



# Reporte Final de Estadía

## Alejandra Carranza García

Manual de Control de Calidad de la Cervecería  
Gourmet del Golfo S.A de C.V.



**Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz**

Programa Educativo de Ingeniería en Procesos Bioalimentarios

**Proyecto de estadía realizado en:**

Cervecería Gourmet del Golfo S.A. de C.V.

**Nombre del proyecto:**

Manual de Control de Calidad de la Cervecería Gourmet del Golfo S.A. de C.V

**Nombre del Asesor Industrial:**

ING. Gerardo Ingram García

**Nombre del Asesor Académico**

MCIQ. Licet Bello Luna

**Nombre del Alumno:**

Alejandra Carranza García

Cuitláhuac Ver, a 12 de Abril de 2017



## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis padres, mis sobrinos y hermana, por su amor, paciencia, sacrificios y apoyo incondicional. Sé muy bien que nuestro camino no ha sido fácil.

Gracias a todos sus consejos, es por lo que hemos logrado como familia uno más de nuestros anhelos más deseados.

Gracias por ser mi inspiración diaria para ser mejor persona, hija, tía y hermana. Este trabajo es dedicado a ustedes.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	iii
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA .....	2
1.1.1 MISIÓN .....	3
1.1.2 VISIÓN .....	3
1.1.3 VALORES.....	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
2 MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 CERVEZA .....	6
2.2 AGUA.....	7
2.3 QUÍMICA DEL AGUA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA .....	8
2.4 ALCALINIDAD.....	9
2.5 DUREZA .....	9
2.6 PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA.....	10
2.7 CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS .....	10
2.8 AGUA PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA .....	10
2.9 MALTA.....	11
2.10 LEVADURAS .....	12
2.11 LÚPULO .....	15
2.11.1 EXTRACTOS DE LÚPULO .....	15
2.11.2 EXTRACTOS ISOMERIZADOS DE LÚPULO .....	15
2.11.3 PELLETS DE LÚPULO .....	16
2.11.4 PELLETS DE LÚPULO CONCENTRADO .....	16
3 METODOLOGÍA .....	17



3.1	PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA CERVECERÍA GOURMET DEL GOLFO S.A. DE C.V.....	17
3.2	MOLIENDA Y PESADA DE LOS INGREDIENTES.....	18
3.3	MACERACIÓN.....	21
3.4	FILTRACIÓN DEL MOSTO.....	22
3.5	EBULLICIÓN Y LUPULACIÓN DEL MOSTO.....	22
3.6	ENFRIAMIENTO DEL MOSTO.....	24
3.7	FERMENTACIÓN.....	25
3.8	REPOSO.....	26
3.9	FILTRACIÓN.....	28
3.10	CERVEZA TERMINADA.....	29
3.11	ENVASADO Y PASTEURIZACIÓN.....	30
4	RESULTADOS.....	31
5	CONCLUSIONES.....	32
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Diferenciación entre levaduras de fermentación alta y levaduras de fermentación baja.	12

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Escala del pH dentro de la química del Agua	8
2	Hidrólisis Enzimática de la rafinosa por medio de levadura lager y ale.	13
3	Diagrama de proceso de la Cervecería Gourmet del Golfo	16
4	Molino de rodillos para granos.	17
5	Equipo de maceración (Mash tun)	19
6	Olla de cocimientos (Kettle)	21
7	Fermentador de acero inoxidable	23
8	Tanque de producto terminado BBT	25
9	Filtro prensa utilizado para eliminar sedimentos y darle brillo a la cerveza	26
10	Línea de envasado en la industria cervecera	28



## RESUMEN

En el presente trabajo se aplicaron técnicas cualitativas y cuantitativas de control de calidad de la cerveza artesanal como parte fundamental de un sistema de mejora continua donde el objetivo primordial es lograr y asegurar exitosamente un producto que cumpla con las exigencias del consumidor.

La implementación del manual de control de calidad ha permitido una verificación detallada de cada una de las fases del proceso de producción desde la recepción de materia prima hasta producto terminado, así como la optimización en la aplicación de determinaciones y análisis en el laboratorio para el control del proceso de producción de las tres presentaciones de la cerveza Mulatt que son: Pilsner, Irish Red y Porter.



## **ABSTRACT**

In the present study, qualitative and quantitative quality control techniques were applied as a fundamental part of a system of continuous improvement where the primary objective is to successfully achieve and ensure a product that meets the demands of the consumer. The implementation of the quality control manual has allowed a detailed verification of each of the phases of the production process from the reception of raw material to finished product, as well as the optimization in the application of determinations and analysis in the laboratory from principle to End of the process to control the production process of the three presentations of the Mulatt beer which are: Pilsner, Irish Red and Porter.



## 1 INTRODUCCIÓN

Las bebidas alcohólicas se producen a partir de diversas materias primas, pero especialmente a partir de cereales, frutas y productos azucarados. Entre ellas hay bebidas no destiladas, como la cerveza. Un detalle común importante en la producción de esta bebida alcohólica es el empleo de sus principales insumos: lúpulo, levadura, agua y malta.

La palabra “beer” (cerveza) proviene del infinitivo latino “bibere” que quiere decir beber. Los monasterios medievales fabricaban cerveza y, por supuesto, tuvieron la responsabilidad de la difusión del nombre que le daban a través de toda la Europa Central.

La cerveza artesanal detrás de su propio nombre no sólo posee alcohol, aroma, cuerpo, dulzor, amargor; también es un producto lleno de historia que relaciona no sólo países, sino culturas de todo el mundo que aprecian y consumen esta bebida.

Cabe mencionar que la competencia cervecera es muy alta por lo que el satisfacer al cliente y obtener un producto que cumpla todos los perfiles detectables en la cata de cerveza es motivo suficiente para implementar un manual de control de calidad de la Cervecería Gourmet del Golfo que permita llevar a la presente empresa a cumplir objetivos y continuar con el desarrollo empresarial deseado.

El presente trabajo tiene como objetivo implementar el manual de control de calidad con el objetivo de evaluar y optimizar las condiciones actuales en la empresa proporcionando acciones correctivas de ser necesarias para mejorar el proceso actual de producción en la Cervecería Gourmet del Golfo S.A. de C.V.

## 1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

En el año de 1925 con la visión de Manuel Muguira y sus conocimientos de café, la compra-venta de café verde y en grano fue ganando estabilidad en sus negocios hasta que en el año de 1970 su hijo Domingo Muguira Revuelta inaugurará la compañía cafetalera San Roque en Tuxtla Gutiérrez Chiapas con la cual comienza un crecimiento exponencial de las empresas del grupo.

