

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS
ESCUELA DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

INFORME DE PRÁCTICA DIRIGIDA

Desarrollo de documentación requisito de las Buenas Prácticas de Manufactura y estandarización del proceso de propagación y reutilización de levadura en la empresa La Cofradía Brewing S.A

Proyecto final de graduación en la modalidad de práctica dirigida, presentada a la Escuela de Tecnología de Alimentos para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

Elaborado por:

Ignacio González Sicard

Carné: B22979

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

2020

Dedicatoria

A Dios, por haberme puesto en el camino esta hermosa profesión, guiarme y bendecirme en el camino.

A mi familia, por su apoyo y amor incondicional.

Agradecimientos

A mis padres, por su amor incondicional.

A mi mamá, por dedicarnos su vida sacrificando su profesión y entregando todo su amor y cariño por el bienestar y desarrollo de sus tres hijos.

A mi papá, por dedicarnos su vida con amor sacrificando sus frutos laborales para asegurar que sus tres hijos pudieran “volar” de la mejor manera. Por ser mi compañero y socio del mejor emprendimiento de mi vida.

A mis hermanos, porque las metas y éxitos logrados por ustedes son una verdadera inspiración para mí. Ambos únicos, especiales y genios en su profesión. Gracias por todo el apoyo, las enseñanzas y aventuras compartidas.

A Andrés Redondo, por brindarme la oportunidad de desarrollar esta práctica dirigida en la industria que cambió mi vida por completo. Gracias por abrirme las puertas de su empresa.

A todo el personal de La Cofradía Brewing Co, en especial a Diego Alvarez, por el apoyo durante el desarrollo de este trabajo de graduación.

A la profesora Adriana Araya, por su interés, apoyo y ayuda brindada durante la realización de este proyecto.

A la profesora Marjorie Henderson, por su guía y aportes durante este proceso.

A Andrés Salazar, por su incondicional amistad, apoyo y educación en el campo de la cerveza.

A mis queridos amigos compañeros de carrera, quienes compartieron conmigo aprendizajes y grandes experiencias.

A todos los profesores, familiares, colegas y amigos, mi gratitud y aprecio.

Hoja de aprobación

Proyecto de graduación presentado a la Escuela de Tecnología de Alimentos como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

Elaborado por: Ignacio González Sicard.

Aprobado por:

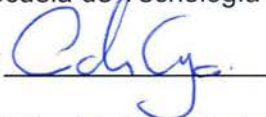
Presidente (a) del tribunal:

Lugar de trabajo:

Firma: 

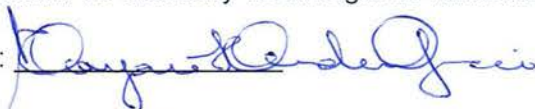
Directora de la práctica dirigida: M. Sc. Adriana Araya Morice

Lugar de trabajo: Escuela de Tecnología de Alimentos.

Firma: 

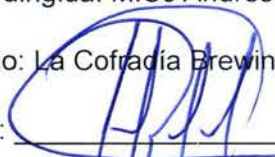
Asesora de la práctica dirigida: Licda. Marjorie Henderson García.

Lugar de trabajo: Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Firma: 

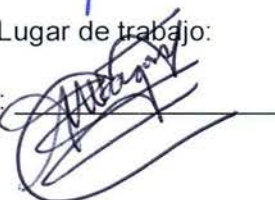
Asesor de la práctica dirigida: M.Sc Andrés Redondo Vega.

Lugar de trabajo: La Cofradía Brewing Co S.A.

Firma: 

Profesor (a) Designado (a):

Lugar de trabajo:

Firma: 

Índice

<i>Dedicatoria</i>	2
<i>Agradecimientos</i>	3
<i>Lista de figuras</i>	8
<i>Lista de cuadros</i>	9
<i>Lista de abreviaturas</i>	10
<i>Resumen</i>	11
<i>I. Justificación</i>	13
<i>II. Objetivos</i>	17
<i>III. Marco teórico</i>	18
3.1 Sistemas de Gestión de Inocuidad.....	18
3.2 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)	19
3.2.1 Capacitación del personal en BPM.....	21
3.2.2 Instalaciones	21
3.3 Limpieza y desinfección.....	23
3.3.1 Limpieza en sitio (CIP, por sus siglas en inglés).....	24
3.4 Control de agua potable.....	25
3.4.1 Control de agua en cervecerías.....	26
3.4.1.2 Dureza del agua.....	26
3.5 Procesamiento de cerveza.....	28
3.5.1 Operaciones del procesamiento de cerveza.....	28
3.6 Proceso de fermentación de la cerveza	30
3.6.1 Levadura	31
3.6.2 Propagación de levadura.....	32
3.6.3 Recolección de levadura	33
3.6.4 Medición de la viabilidad y vitalidad	33
3.7 Medición de densidad de la cerveza	33
3.8 Fabricación de cerveza artesanal	34
3.8.1 Cerveza artesanal en el mundo.....	34
3.8.2 Cerveza artesanal en Costa Rica	35
<i>4 Resultados metodológicos</i>	37
4.1 Localización de la práctica.....	37

