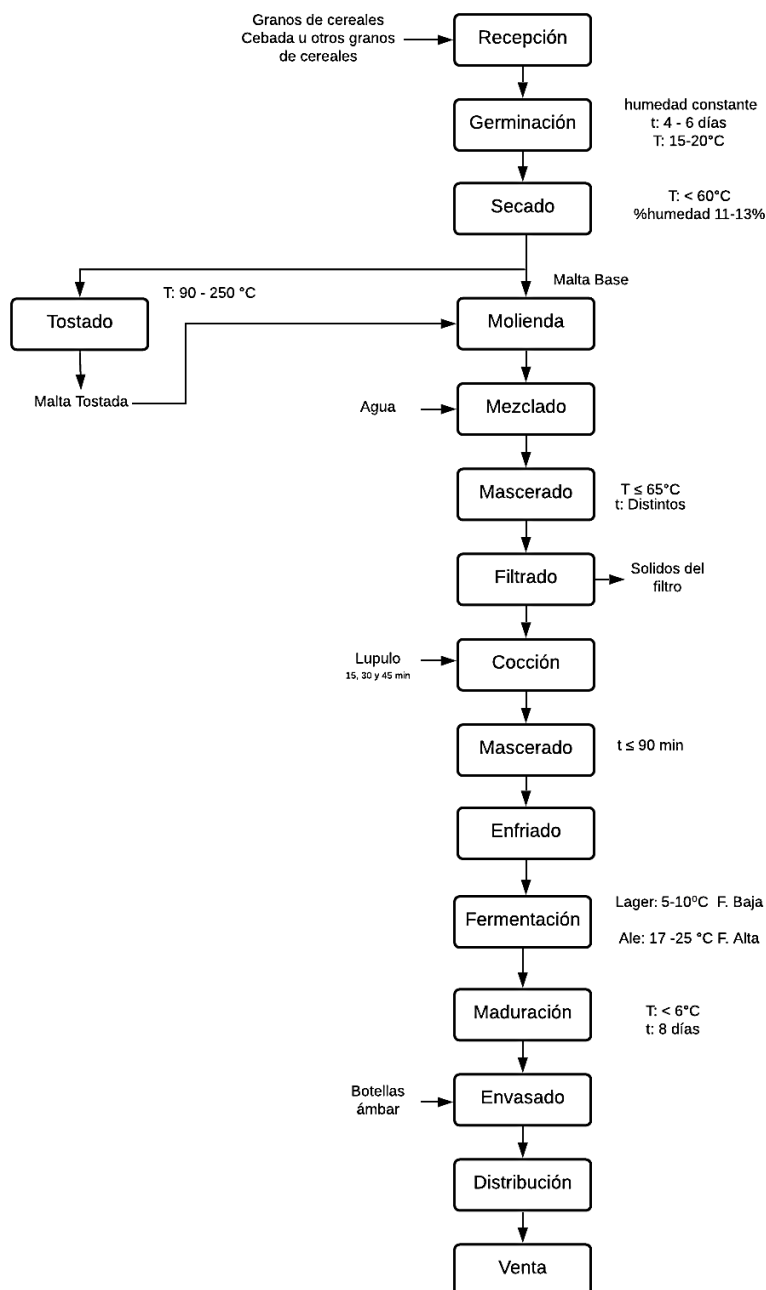


Ilustración 3: Diagrama de flujo para la elaboración de cerveza

Recepción

Se reduce la humedad del grano, se los clasifica por tamaño para obtener uniformidad en la etapa de germinación, al igual que la clasificación por homogeneidad, se remoja evitando daños como pudrición y hongos, la humedad máxima es de 40 a 46%, la humedad máxima imbibición es de 42 a 46% contribuyendo a una germinación homogénea (Guevara, 2019).

Germinación

Los granos de cebada se someten a germinación para obtener malta cervecera, con 40% de humedad, se somete a aireación para evitar la pérdida del embrión a temperaturas de 17 a 18°C para obtener malta tipo pilsen y a 23 a 25°C para un tipo más oscura, el sorgo es sometido a una cámara de germinación determinando el tamaño de la plúmula donde se obtiene tres veces más el tamaño del grano (Guevara, 2019).