Grupo San Roke se encuentra integrado por empresas de alto prestigio destacando su liderazgo dentro de la industria del café y es exportador de sus productos en países como Australia, Japón, Estados Unidos, Grecia, Israel, Canadá, Centro América, Rusia, China, España, Suiza, Francia entre otros.

Con trabajo, disciplina y pasión han logrado el éxito, fusionando tecnología, innovación y talento han posicionado a las empresas y sus marcas como líderes en el mercado, contribuyendo así al desarrollo económico de Córdoba Veracruz México generando más de 1500 empleos.

Grupo San Roke actualmente ha iniciado con el proyecto de una empresa del sector cervecero “Cervecería Gourmet del Golfo S.A de C.V” la cual inició operaciones recientemente lanzando al mercado tres estilos de cerveza: Pilsner, Irish red y Porter.

Cervecería Gourmet del Golfo tiene la misión de crear la cerveza de más alta calidad, buscando la satisfacción total del público con una visión de ubicarse entre los líderes cerveceros iniciando a nivel nacional y posteriormente tener una importante presencia a nivel internacional.

La empresa está integrada por el director de la cervecería, el gerente de producción, el departamento administrativo donde laboran cuatro personas, en el departamento de producción once personas y dos personas de mantenimiento.

El presente proyecto se llevó a cabo en la Cervecería Gourmet del Golfo S.A. de C.V. en el área de proceso bajo la supervisión del gerente de producción en el horario de 8:00 a 17:00. La empresa se encuentra ubicada en el agroparque industrial Emilio Bueno Lázaro y José Gorbeña Rojas Congregación Cuahtémoc Col. Buena Vista Córdoba, Veracruz CP. 94693.

## **1.1.1 MISIÓN**

Crear cerveza de la más alta calidad, seleccionando los mejores insumos, mediante procesos tecnológicos avanzados, basados en tradiciones ancestrales, buscando la satisfacción total de nuestro público.

## **1.1.2 VISIÓN**

Ubicarnos entre los líderes cerveceros, iniciando a nivel nacional y posteriormente tener importante presencia a nivel internacional. Poniendo nuestra marca al alcance de nuestro público dentro y fuera de nuestras fronteras.

## **1.1.3 VALORES**

Liderazgo: Luchamos por la cultura de la colaboración en equipo. Nos apasiona la idea de ser facilitadores para el cumplimiento de objetivos, hacer que las cosas sucedan correctamente.

Lealtad: Valor esencial que un ser humano debe de tener para trascender profesional y personalmente. Garantizando ello sus actos, bienestar, y el de los que le rodean.

Honestidad: Valor que hace del ser humano una persona confiable, empática, capaz de librar situaciones comprometedoras e incluso negativas.

Integridad: Cualidad estrechamente relacionada con las dos anteriores. Nos permite actuar con calidad moral para emitir opiniones y procedimientos, buscando siempre resultados claros y positivos en beneficio del colectivo.

Amabilidad: Actitud que abre puertas y nos pone en una posición competitiva ideal para el mejor desempeño de nuestras actividades. Genera empatía para maneearnos adecuadamente a cualquier nivel.

Espíritu de lucha: Impulso personal, motivación interna que nos hace conseguir cualquier objetivo y mantenernos siempre en los primeros puestos.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Cervecería Gourmet del Golfo S.A. de C.V. es una empresa que recientemente ha iniciado operaciones a nivel industrial como se ha mencionado anteriormente. Su compromiso con los consumidores de los productos que ofrecen es prioridad para la presente empresa y se responsabiliza de garantizar la calidad del producto.

La empresa se enfrenta a la necesidad del control de proceso de producción para garantizar un producto de calidad; cada una de las etapas involucradas son de suma importancia para la elaboración de la cerveza, por lo que es imprescindible realizar un manual de control de proceso de producción para la empresa, verificando de principio a fin cada etapa involucrada, corroborando de esta manera que el producto terminado está cumpliendo efectivamente con los requerimientos obligatorios, que se encuentre en las condiciones óptimas y que las características finales de la cerveza sean las ideales para los consumidores, de lo contrario se tendrán que tomar acciones correctivas que apoyen al progreso y mejora continua de los productos que actualmente ofrece la Cervecería Gourmet del Golfo S.A. de C.V.

### **1.3 OBJETIVO GENERAL**

- Implementación del Manual de Control de Calidad de la Cervecería Gourmet del Golfo para controlar y optimizar cada una de las etapas involucradas en el proceso de producción de la cerveza artesanal Mulatt en sus tres presentaciones: Pilsner, Irish Red y Porter.

#### **1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Comprender el fundamento del proceso de elaboración de la cerveza artesanal mediante el monitoreo de cada etapa durante la producción del producto.
- Establecer el diagrama de proceso de producción de la Cervecería Gourmet del Golfo conforme al procedimiento actual que aplica la presente empresa.
- Elaborar el manual de control de calidad para cada fase del proceso, conforme a normatividad aplicada, técnicas y procedimientos actualmente aplicados por la empresa.
- Emplear el manual de control de calidad durante la producción de la cerveza artesanal para evaluar la eficacia del presente trabajo.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 CERVEZA

Los hallazgos arqueológicos muestran que la cerveza se ha producido desde al menos 3000 a.C., quizá como un descubrimiento fortuito a partir de la panificación. *Saccharomyces cerevisiae* es incapaz de fermentar el almidón de los granos de cereal, de manera que es necesaria una germinación preliminar en la que el almidón y las proteínas se hidrolizan enzimáticamente a azúcares simples y aminoácidos que proporcionan los principales nutrientes para la fermentación. Esto puede haber sucedido accidentalmente en los granos húmedos y las levaduras fermentativas naturales habrían producido una cerveza primitiva.

La cerveza en México es una bebida alcohólica, aquella obtenida por fermentación, principalmente alcohólica de la materia prima vegetal que sirve como base utilizando levaduras del género *Saccharomyces*, sometida o no a destilación, rectificación, redestilación, infusión, maceración o cocción en presencia de productos naturales, susceptibles de ser añejadas, que pueden presentarse en mezclas de bebidas alcohólicas y pueden estar adicionadas de ingredientes y aditivos permitidos por la Secretaría, con una graduación alcohólica de 2% a 55% en volumen a 20°C (293K).