4.2 Diagnóstico de cuatro requisitos del RTCA 67.01.33:06 en la empresa.....	37
4.3. Elaboración y puesta en marcha del Manual de BPM.....	41
4.4 Elaboración y puesta en marcha algunos documentos requisitos del RTCA 67.01.33:06.....	44
4.4.1 Procedimiento de limpieza y desinfección de superficies en contacto directo con alimentos.....	44
4.4.2 Elaboración y puesta en marcha del procedimiento de control de la calidad del agua del proceso.....	47
4.5 Elaboración y puesta en marcha del procedimiento de estandarización de proceso de elaboración de cerveza.....	49
4.6 Definición del proceso de propagación de levadura.....	53
4.6.1 Especificación de los materiales.....	54
4.6.2 Técnica de propagación de levadura.....	55
4.6.3 Obtención y reutilización de levadura.....	55
4.6.4 Evaluación de la eficacia de la reutilización de levadura propagada.....	56
4.6.5 Medición de la densidad relativa y curvas de fermentación.....	58
4.7 Diagnóstico final de la empresa de cuatro requisitos del RTCA 67.01.33:06.....	61
5. Conclusiones.....	64
6. Recomendaciones.....	65
7. Referencias bibliográficas.....	67
8. Anexos.....	78
8.1 Anexo 1: Manual de Buenas Prácticas de Manufactura.....	78
8.2 Anexo 2: Registro de usuarios y visitantes de la planta de La Cofradía Brewing Co S.A.....	79
8.3 Anexo 3: Procedimiento de limpieza y desinfección de superficies en contacto directo con alimentos.....	80
8.4 Anexo 4: Registro verificación de limpieza.....	81
8.5 Anexo 5: Control de la calidad del agua de proceso.....	82
8.6 Anexo 6: Registro perfil de agua para la elaboración de cerveza La Cofradía Brewing Co S.A.....	83
8.7 Anexo 7: Registro de cambios de filtro de agua La Cofradía Brewing Co S.A.....	84
8.8 Anexo 8: Procedimiento estandarizado de elaboración de cerveza artesanal.....	85
8.9 Anexo 9: Registro elaboración de cerveza.....	86

8.10 Anexo 10: Datos necesarios para graficar la curva de fermentación obtenida durante los procedimientos de propagación de levadura.	87
8.11 Anexo 11: Datos estadísticos obtenidos mediante el programa JMP para analizar la tendencia de las densidades relativas entre las curvas de fermentación mediante un ANDEVA.....	88

Lista de figuras

Figura 1. Encabezado a utilizar en la documentación de La Cofradía Brewing S.A.....	41
Figura 2. Flujo de proceso para la elaboración de cerveza artesanal en La Cofradía Brewing Co	52
Figura 3. Porcentaje de viabilidad con respecto a la generación de levadura obtenida para dos réplicas realizadas con el procedimiento de propagación y reutilización de levadura (1-2°C) en la Cofradía Brewing S.A	59
Figura 4. Densidad relativa del mosto con respecto al tiempo para cinco generaciones de levadura propagada y reutilizada durante una fermentación de 9 días.	59
Figura 5. Comparación del porcentaje de cumplimiento obtenido en las evaluaciones inicial y final de las secciones del RTCA 67.01.33:06.	63

Lista de cuadros

<i>Cuadro I. Herramienta de diagnóstico de documentación.....</i>	37
<i>Cuadro II. Evaluación inicial del estado de la documentación en la empresa La Cofradía Brewing S.A.</i>	39
<i>Cuadro III. Evaluación final del estado de la documentación en la empresa La Cofradía Brewing S.A.</i>	62
<i>Cuadro IV. Medición de densidad relativa durante 9 días para las generaciones de levadura obtenidas durante el procedimiento de propagación y reutilización de levadura.</i>	87

Lista de abreviaturas

ATP: Adenosín trifosfato.

BPM: Buenas Prácticas de Manufactura.

BRC: British Retail Consortium.

GAP: Good Agricultural Practices.

CIP: Clean in Place.

FSSC: Food Safety System Certification.

GFSI: Global Food Safety Initiative.

HACCP: Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP, por sus siglas en inglés).

IFS: International Featured Standards.

JFSM: Japan Food Safety Management Association.