Secado

El proceso de germinación es interrumpido, para secar la cebada verde en tambores de secado, en este proceso el porcentaje de humedad se reduce entre un 2-3 % para las maltas claras y 4-4.5% para el resto de éstas; debemos considerar cuan mayor es la fase de secado, menor será la actividad enzimática de la malta. Se remueve del horno el grano y se monitorea con un termómetro electrónico cada hora y media la temperatura, lo que permitirá remover la humedad de los granos evitando así su crecimiento y modificación, para conseguir un producto estable, preservar las enzimas, evitar la vitrificación del grano, desarrollar y estabilizar sabor y color, inhibir la formación de compuestos indeseables (Reyna & Kranmer, 2018).

Molienda

En la obtención de la cerveza como primer paso obtenemos un mosto, rico en azúcares y nutrientes que serán la base y sustrato de la levadura; para obtener el mismo primero molemos la malta para separar el grano (endospermo) de la cáscara donde vamos a encontrar el almidón hidrolizado de tal manera que las enzimas puedan degradar azúcares de este almidón (maltosa) en moléculas más pequeñas como es la glucosa, es importante tomar en consideración en esta etapa del proceso el hecho de conservar lo más que se pueda la cáscara de la malta de tal manera que se abra sin pulverizarla ya que estas partículas muy finas nos pueden traer dificultades más adelante (Constante, 2017).

Mezclado

Se mezcla los dos tipos de malta, base y tostada con los litros de agua a utilizar, para proceder a la etapa de macerado (Barranco & Villarreal, 2021).

Macerado

Es la etapa más importante del proceso en la elaboración de la cerveza, obtenemos el extracto de la malta, aquí mezclamos el producto resultante de la molienda con agua (previamente tratada) a una temperatura de 60 – 70 °C activando así ciertas enzimas en la malta gracias a altas temperaturas, e hidrolizar el almidón en azúcares fermentable como maltosa y glucosa. Se emplea temperaturas dependiendo de los rangos que activen las enzimas durante la elaboración de la cerveza (Barranco & Villarreal, 2021).

Filtración del Mosto

Del producto obtenido se genera el residuo del grano y demás residuos sólidos que son los bagazos o afrechos del extracto líquido del mosto (rico en azúcares y nutrientes); se realiza en dos fases, la primera clasifica el mosto por medio de una recirculación del mismo donde se extrae el mosto por la parte inferior del macerador y este se recircula en el mismo recipiente, en la repetición el bagazo sirve como lecho filtrante, de allí la importancia en la fase anterior, la segunda fase el lavado del afrecho a una temperatura que no sea mayor a 70° C, a temperaturas mayores disolvemos el almidón aún presentes en las cáscaras (Solís & Galarza, 2018).

Proceso de cocción, Whirlpool y enfriamiento del Mosto

El extracto se lleva a punto de ebullición, se lo estabiliza enzimática y microbiológicamente eliminando así compuestos aromáticos innecesarios y esterilizar el mosto de acuerdo a la cerveza que se desea obtener se utiliza la técnica. Una vez que se culmina con la técnica del hervido se clasifica el mosto separando el residuo sólido del lúpulo por medio de la técnica de Whirlpool en la que se agita el mosto caliente en forma circular mientras en otro tanque se deposita el extracto clarificado, el remolino lleva los residuos sólidos al centro del tanque permitiendo una buena filtración, por último se enfría el mosto hasta una temperatura idónea que será empleada en la fermentación dependiendo sea el producto final cerveza tipo Ale o Lager. (Solís & Galarza, 2018).

Fermentación

Esta es un proceso químico – biológico en condiciones anaerobias al convertir los azúcares fermentables en etanol, dióxido de carbono y diversos componentes organolépticos, la misma que da como resultado reacciones básicas $C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_2H_5OH + CO_2 + H_2O$, la levadura asimila los azúcares, nutrientes y demás componentes del mosto, se reproduce aumentando su concentración e inicia a metabolizar el sustrato, esto dependerá de la levadura utilizada y tardará alrededor de 6 a 10 días (Calleja, 2020).