La definición legal de cerveza varía de un país a otro. La definición más estricta, como la de Alemania, limita los insumos a lúpulo, levadura, agua y malta, no necesariamente de cebada, aunque se sobreentiende que se utiliza este cereal salvo que se indique lo contrario. En muchos otros países se permiten azúcares u otros cereales sin maltear como auxiliares, que proporcionan hasta el 30% de los azúcares fermentables.

Donde la malta cebada limpia, debe ser seleccionada y tratada científicamente para que pueda producir los elementos necesarios en la elaboración de cerveza.

Los adjuntos son cereales no malteados y se usan como complemento extractivo de las maltas en la elaboración del mosto. Entre los adjuntos más empleados tenemos: arroz, maíz, maimilo, fino real, etc.

El agua empleada en la elaboración de cerveza debe ser potable, con determinado contenido de sales y un estricto control sobre su alcalinidad. Las aguas defectuosas pueden ser corregidas para utilizarse en cervecería.

El lúpulo es materia prima necesaria en la elaboración de cerveza. Es una formación coriforme compuesta por los racimos de flores de la planta femenina. Los conos de lúpulo suministran taninos de tipo pirogalol y catecol, resinas, aceites esenciales y otros constituyentes. Los taninos son importantes porque precipitan las proteínas inestables durante la ebullición del mosto. Las resinas confieren sabor amargo y estabilidad a la cerveza; están integradas por alfa y beta resinas (blandas) y la gamma resina (dura) conteniendo humulona, lupulona y cohumulona. Los aceites esenciales tales como mirceno, linalol, geraniol, humuleno, etc., proporcionan su aroma al lúpulo. Con el fin de preservar el aroma y resinas, el lúpulo es almacenado a temperaturas bajas y ambiente seco; la temperatura adecuada de almacenamiento es 0°C. Para prevenir oxidaciones, el lúpulo es comprimido en cilindros de metal o pacas, siendo así mínima la superficie expuesta al aire. Bajo condiciones de buen almacenaje, el lúpulo puede conservarse sin merma de su calidad por espacio de dos años.

En la fabricación de cerveza se emplean comúnmente variedades de *Saccharomyces cerevisiae* o *Saccharomyces karlbergensis*. La selección de la variedad influye sobre el carácter de la cerveza obtenida.

## 2.2 AGUA

La calidad del agua ha sido reconocida durante siglos como un factor importante para determinar la calidad de la cerveza.

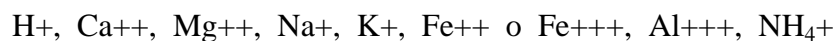
El agua con una elevada dureza permanente está asociada con las cervezas “amargas” Burton. El agua con menos sulfato de calcio y más bicarbonato de calcio se usa para fabricar cervezas más oscuras y dulces (Dublín, Múnich, Londres), y la presencia tanto de cloruro como de bicarbonato en el agua caracteriza a la cerveza Dortmund.

Desafortunadamente las fuentes de agua se están volviendo contaminadas en todas partes a una tasa creciente. Pequeñas cantidades de metales tóxicos, detergentes, herbicidas, pesticidas e hidrocarburos de

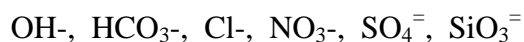
petróleo están ingresando no sólo dentro de aguas superficiales sino también dentro de fuentes subterráneas. Los cerveceros ya no pueden tomar como consabida la calidad del agua. Deben establecerse procedimientos de un estricto control de calidad. Cualquiera sea su procedencia.

## 2.3 QUÍMICA DEL AGUA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA

El agua normalmente contiene una gran variedad de sales ionizantes que están presentes en forma de iones o partículas eléctricamente cargadas. Los principales iones cargados positivamente (cationes) son:



Los principales iones cargados negativamente (aniones) son:



Normalmente están ausentes las sales tóxicas de plomo, cobre y níquel y resulta comparativamente raro que se presenten fluoruros.

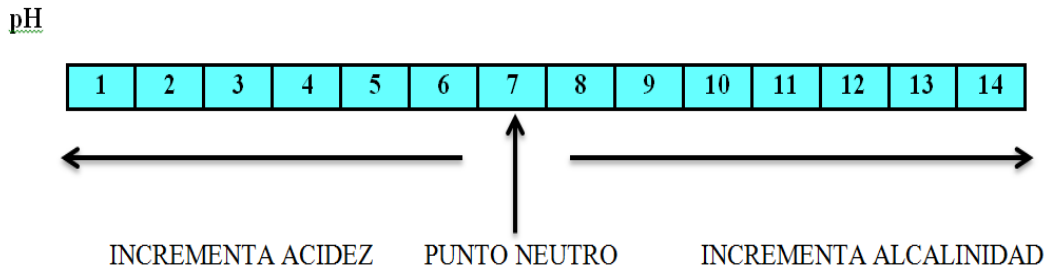
El significado del pH dentro de la química del Agua:

- La escala de pH indica si una solución es alcalina, neutra o ácida.
- La escala varía de 0 a 14. Siete es el punto medio y se dice que es neutra una solución con un pH de 7. Los valores de pH más elevados denotan alcalinidad; los valores menores, acidez, tal como se muestra en la **figura1**. El pH se define como el logaritmo del número recíproco de la concentración ion-hidrógeno:

$$\text{pH} = \log \frac{1}{(\text{H}^+)}$$



El agua contiene moléculas de H<sub>2</sub>O, iones de hidrógeno (H<sup>+</sup>) e iones de oxídrido (OH<sup>-</sup>). La acidez o alcalinidad de una solución dependerá de si hay más iones H<sup>+</sup> o más OH<sup>-</sup>.



**Figura 1.** Escala del pH dentro de la química del Agua

## 2.4 ALCALINIDAD

La alcalinidad del agua es una medida de cantidades titulables de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos y normalmente se expresa en términos de cantidades equivalentes de carbonato de calcio de calcio. La determinación se hace por medio de una titulación ácido-base y no diferencia entre iones de oxídrido, de carbonatos y de bicarbonatos. Los bicarbonatos son los principales iones en la mayoría de las aguas naturales de la tierra y en la mayor parte del agua que se usa para suministros públicos. La fuerza de la alcalinidad (o acidez) representa una guía hacia la corrosividad de un agua determinada.

## 2.5 DUREZA

La dureza representa la concentración total de iones de calcio y de magnesio. Aquella parte de la dureza que desaparece por ebullición se denomina dureza temporal. Esta dureza es esencialmente una medida del bicarbonato de calcio y de magnesio.

Durante la ebullición, éstos se convierten en carbonatos, los cuales, debido a su menor solubilidad, se precipitan. La dureza permanente es la que permanece después de hervir e incluye los sulfatos y cloruros así como los iones de calcio y de magnesio que no se precipitan como carbonatos.

## 2.6 PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA

Resulta difícil definir los criterios óptimos para la medición de la calidad del agua. El agua utilizable para fines de agua potable y/o para preparación de alimentos en los hogares o en la industria, debe estar libre de organismos que produzcan enfermedades y de sustancias que causen efectos fisiológicos perjudiciales. El agua debe ser también transparente, sin olor y libre de cualquier sabor objetable.

## 2.7 CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS

La seguridad microbiológica del agua se mide sometiendo el agua a pruebas para detectar bacterias coliformes. Esta prueba sirve puramente como un indicador, ya que se basa en la presunción de que el agua que satisface los requerimientos con relación a las bacterias coliformes, también está libre de otras bacterias potencialmente patógenas.

## 2.8 AGUA PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA

El agua para el proceso de fabricación de cerveza no sólo debe satisfacer los requerimientos generales del agua potable sino que debe cumplir también con requerimientos específicos para asegurar el debido pH de la masa, la debida extracción del lúpulo, buena coagulación en la paila u olla de cocción, sana fermentación y el debido desarrollo de color y sabor dentro de la cerveza terminada.

Requerimientos básicos para el agua en la industria cervecera:

1. Debe satisfacer las normas del agua potable.
2. Debe ser transparente, incolora, inodora y libre de cualquier sabor objetable. Si es una agua superficial, puede necesitar tratamiento para reducir o eliminar materia orgánica.
3. La alcalinidad en la fuente debe reducirse a 50 ppm o menos.
4. Si la alcalinidad es de 50 ppm o menos, el pH no es importante y pueden resultar aceptables
5. El agua base del macerador debe tener aproximadamente 50 ppm. de calcio. Poco más de la mitad de calcio, ya sea proveniente de la malta o de adición de sales, se pierde durante la maceración. Debido a esta pérdida, resulta aconsejable añadir directamente a la paila u olla de cocción una

porción sustancial del calcio necesario, asegurándose de que las sales que se añadan en este momento hayan sido disueltas previamente en la adición. Un nivel de calcio de 40 a 70 ppm. dentro del cocedor y de la masa principal, ayudará a preservar las enzimas y mejor el rendimiento del extracto. Un nivel de 80 a 100ppm. de calcio dentro del mosto, ayudará a controlar el pH, mejor el rendimiento de la levadura, la floculación de la levadura, la eliminación del oxalato y a reducir el color del mosto. Resulta deseable un contenido de calcio de aproximadamente 60-80 ppm. en la cerveza terminada

6. El nivel de cloruros (como NaCl) puede variar según la preferencia de sabor.

## 2.9 MALTA

La materia prima fundamental para la fermentación de la cerveza es la malta; proporciona sustratos y enzimas apropiados para obtener un extracto soluble o mosto. La malta debe proporcionar este extracto fácilmente; también debe proporcionar cascarilla, que forma un eficaz lecho filtrante para la clarificación del mosto. La composición del extracto, o mosto, es un factor fundamental para el éxito de la fermentación por la levadura y juega un importante papel en el desarrollo del aroma y el color y en la estabilidad del producto final, la cerveza.

La calidad de la malta dependerá directamente de la cebada que sea sometida a proceso de malteo, esta debe cumplir con ciertos estándares de calidad como tamaño, color, madurez del grano, ausencia de daño por plaga y microorganismos ya que afectarían su viabilidad para el propósito requerido.

El proceso de malteo es la germinación controlada de la cebada durante la cual se forman las enzimas y se modifican suficientemente las reservas alimenticias de manera que puedan ser hidrolizadas adicionalmente durante la maceración.

El malteo consta de tres etapas. En la primera etapa, denominada remojo, la cebada limpia y clasificada es sumergida en agua hasta que alcanza a tener el contenido apropiado de humedad. En la segunda etapa, denominada germinación, la cebada remojada se desarrolla bajo condiciones controladas. En la tercera

etapa, denominada secado, la cebada germinada es secada mediante una corriente de aire caliente y se detiene su desarrollo. En todas estas etapas resulta necesario un control completo de la temperatura, de la humedad y del flujo de aire.

## 2.10 LEVADURAS

Las levaduras son hongos unicelulares que se reproducen por gemación. La mayor parte de las cepas o razas de levaduras se encuentran en diplofase, es decir contienen dos dotaciones cromosómicas. Esta condición se mantiene cuando se multiplican como antes se mencionó (por gemación).

Las levaduras que se usan en la fabricación de cerveza tienen similitudes básicas en sus propiedades y pueden clasificarse, por lo tanto, como pertenecientes a una u otra de las dos especies del género *Saccharomyces*: *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces uvarum* (antes denominada *Saccharomyces carlsbergensis*). La mayoría de las levaduras de fermentación alta (que producen ales, porter y stout) pertenecen a la *S. cerevisiae* y la mayoría de las levaduras de fermentación baja (lager) pertenecen a la *S. uvarum*.

Todos los demás tipos de levaduras (por ejemplo especies de los géneros *Schizosaccharomyces*, *Hansenula*, *Pichia*, *Torulopsis*, *Candida*, *Brettanomyces*, etc. y otras especies del género *Saccharomyces*) han sido asociados con el deterioro de la cerveza y comúnmente se denominan levaduras “salvajes” o no cultivadas. Como producen velo y sabores extraños, su presencia en la cervecería es considerada como una infección peligrosa que plantea una grave amenaza a la calidad de la cerveza.

Surgen dos grupos importantes de características con vistas a la demarcación entre la levadura del ale y la levadura del lager, así como para una mayor diferenciación entre razas.

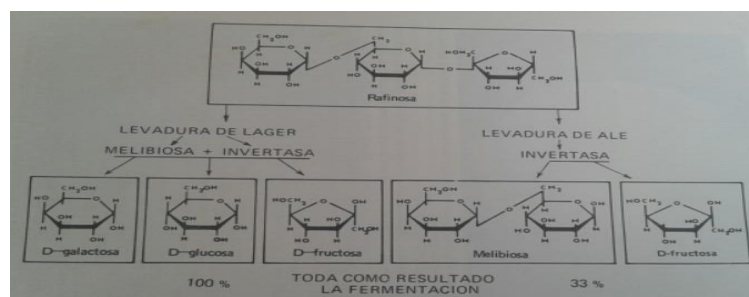
1. Diferencias metabólicas:

Es indispensable conocer las diferencias que existen entre las especies de levaduras. Algunas de las características principales pueden ordenarse como se muestra a continuación en la **tabla 1**.