Maduración

Una vez que se ha terminado con el proceso de fermentación obtenemos la cerveza verde con toques dulces frutales, alcohol concentrado con otros sabores y aromas unos aceptables y otros que se deben mejorar; debemos dejar en etapa de maduración durante dos semanas en condiciones de refrigeración para estabilizar los aromas y sabores consiguiendo un balance entre las propiedades organolépticas. En esta etapa también se puede obtener la clarificación mediante la estabilización de la levadura y su sedimento de manera natural, la precipitación de los residuos del lúpulo y otros remanentes reduciendo de esta manera la turbidez en la cerveza (Constante, 2017).

Embazado

En esta etapa se incorpora el dióxido de carbono o la carbonatación del producto, agregando así la efervescencia como característica muy particular de la cerveza, menorando su pH de ser necesario y obtener el efecto de conservación de la misma, es muy necesario considerar la proporción del dióxido de carbono, al tener un exceso se obtiene sobrepresión en el recipiente provocando una fractura en el mismo (García, Santiago, & Villareal, 2021).

Distribución

Se utiliza diferentes canales de distribución, para que el producto llegue del fabricante al consumidor, en este caso puede ser por canal directo al consumidor, o distribuido por canal indirecto en tiendas, bares, comisariatos, micro mercados (Constante, 2017).

Venta

Venta del producto a tiendas minoristas, demás cadenas de distribución a nivel local y nacional (Tim & Stephem, 2021)

2.5. Clasificación de la cerveza

Hay dos tipos de cerveza moderada denominadas por el autor *live* y *dead* debido a sus levaduras viables o no. Siendo la diferencia en que la cerveza *dead* se produce cuando se elimina a la levadura por pasteurización, en la cervecería industrial la misma que se describe como acondicionado de cerveza y posteriormente es inyectado CO₂ en el envase final. Por otro lado, la cerveza *live*, se la acondiciona para que tenga lugar una fermentación secundaria en su envase final, aquí no hay lugar a la pasteurización siendo esta última la mayormente utilizada por los cerveceros artesanales, sin embargo, la clasificación más general para cervezas se basa en su tipo de fermentación siendo alta fermentación y baja fermentación (Hornsey, 2016).

Existen una clasificación en el mundo de la producción de cervezas, los dos tipos primordiales como ale y lager, determinada su gran diferencia considerando aspectos como la fermentación y el tiempo de cocción, como aspectos generales, de las cuales se desprenden particularidades en las mismas que las vamos a abordar mientras desarrollemos el presente trabajo investigativo de revisión de literatura (Constante, 2017).

2.6. Cerveza Lager

Es originaria de Alemania a principios del siglo XIX, los alemanes almacenaban la cerveza a bajas temperaturas, utilizando la cepa *Saccharomyces pastorianus*, de fermentación baja. Entonces el término alemán “lagern”, que significa almacenar, se relaciona con este tipo de cerveza. Esta cerveza se caracteriza por ser ligera, refrescante, con alta cantidad de espuma y un nivel de amargor medio. (García, Santiago, & Villareal, 2021)

Esta es una cerveza de fermentación baja durante un largo periodo de tiempo, toma más tiempo en el proceso de almacenaje, algunos componentes como el azufre desaparecen una vez embotelladas, evitando que sean consumidos hasta que la mezcla desborde su sabor (Tim & Stephem, 2021).

2.6.1. Descripción de las etapas en el proceso

La cerveza lager conocida como Pilsen, elaborada en Plzen ciudad checa, su elaboración inicia cuando la malta llega en forma de granos enteros o si es producida in situ, es molida antes usarla, se almacena en silos, producen azúcares, fermentables y dextrinas, la maceración hidroliza el almidón de los adjuntos por medio de las enzimas de la malta, colocamos los adjuntos en el tanque macerador con una pequeña cantidad de malta, ajustamos el pH aprox. 5.2, la temperatura 35°C por 30 min., gradualmente se incrementa hasta llegar a 70°C y mantenerla por 20-30 min., luego incrementamos la temperatura a 100°C por 30 min., desnaturalizando o insolubilizando los compuestos proteicos de la malta y adjuntos, además esterilizar el medio.