**Tabla 1.** Diferenciación entre levaduras de fermentación alta y levaduras de fermentación baja.

<i>S. Cerevisiae</i> (Levadura de Ale)	<i>S. Uvarum</i> (Levadura de Lager)
	Fermentación de melibiosa
Fermentación de un tercio de la molécula de rafinosa (la fracción de fructosa)	Fermentación de rafinosa completa, debido a la presencia de melibiosa.
Fermentación muy ocasional de inulina.	
Actividad respiratoria mayor (presencia de succinodihidrogenasa).	
	Mayor producción de ácido sulfhídrico de metil-mercaptano.
Capacidad de utilizar el etanol para el crecimiento.	
	Capacidad de fermentar el gliceraldehido.

La diferencia decisiva entre ambas levaduras es la presencia de la melibiasa en la *S. uvarum*, permitiéndole la fermentación completa de la rafinosa tal como se muestra en la **Figura 2**



**Figura 2.** Hidrólisis Enzimática de la rafinosa por medio de levadura lager y ale.

2. Diferencias morfológicas y citológicas Este grupo de características diferenciadoras morfológicas y citológicas pueden usarse en la identificación de una raza de levadura las características más importantes son aquellas que se pueden observar con equipo óptico normalmente ellas están:
- (1) Aspecto microscópico
  - (2) Tamaño de la célula
  - (3) Relación de la longitud a la anchura de la célula
  - (4) Capacidad de formar esporas
  - (5) Características de colonia gigante
  - (6) Porcentaje reproductivo más elevado en levaduras de ale
  - (7) Duración de la generación
  - (8) Diferencias inmunológicas producidas por la distinta composición de las paredes de las células de levaduras de fermentación alta y las de fermentación baja
  - (9) Diferencias en los sistemas citocromos de las levaduras (especialmente útiles para la determinación de los mutantes deficientes en respiración.
  - (10) Características electroforéticas.

La exigencia fundamental con respecto a la levadura que se selecciona para el proceso del estilo de cerveza deseado es difícil, porque tanto el bouquet como el aroma, se ven influidos de un lado, por las materias primas y las técnicas de elaboración, las condiciones de fermentación y post-fermentativas por otro lado el metabolismo de las levaduras ya que un propósito fundamental es el crecimiento adecuado de la levadura para una óptima fermentación.

## 2.11 LÚPULO

El lúpulo, tal como se utiliza en la fabricación de cerveza son los frutos secados de la planta hembra del lúpulo (*Humulus lupulus*), que es natural de muchas zonas templadas del hemisferio Norte. La primera utilización regular del lúpulo se cree generalmente que ocurrió en Alemania durante el siglo XII.

La descripción del sabor característico del lúpulo dentro de la cerveza ha sido tema de discusión, tomando en cuenta que todos concuerdan en que este sabor es una parte esencial del impacto organoléptico total de la cerveza. Contribuye también a la estabilidad del sabor y a la retención de espuma.

Actualmente existen diversos productos del lúpulo: Los extractos de lúpulo, extractos isomerizados de lúpulo, los pellets de lúpulo, los pellets de lúpulo concentrado; entre otros.

### 2.11.1 EXTRACTOS DE LÚPULO

El proceso de extracción es muy sencillo. Las pacas son desmenuzadas, luego se extraen los conos de lúpulo con solvente orgánico (normalmente con cloruro de metilo o hexano), ya sea en un extractor de tipo tanda (tambor) o en un extractor continuo (correa móvil); la solución de resinas se somete entonces a evaporación para recuperar el solvente (que es reciclado) y las resinas del lúpulo.

### 2.11.2 EXTRACTOS ISOMERIZADOS DE LÚPULO

La solución de resinas de lúpulo en solvente orgánico puede extraerse adicionalmente, mediante álcali acuoso, para aislar los ácidos alfa en una forma relativamente pura. Los ácidos alfa pueden isomerizarse entonces con catalizadores o álcalis para rendir una solución pura de ácidos iso-alfa, con un rendimiento mucho mayor que el que puede obtenerse hirviendo el lúpulo en la olla. Dicho material purificado, cuando es agregado a la cerveza almacenada en frío, produce eficientemente niveles normales de amargor.

### **2.11.3 PELLETS DE LÚPULO**

Los pellets se producen desmenuzando el lúpulo embalado, sacando los tallos leñosos y demás material extraño, machacando a martillo el lúpulo hasta lograr un polvo fino, haciendo finalmente pasar el polvo a través de un troquel peletizante de alta presión. Las glándulas de lupulina que encierra en el lúpulo se parten y la resina liberada aglutina la materia vegetal restante para formar un pellet denso de 4.5-6mm de diámetro por 4-6mm de longitud. Estos pellets son entonces enfriados y empacados al vacío en bolsas laminadas con latón/plástico dentro de cajas o tambores revestidos de polietileno.

### **2.11.4 PELLETS DE LÚPULO CONCENTRADO**

Ando parte del material no resinoso del lúpulo en polvo, después del machacado a martillo, pero antes de la paletización. El contenido de ácidos alfa variará con el lúpulo usado y la concentración efectuada, pero normalmente será de 9% a 14%

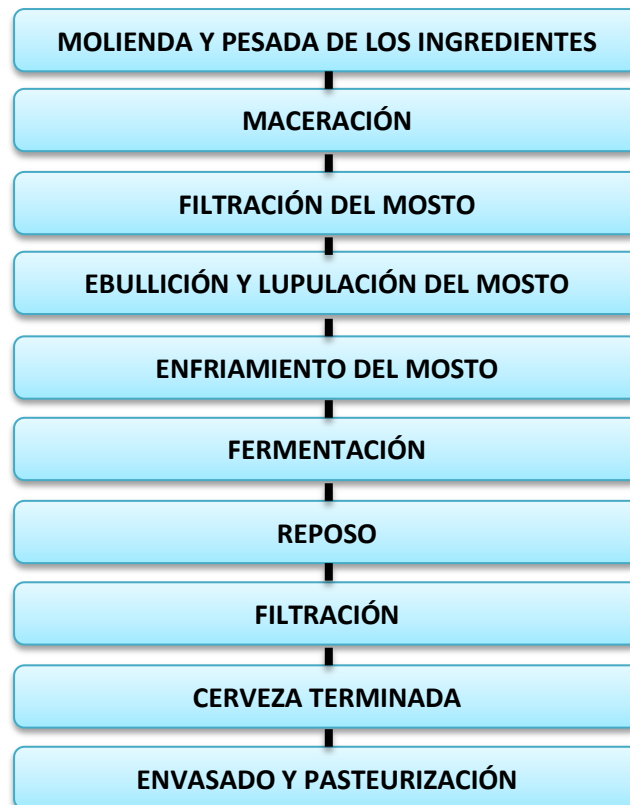


### 3 METODOLOGÍA

#### 3.1 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA CERVECERÍA GOURMET DEL GOLFO S.A. DE C.V.

El objetivo de este estudio es verificar el control para una adecuada fabricación del producto o la presentación de servicios que brinda la empresa. Además, de analizar y determinar las variables que influyen en cada etapa.

Cabe mencionar que se implementarán procedimientos y técnicas que controlen cada etapa involucrada en la producción de la cerveza artesanal como se muestra en la **figura 3**; se modificarán los estándares requeridos dependiendo del estilo de cerveza.



**Figura 3.** Diagrama de proceso de la Cervecería Gourmet del Golfo

### 3.2 MOLIENDA Y PESADA DE LOS INGREDIENTES

La molienda es el proceso mediante el cual se toma el grano de cebada malteada (Malta) y se "desarma" en varias partes o trozos. Lo que se busca como un molido ideal, es que las cáscaras del grano se mantengan lo más intactas posible facilitando la filtración posterior al mosto, mientras que el interior del grano, de color blanco, quede lo más expuesto posible para una fácil extracción de sus componentes. En básculas separadas se pesan las cantidades adecuadas de adjuntos y malta molida para un cocimiento. Este proceso es llevado a cabo mediante un molino de rodillos como a continuación se presenta en la **figura 4**.



**Figura 4.** Molino de rodillos para granos.

- Control de calidad aplicado.

En esta etapa del proceso inicialmente se recibe la materia prima necesaria para iniciar el proceso de producción, por lo que se realizarán análisis físico-químicos para determinar la calidad de las materias primas con respecto a los estándares de calidad establecidos por la empresa y normatividad.

Se procederá a documentar cada una de las actividades que se aplican actualmente en la empresa, se evaluarán, y se identificarán posibles mejoras de las técnicas en función.

La cervecería Gourmet del Golfo recibe las siguientes materias primas:

## 1) Agua

El 95% del peso de la cerveza es agua, he ahí la importancia de verificar su calidad antes de su recepción e ingreso a la planta. Se recibe en pipa y se procede a la toma de muestras para las pruebas de:

- a) pH
- b) Alcalinidad
- c) Dureza
- d) Coliformes totales

Al obtener los resultados de los análisis aplicados al agua; se llevará un control y documentación de los mismos a resguardo del departamento de encargado en la empresa.

## 2) Malta

Se reciben tres tipos de malta: malta de trigo, malta roja y malta negra. Se recibe en sacos de 25kg para el proceso de producción; por lo que se evaluarán los siguientes aspectos:

- a) Porcentaje de humedad
- b) Granulometría (cribas metálicas)
- c) Materia extraña
- d) Presencia de plaga

3) Levadura

Se recibe en empaques al vacío de 11g cada uno. Se evalúa la efectividad de la levadura mediante un recuento de levaduras durante el proceso de fermentación, el cual es monitoreado constantemente para obtener los resultados requeridos.

4) Lúpulo

El lúpulo se recibe en pellet empacado al vacío en bolsas laminadas con latón/plástico dentro de cajas. Su control será medido por medio de las siguientes propiedades organolépticas y físicas.

- a) Aroma
- b) Sabor
- c) Color
- d) Porcentaje de humedad

### 3.3 MACERACIÓN

La operación de maceración se realiza en un tanque similar al cocedor (figura 5). Una vez puesta la cantidad adecuada de agua, se le adiciona la totalidad de malta molida. Su función es que a determinada temperatura se logre primeramente la peptonización de los complejos proteicos por medios enzimáticos en proteínas de constitución sencilla y aumentar la cantidad de proteínas solubles en el mosto. Logrado lo anterior, el contenido del cocedor pasa al macerador, causando la temperatura de ebullición que trae consigo esta carga, la elevación de la temperatura de la mezcla así formada. A la temperatura alcanzada por la mezcla, se realiza la sacarificación de los almidones, es decir, son transformados por medios enzimáticos en azúcares fermentables y dextrinas.



**Figura 5.** Equipo de maceración (Mash tun)

- Control de calidad aplicado

Se lleva un monitoreo constante de temperaturas por tiempos establecidos, mediante un panel de control y toma manual de temperatura con termómetro de mercurio. Las técnicas empleadas actualmente nos permitirán identificar las necesidades del proceso de maceración para la optimización de esta. Las variables a controlar son de suma importancia por lo que se documentarán paso por paso logrando detectar mejoras e implementarlas en el manual de control de calidad para el proceso.

- a) Prueba de conversión/prueba del yodo
- b) Control de temperaturas
- c) Control de tiempos

### **3.4 FILTRACIÓN DEL MOSTO**

Se lleva a cabo en un filtro Lauter-Tub, el cual consiste en un tanque cilíndrico de fondo falso, encima del cual sedimenta el bagazo de malta una vez que ha sido cargado el filtro con el material proveniente del macerador. El mosto fluye a través de la cama filtrante formada por bagazo de malta, quedando de esta manera limpio. Se recolecta el mosto en un recipiente adecuado y se bombea hacia la olla de cocimientos. Al bagazo o masilla, se le hacen lavados sucesivos hasta reducir a un mínimo su contenido de extracto aprovechable, siendo las aguas resultantes de estos lavados hacia la olla de cocimientos.