Después de la etapa de enfriado se agrega el resto de la malta con el propósito de hacer una hidrólisis progresiva de los componentes del adjunto, esto se logra mediante un programa escalonado de temperatura, generalmente se inicia con una temperatura de 35°C y tiempos de reposo de cuando menos 30 minutos, posteriormente, se incrementa la temperatura de 10- 150C hasta llegar a los 70°C. A bajas temperaturas se favorece la acción proteolítica, seguida por la acción de la beta amilasa (temperatura óptima 60°C) y alfa amilasa (temperatura óptima 70°C). Durante la maceración los adjuntos se agitan vigorosamente para lograr una mejor solubilización de la malta y para exponerlos al ataque enzimático.

Después de la maceración, la mezcla pasa a un tanque donde se separa al mosto o material soluble de la cascarilla o masilla, el tanque separador tiene un sistema especial de agitación y doble fondo con piso de malla, los contenidos del tanque macerados son bombeados al tanque separador, luego se deja precipitar al material insoluble por 30 minutos de tal manera que formen un lecho o cama filtrante.

El mosto es finalmente separado por filtración, para posteriormente ingresar a una olla de cocimiento en donde se deja hervir por 1.5-2.5 hr, tiempo en el que se adicionan pequeñas cantidades de lúpulo. Generalmente la mitad del lúpulo es añadido al comenzar el proceso de ebullición y el restante al final de la operación, esto con el objetivo de tener una fuente de compuestos volátiles que no sean perdidos por las altas temperaturas. El paso de cocción esteriliza el mosto, inactiva a las enzimas y extrae a los compuestos solubles del lúpulo, ocasiona que se precipiten algunas proteínas y se caramelicé ligeramente el azúcar, durante este paso los taninos del lúpulo se ligan a las proteínas haciéndolas insolubles, de tal manera que actúan como agente clarificador.

Después de la ebullición, hay que separar el lúpulo de lo contrario la cerveza tendrá un sabor amargo persistente, la separación se realiza haciéndola pasar por un colador de fondo ranurado, la proteína precipitada es generalmente removida por centrifugación, después de completar el ciclo de ebullición, el mosto es enfriado a aproximadamente 7°C. Los enfriadores son recintos cerrados en los que circula aire previamente filtrado y esterilizado. Durante el proceso de enfriado también se insolubiliza proteína de tal manera que el mosto es refiltrado o recentrifugado antes de pasar a los tanques de fermentación (Beersfest, 2018).

Describimos distintas cepas derivadas de lager *Saccharomyces pastorianus* (*S. cerevisiae* x *Saccharomyces eubayanus*) a temperaturas bajas, entre 5 y 15 °C, y resultan sensorialmente más neutras; *S. pastorianus*, además exhibe alta resistencia a diversos factores de estrés, lo que la hace que existan en la actualidad otros estilos de cervezas particulares y de menor incidencia, como las cervezas lámbicas, de origen belga, que mantienen sistemas fermentativos más antiguos y son una muestra actual de cómo se hacía cerveza (Burini, Eizaguirre, & Lovizo, 2021).

2.7. Cerveza Ale

Obtiene su nombre por la rapidez de su fermentación y pueden ser consumidas una vez finalizada la maceración base, ésta puede ser blanca u oscura, amargo suave o fuerte, de alto o bajo grado de alcohol, se fermenta a una temperatura entre los 18° - 24°C y la levadura actúa en un periodo de 4 – 6 días (Constante, 2017).

Las temperaturas de fermentación son altas alrededor de 20°C y cuando el proceso termina la levadura se queda en la parte superior del tanque fermentador, lo contrario de la lager, utilizan levaduras tipo *Saccharomyces cerevisiae*, que aporta mayor aroma y cuerpo afrutado (Tim & Stephem, 2021).