- Control de calidad aplicado

Las variables a controlar en esta etapa se efectúan durante la filtración del mosto, tomando las correspondientes muestras directamente del tanque en uso. Se emplearan las técnicas y equipo requeridos para cada determinación, se redactarán en el manual de control de calidad aportando las necesidades requeridas por el proceso. Las variables a monitorear son:

- a) Temperatura
- b) pH del mosto
- c) Extracto original
- d)

### **3.5 EBULLICIÓN Y LUPULACIÓN DEL MOSTO**

Después de filtrado, el mosto recolectado en la olla de cocimientos, (figura 6) es sometido a ebullición vigorosa y constante, agregándosele en lúpulo. Los objetivos más importantes a lograr en la olla son:

- 1) Coagulación de las proteínas
- 2) Esterilización del mosto por medio de la ebullición.
- 3) Destrucción total de las enzimas.
- 4) Extracción de las sustancias del lúpulo.
- 5) Precipitación de las proteínas, gomas y resinas indeseables.
- 6) Concentración adecuada del mosto

De la olla, el mosto ya lupulado se descarga a través de un separador de la hoja del lúpulo y cae a un tanque donde por medio de la fuerza centrífuga originada por la entrada tangencial del mosto al tanque, se separan la mayor parte de los sólidos en suspensión. El acumulamiento de estos sólidos en el fondo y centro del tanque permite más tarde extraer el mosto limpio.



**Figura6.** Olla de cocimientos (Kettle)

- Control de calidad aplicado

Las variables a controlar en esta etapa permitirán la estabilización del mosto en sentido biológico, bioquímico, coloidal así como también en el desarrollo del sabor y concentración del mosto.

Se efectuará un control de variables, se reportarán resultados, se establecerán técnicas y se mejoraran de ser necesario, para ser aplicadas en el manual de control de calidad de la empresa.

A continuación se mencionan las siguientes determinaciones para evaluar el mosto al final de la etapa de ebullición:

- a) Temperatura
- b) Extracto real
- c) pH del mosto

### **3.6 ENFRIAMIENTO DEL MOSTO**

Es un sencillo cambiador de calor, donde por medio de un flujo a contracorriente del mosto caliente y agua fría, se abate la temperatura del mosto a la deseada. Saliendo del enfriador, se le inyecta al mosto aire estéril y levadura en proporciones adecuadas para la fermentación.

- Control de calidad aplicado

Se evaluará el control actual aplicado durante esta operación, se documentará la técnica empleada durante el proceso de producción en el manual de control de calidad. Las variables que se controlan principalmente son:

- a) Temperaturas
- b) Estabilidad del mosto
- c) Extracto del mosto
- d) Volumen



### 3.7 FERMENTACIÓN

En los tanques de fermentación de acero inoxidable como se presenta a continuación (figura 7), se transforman por acción de la levadura los azúcares fermentables principalmente el alcohol etílico y gas carbónico. Se mantiene un estricto control de temperatura para evitar desviaciones en la fermentación. Dicho control se logra por medio de un serpentín colocado en el interior del tanque, por el interior del cual circula un líquido refrigerante.

Al finalizar la fermentación se abate la temperatura hasta aproximadamente 0°C, provocándose con esto la sedimentación de la levadura, la cual se deposita en el fondo del tanque en una cantidad 3 o 4 veces mayor que la que se inyectó al mosto. Al salir de fermentación, el líquido ya es cerveza a la cual le falta la madurez y características que obtendrá durante el tiempo de reposo.



**Figura 7.** Fermentador de acero inoxidable

- Control de calidad aplicado

Las variables que se mencionaran a continuación son determinantes en la producción de alcohol en la cerveza por lo que el control de las técnicas que se aplican para monitorear el proceso será estrictamente

evaluado para optimizar y estandarizar el proceso. Se procederá a la redacción de las técnicas actuales y aplicadas para correcciones necesarias durante la producción.

- a) Volumen
- b) Recuento de levaduras
- c) Temperaturas
- d) Tiempo de fermentación
- e) Extracto aparente
- f) Control bacteriológico
- g) 2do recuento de levaduras

### **3.8 REPOSO**

Previamente a su filtración, la cerveza es mejorada en salas de reposo, sometiéndola a maduración y estabilización natural a un nivel adecuado. En la Cervecería Gourmet del Golfo el equipo es de acero inoxidable como se muestra a continuación (figura 8) y es denominado como tanque de producto terminado o BBT (Bright beer tank) por sus siglas en inglés. Los propósitos del reposo son:

1. El desarrollo y mejoramiento del sabor por medio de la fermentación secundaria. Ácidos orgánicos y alcoholes se combinan para formar ésteres necesarios para el sabor y aroma. La temperatura es un factor de gran importancia en el reposo, ya que a temperaturas más altas de la debida la maduración es rápido, pero la claridad y estabilidad de la cerveza se ven afectadas, además de que no se obtendrá una correcta sedimentación de la levadura y sólidos en suspensión, lo que causará problemas durante la filtración. Por lo anterior, se prefiere llevar a cabo el reposo a temperaturas más bajas y tan cercanas al punto de congelación como sea posible.
2. Clarificación por medio de la sedimentación de la levadura y los sólidos en suspensión.
3. Eliminación del aire por medio de la fermentación secundaria.

4. Agregación y precipitación de proteínas indeseables causantes de la turbidez proteica y el enturbiamiento por frío.
5. Remover el acetaldehído, diacetilo y compuestos de azufre que fueron producidos durante la fermentación en concentraciones superiores a las permitidas en cerveza. Para que la levadura absorba o transforme esas sustancias, debe tener condiciones adecuadas durante el reposo. Tales condiciones además de las ya mencionadas, incluirán evitar bruscos o considerables cambios de temperatura y el mantenimiento de un bajo potencial redox, para prevenir acceso de aire durante el movimiento o transferencia de la cerveza.

La estabilización natural es lograda por enfriamiento prolongado en reposo, lo cual ayuda a la precipitación de complejos de proteína y polifenoles a un grado máximo, facilitando así la filtración. Al final del periodo de reposo, la temperatura deberá ser menos de 0°C.

Ya que los complejos proteína-polifenol precipitan lentamente, la baja temperatura deberá ser mantenida durante la totalidad del reposo. Se ha encontrado que los precipitados se disuelven rápidamente cuando la temperatura se eleva, por lo que es esencial que no gane calor durante su transferencia al filtro. Exposiciones de solamente 2 ó 3 minutos a temperaturas más altas, causarán la redisolución de fracciones del precipitado.



**Figura 8.** Tanque de producto terminado BBT

- Control de calidad aplicado

Los objetivos anteriores de la etapa de reposo definirán el resultado final de la cerveza, por lo que se realizará periódicamente una serie de determinaciones a la cerveza con el fin de que continúe en óptimas condiciones o en su defecto que se optimice la condición actual del producto con las correcciones pertinentes. Se aplicaran las técnicas actuales en el manual de control de calidad para estandarizar el proceso de producción de la cerveza con el control de las siguientes variables y determinaciones:

- a) Carbonatación
- b) Modificación del sabor y aroma
- c) Estandarización del color
- d) Estabilización contra la formación de turbidez y los cambios de aroma de orígenes no biológicos y los cambios de aroma de orígenes no biológicos.
- e) Temperaturas
- f) pH

### **3.9 FILTRACIÓN**

Terminada la etapa de maduración la cerveza aún conserva cierto grado de turbidez siendo necesario pasarla por un sistema de filtración para darle el brillo y la transparencia con que la observamos al momento de servirla. Existen en la industria alimentaria distintos equipos de filtración, en el caso de la Cervecería Gourmet del Golfo se emplea un filtro prensa, (figura 9) para proporcionarle brillantez al producto terminado.



**Figura9.** Filtro prensa utilizado para eliminar sedimentos y darle brillo a la cerveza

- Control de calidad aplicado

Se observarán, evaluarán y actualizarán las técnicas aplicadas para documentarlas en el manual de control de calidad. En esta etapa de producción de la cerveza artesanal se efectúan las siguientes determinaciones:

- Temperatura
- pH

### 3.10 CERVEZA TERMINADA

Consta de enfriamiento, filtración y carbonatación de la cerveza. Esta operación se realiza después de que la cerveza ha tenido el reposo adecuado. La cerveza ya filtrada y carbonatada, es almacenada para su envasado en tanques denominados de verificación o Gobierno.

- Control de calidad aplicado

La cerveza se encuentra almacenada en tanque de cerveza terminada BBT donde se evaluarán las siguientes condiciones requeridas:

- a) Temperatura
- b) pH
- c) Contenido de CO<sub>2</sub>
- d) Extracto aparente
- e) Extracto real
- f) Color
- g) Sabor
- h) pH

### 3.11 ENVASADO Y PASTEURIZACIÓN

La cerveza terminada, es enviada a las maquinas llenadoras donde es envasada en botellas, para más tarde llevar a cabo la pasteurización de la cerveza artesanal a un precalentamiento de 40°C en la primera fase, para finalmente pasar a un sobrecalentamiento de 65°C.

La cerveza pasteurizada pasa por la línea, (figura 10) de enfriamiento para ser etiquetada, codificada y empacada para finalmente ser enviadas al mercado.



**Figura10.** Línea de envasado en la industria cervecera

- Control de calidad aplicado

La calidad del producto terminado es indispensable y se evalúa conforme a un muestreo establecido por la empresa. Las determinaciones a evaluar en las etapas de envasado, pasteurización y como producto terminado son las siguientes:

- a) Volumen de botella
- b) Coronado de botella
- c) Unidades de pasteurización
- d) Contenido de CO<sub>2</sub>
- e) pH
- f) Etiquetado
- g) Contenido de aire

## 4 RESULTADOS

El control de la inocuidad y calidad de los alimentos forma parte importante indispensable de la industria alimentaria. Los sistemas de control de calidad proveen salud y bienestar a los consumidores del producto que la Cervecería Gourmet del Golfo ofrece, ya que se logra detectar a tiempo cualquier anomalía posible durante el proceso apoyado de un adecuado monitoreo de las variables involucradas en cada etapa del proceso.

El departamento de calidad se comprometió a contribuir con la aplicación, mejora y actualización de las técnicas y control de variables en cada etapa del proceso de la cerveza para garantizar la optimización del producto que actualmente ofrecen.

El presente manual ha logrado obtener resultados fiables, debido a la aplicación de técnicas actualizadas conforme a normatividad y con las que actualmente se trabajaban en la industria cervecera. Todas las técnicas fueron evaluadas durante la producción, fueron actualizadas pertinentemente y aplicadas durante el proceso verificando que efectivamente el control de las variables, determinaciones y etapas, permite estandarizar el proceso de producción de la cerveza garantizando la calidad del producto terminado.

## 5 CONCLUSIONES

- 1) Comprender el proceso de elaboración de la cerveza artesanal ha permitido identificar las variables a controlar en cada etapa involucrada.
- 2) Establecer el diagrama de proceso de producción permitió establecer un orden de las determinaciones, técnicas y variables a emplear, monitorear y controlar.
- 3) Elaborar el manual de control de calidad proporciono a la empresa una guía fiable y actualizada de las técnicas regidas por normatividad y la industria cervecera.
- 4) Emplear el manual de control de calidad de la cerveza artesanal proporcionó resultados favorables durante todo el proceso de producción.



## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- NMX-F-317-S-1978. Determinación de pH en alimentos. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.
- NOM-112-SSA1-1994 Determinación de Bacterias Coliformes. Técnica del Número más Probable.
- NOM-092-SSA1-1994 Método para la Cuenta de Bacterias Aerobias en Placa.
- NOM-109-SSA1-1994 Procedimiento para la Toma, Manejo y Transporte de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico.
- NOM-110-SSA1-1994 Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico.
- NMX-F-428-1982. Alimentos. Determinación de humedad (Método rápido de la Termobalanza). Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-142-SSA1-1995. Bienes y Servicios. Bebidas Alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial.
- Norma Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba.
- Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de Higiene para el Proceso de Alimentos, Bebidas o Suplementos Alimenticios.
- NMX-F-374-1983. Alimentos. Almidón. Determinación Cualitativa (Prueba del lugol). Método de prueba. Normas mexicanas. Dirección general de normas.

- Corrie, A.V. (2002) Métodos de análisis microbiológicos de los alimentos. España. Ediciones Días de Santos, S.A.
- Frazier, W. C. y Westhoff, D. C. (1993). Microbiología de los alimentos. España: Acribia S.A.
- Harold M. Broderick. (1977). El Cervecerero en la práctica . VenezuelaCaracas: Asociación de maestros cerveceros de las Américas
- J.S. Hough. (1990). Biotecnología de la cerveza y de la malta. Zaragoza España: Acribia S.A.
- Norman, W. D. (2006) Conservación de los alimentos. Compañía Editorial Continental. México.
- Owen, P. W. (1991). Biotecnología de la fermentación. España. Acribia, S.A
- Pablo Gigliarelli. (25 de agosto de 2008). El color de la cerveza. Martes, 11 de Abril del 2017, de Revista Mash Sitio web: • <http://www.revistamash.com/detalle.php?id=350>