2.7.1. Descripción de las etapas en el proceso

Ale con sus características *Blonde Ale* (Ale Rubia), su base toda malta, aunque puede incluir malta de trigo y azúcar como adjunto, tiene notas a fruta, lúpulo y carácter a malta, aroma moderado a malta dulce, de bajo a medio aroma a lúpulo y es común que tenga notas cítricas, florales, frutales y especiadas. Ale marrón británica (*Brown Ale*), maltosa, marrón, orientada al caramelo, tiene un aroma dulce ligero a malta, con notas a chocolate, con un ligero aroma frutal a lúpulo, su color es un ámbar oscuro-marrón, con una espuma de baja a moderada; tiene un sabor de medio a seco, con un bajo amargor. Escocesa de exportación, cerveza Ale centrada en la malta, acaramelada, se usa lúpulo

para apoyar a la malta, aroma a baja maltosidad, sabor a migas de pan tostadas, color cobre pálido, espuma blanquecina y cremosa. Ale Irlandesa Roja, bebida fácil de beber, con sabores sutiles, cerveza ligeramente maltosa, con un suave dulzor inicial y un toque de sequedad tostado al final, tiene un aroma a malta de bajo a moderado y a lúpulo de bajo a nulo, tiene un color entre ámbar y cobrizo rojo, con espuma baja de persistencia media. (García, Santiago, & Villareal, 2021)

2.7.2. Condiciones de fermentación

En general, se hace una comparación entre cervezas según sean las condiciones de fermentación alta (Ale), las mismas están elaboradas con levaduras de alta fermentación que brindan al producto final aromas y sabores frutados característicos y muy perceptibles; así como las que utilizan bajas temperatura (Lager) que aportan un aspecto visual más limpio, aunque sus aromas y sabores no son tan perceptibles, y para su consumo en condiciones óptimas es necesario una larga maduración a bajas (Loviso & Libkind, 2019).

2.8.Requisitos para la elaboración de una bebida alcohólica no destilada.

- Los ingredientes básicos a utilizar para la elaboración de una bebida alcohólica no destilada como la cerveza son: el agua, la malta, el lúpulo, la levadura y el adjunto. Su proceso de elaboración tiene las siguientes etapas el malteado, la maceración, filtración, hervir el mosto, fermentación, maduración, filtración y esterilización (Pino et al., 2018).
- La cerveza no debe ser turbia ni contener sedimentos, exceptos aquellas que por sus naturalezas de las materias primas y sus procesos para la elaboración presentan turbidez como característica de la misma.
- La levadura a utilizar para la elaboración de la cerveza debe provenir de un cultivo puro de levadura cervecera, libre de contaminación microbológica.
- El agua a utilizar debe ser potable para obtener las características necesarias favoreciendo los procesos cerveceros.

Tabla 1: Disposiciones Generales permitidas y no permitidas en la elaboración de cerveza.

Disposiciones Generales	
Prácticas permitidas a utilizar	Prácticas no permitidas (la adición o uso de)
Enzimas glucanasas, amilasas, proteasas y celulasas.	Alcoholes.
Colorantes naturales provenientes de la caramelización de azúcares o de cebadas malteadas oscuras y sus concentrados o extractos.	Agentes edulcorantes artificiales.
Agentes estabilizantes y antioxidantes de uso alimenticio.	Sustitutos del lúpulo u otros principios amargos.
Ingredientes naturales que proporcionen aromas o sabor	Saponinas.
Se pueden utilizar materiales clarificantes y filtrantes tales como la celulosa.	Colorantes artificiales.
La carbonatación por refermentación en barriles o botella, o por inyección de CO ₂ .	Cualquier ingrediente que sea nocivo para la salud.

(INEN 2262, 2013)

2.9. Diferencias en el producto final de la cerveza Lager y Ale

Tabla 2: Cervezas Ale y Lager

Cuadro Comparativo	
Cerveza Lager	Cerveza Ale
Fermentación baja, ciclo largo	Fermentación alta, ciclo corto
Levaduras de baja fermentación 5°C - 15°C	Levaduras de alta fermentación 20°C
Clara, rubia, brillante	Oscura, dorada
Espuma pronunciada, permanente y blanca	Espuma ligera
Aromas ligeramente frutales	Afrutada y aromatizada
Poco amargor	Amargor de mayor intensidad
Sabor y aroma más sutil, equilibrado y limpio	Sabores y aroma más complejo
<i>Saccharomyces pastorianus</i> (<i>Saccharomyces eubayanus</i>)	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>

(Lizárraga, 2018)

Cerveza lager: Tiene una fermentación baja y se producen utilizando la especie híbrida *Saccharomyces pastorianus* (*S. cerevisiae* x *Saccharomyces eubayanus*) a temperaturas bajas, entre 5 y 15 °C, y es el factor principal que determina sus propiedades sensoriales; *S. pastorianus*, además exhibe alta resistencia a diversos factores de estrés, lo que la hace muy útil para la producción de cerveza a nivel industria , tal vez el aroma y sabor más característico asociado a las cervezas de *S. eubayanus* es el flavora clavo de olor y/o ahumado (Burini et al., 2021).

Cerveza Ale: Según Burini et al (2021) las levaduras cerveceras son producidas con cepas domesticadas de la especie *Saccharomyces cerevisiae*, en un proceso que ocurre generalmente entre los 18 y 24 °C. La mayoría de cervezas tipo Ale tienen sabores y aromas complejos, pueden percibirse sabores y aromas a flores, frutas, especias de un sinnúmero de matices y generalmente tienen un gusto al paladar mucho más complejo;

en su fermentación con levaduras Ale produce una cerveza generalmente muy aromática y con sabores afrutados muy diferentes a las cervezas tipo Lager, además su fermentación es en un periodo corto (Castañeda et al., 2018).

2.10. Requisitos bromatológicos y microbiológicos para bebidas no destiladas.

Tabla 3: Requisitos físico y químicos.

REQUISITOS	UNIDAD	MINIMO	MAXIMO
Contenido alcohólico a 20° C	% (v/v)	1,0	10,0
Acidez total, expresado como ácido láctico	% (m/m)	-	0,3
Carbonatación	Volúmenes de CO ₂	2,2	3,5
pH	-	3,5	4,8
Contenido de hierro	mg/dm ³	-	0,2
Contenido de cobre	mg/dm ³	-	1,0
Contenido de zinc	mg/dm ³	-	1,0
Contenido de arsénico	mg/dm ³	-	0,1
Contenido de plomo	mg/dm ³	-	0,1

(INEN 2262, 2013)

Tabla 4: Requisitos Microbiológicos.

REQUISITOS	UNIDAD	Cerveza Pasteurizada	
		MÍNIMO	MÁXIMO
Microorganismos Anaerobios	ufc/cm ³	-	10
Mohos y levaduras	up/cm ³	-	10

(INEN 2262, 2013)

2.11. Cantidad de alcohol

Según INEN 2262 (2013) indica que el contenido alcohólico a 20° C un mínimo de 1% (v/v) y máximo de 10% (v/v), también por su grado alcohólico se encuentra la cerveza sin alcohol con un grado alcohólico $\leq 1,0\%$ (v/v), y cerveza de bajo contenido alcohólico con $1,0\% \text{ (v/v)} < \text{grado alcohólico} \leq 3,0\% \text{ (v/v)}$ (INEN 2262, 2013).

2.12. Color

La tonalidad de la cerveza es decir el color también es un parámetro muy importante en la degustación para esto utilizan una escala de medición que se emplea para medir el color de la cerveza que es el sistema EBC (*European Brewery Convention*); mientras que en la norma INEN 2262:2013 describe dos tipo de colores como se indica a continuación.

- Cervezas claras (rubias o rojas): color < 20 unidades EBC.
- Cervezas oscuras (negras): color ≥ 20 unidades EBC. (Alcaraz,2021).

3. CONCLUSIONES

Analizando factores determinantes establecemos diferencias marcadas en los tipos de cerveza ale y lager, considerando que la temperatura de fermentación es una de los factores más importantes en la generación de las particularidades especiales de cada cerveza.

En la fermentación de la cerveza ale la levadura actúa en la superficie del mosto y posee más tolerancia al alcohol por lo que tiene un elevado porcentaje de alcohol y son más aromáticas, en la cerveza lager la levadura se mantiene en el fondo, el grado alcohólico es menor, la mezcla presenta sabores más dulces.

Las levaduras, las condiciones de fermentación, las composiciones del mosto afectan tienen una influencia directa en el desarrollo del sabor y aroma del producto final, por ende, son determinantes en la calidad del producto final.

La cepa de la levadura es fundamental en el proceso de la formación de los compuestos de la cerveza Ale y Lager, sus genes influyen y regulan los perfiles aromáticos específicos, con la combinación adecuada de los factores, y la composición de sustratos logrando resultados característicos.

Los descriptores como: astringencia, metálico, picante, cuerpo, efervescencia, consistencia, espesor, ligereza, se transforman en atributos organolépticos en las cervezas ale y lager que determinan sus factores sensoriales.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Alcazar, S. (2021). ¿Qué es eso del EBC de las cervezas de lo que tanto hablan? *Comunicar*, 10.
- Barranco, S., & Villarreal, G. (03 de 08 de 2021). Evaluación del Efecto de la Temperatura en el Proceso Fermentativo en la Producción de Cerveza Artesanal Tipo Blonde Ale. Bogotá, Colombia, Colombia.
- Beersfest, E. I. (12 de Agosto de 2018). *Maltosaa*. Obtenido de B rewing. La importancia del agua en la cerveza: <https://maltosaa.com.mx/importancia-del-agua-en-la-elaboracion-de-cerveza/>
- Burini, J., Eizaguirre, J., & Lovizo, C. (2021). Levaduras no Convencionales como Herramientas Innovación y Diferenciación en la Producción de Cervezas. *Revista Argentina de Microbiología*, 19.
- Calleja, J. (2020). *Proyecto de Ingeniería Química*. Andalucía: UCA.
- Constante, G. (2017). *Motion Graphics Explicativo sobre el proceso de Elaboración de la Cerveza Artesanal Hells Bells*. Quito: UDLA.
- Corrales, C. (2020). El uso industrial del agua en la cervecería Heineken en Monterrey, México. *Región Y Sociedad*, 32. doi:10.22198/rys2020/32/1298
- Ferreya, L. (2014). *Elaboración de cerveza: Historia y evolución, desarrollo de actividades de capacitación e implementación de mejoras tecnológicas para productores artesanales*. Buenos Aires: ULNP. Obtenido de : Cátedra de Agroindustrias y Laboratorio de investigación en Productos Agroindustriales, Facultad de Cs. Agrarias y Forestales UNLP.: <https://lipa.agro.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/sites/29/2020/03/Trabajo-Final-Leonel-Ferreya-.pdf>
- Gisber, M. (04 de 11 de 2016). *Diseño del Proceso Industrial para la Elaboración de la Cerveza*. Obtenido de Diseño del Proceso Industrial para la Elaboración de la Cerveza: <https://riunet.upv.es/handle/10251/73275>
- Guevara, R. (2019). *Desarrollo de una Cerveza Artesanal American Pale Ale Utilizando como Malta Base Sorgo (Sorghum Bicolor) con Cebada (Hordeum Vulgare) y Endulzada con Miel de Abeja*. Honduras: Zamorano.
- Hough, J. (2011). *Bioteología de la cerveza y de la malta*. Espana: Acribia S.A.
- Jaramillo, P. (2021). Mapa Cervezero. *La Vanguardia*, 7.
- Lizárraga, J. (2018). *Efectos de la Sustitución de la Cebada por Amaranto en el Contenido de Polifenoles Totales, Capacidad Antioxidante y en las Características Sensoriales de la Cerveza Tipo Ale*. Perú: Universidad Cesar Vallejo.

- Loviso, C., & Libkind, D. (2019). Síntesis y Regulación de Compuestos del Aroma y el Sabor Derivados de la Levadura en la Cerveza: Ésteres. *Revista Argentina de Microbiología*, 15.
- Pérez, B., Guzman, A., & Mayo, A. (2021). Evolución Histórica de la Cervecería Cuauhtémoc: un Grupo Económico de la Capital Nacional. *Economía*, 18.
- Reyna, M., & Kranmer, J. (2018). *Cerveza en Mexico*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Solís, H., & Galarza, A. (2018). *Elaboración de la Cerveza Tipo Amber Ale de Alta Fermentación Saborizada y Aromatizada con Frutas y Plantas Aromáticas Ecuatorianas*. Quito: Universal Central del Ecuador.
- Tim, W., & Stephen, B. (2021). *Atlas Mundial de la Cerveza*. Barcelona: Blume.
- Toledo, S., Beatriz, G., & García, S. (2018). *Diseño del Proceso Productivo de la Cerveza*. Madrid: AIPRO.