RTCA: Reglamento Técnico Centroamericano.

SCDA: superficies en contacto directo con alimentos

SQF: Safe Quality Food.

PET: tereftalato de polietileno.

PEN: Polietilen naftalato.

Resumen

González Sicard, Ignacio

Desarrollo de documentación requisito de las Buenas Prácticas de Manufactura y estandarización del proceso de propagación y reutilización de levadura en la empresa La Cofradía Brewing S.A.

Informe de práctica dirigida, Ingeniería de Alimentos. –San José, Costa Rica.

González, I. 2020.

Se crearon cuatro documentos requisitos y sus respectivos registros del RTCA 67.01.33:06 que incluyen Buenas Prácticas de Manufactura, Procedimiento sobre la calidad del agua de proceso, Procedimiento de limpieza y desinfección de superficies en contacto directo con los alimentos y el Procedimiento de estandarización de fabricación de cerveza. El grado de avance de la documentación en los campos tratados en esta práctica profesional, se evaluó al inicio y al final de este trabajo, obteniendo un 20,6% inicialmente y un 79% al evaluar finalmente el grado de avance de la documentación.

Una vez elaborados los documentos se procedió a validar su formato y contenido, mediante sesiones de capacitación con los colaboradores y con la verificación de los registros diseñados, durante los 2 meses consecutivos a su entrega oficial a la empresa.

Se definió el procedimiento de propagación de levadura haciendo uso de la literatura, de la experiencia documentada en este proceso en una cervecería comercial y de las recomendaciones del proveedor actual de la levadura. Con esto se obtuvo un total de cinco generaciones de levadura propagada y reutilizada con un porcentaje de viabilidad mayor al 90%. Se analizaron las tendencias de densidad relativa en las curvas de fermentación y se determinó que no existen diferencias significativas entre las generaciones ($p < 0,05$). Por lo

que se concluye que la empresa podría propagar y reutilizar la levadura por cinco generaciones consecutivas con un porcentaje de viabilidad mayor al 90%.

BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA, PROPAGACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE LEVADURA, CALIDAD DEL AGUA, LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN, FABRICACIÓN DE CERVEZA.

Directora de la investigación: Msc. Adriana Araya Morice.

Escuela de Tecnología de Alimentos.

I. Justificación

Uno de los mercados más grandes de cerveza artesanal corresponde a Estados Unidos, con una cuota de mercado de 6% (Aquilani *et al.*, 2014), en donde actualmente hay 1525 cervecerías produciendo 8,5 millones de barriles de cerveza anualmente y 25000 individuos produciendo cerveza artesanal a nivel casero (Murray & O'Neil, 2012).

En Costa Rica, antes de la llegada del movimiento internacional de la cerveza artesanal, el mercado de la cerveza nacional era abastecido en su gran mayoría por Florida Ice & Farm. Sin embargo, alrededor del año 2009 se comenzó a gestar en el país un interés por introducir al mercado costarricense un producto diferenciado y popular a nivel mundial: la cerveza artesanal.

Con el pasar de los años, la demanda de productos *premium* en Costa Rica se ha incrementado. La cerveza artesanal es un producto que entró dentro de esta categoría, principalmente por el valor sensorial agregado que este producto ofrece. Este incremento en la demanda de cerveza artesanal, en general, se podría atribuir al aumento en el gusto y preferencia de los costarricenses por la cerveza, sumado también al interés de los consumidores por probar cosas nuevas. Según la Escuela de Estadística de la Universidad de Costa Rica (2013), en su encuesta sobre patrones de consumo de bebidas alcohólicas en Costa Rica, el 79% de los costarricenses dicen consumir cerveza. Este dato porcentual, no toma en cuenta a los extranjeros y turistas, que son fuente importante de ingreso de divisas al país y que además tienden a preferir el consumo de productos autóctonos, exóticos y artesanales, traduciéndolo en otro posible mercado meta para los productores de cerveza artesanal.

La empresa La Cofradía Brewing S.A, incursionó en el proceso de fabricación de cervezas artesanales en el año 2014. Entre su línea de productos están las cervezas: San Son, San Cocho, San Ababichi, San Gron, San Pamela, San Adora, San Ate, *Stout Café*, *Wild Berries* y *Saison Mandarina*. Actualmente se considera una microempresa ya que su producción anual es de 6600L y cuentan con 3 empleados (PYME, 2020). A pesar de esto, la empresa se ha caracterizado por la estandarización de sus procesos y un enfoque hacia la mejora continua. Uno de los objetivos de La Cofradía Brewing S.A a mediano plazo es exportar su cerveza hacia mercados más grandes y exigentes. Por estas razones, la estandarización de procesos y la implementación de sistemas de gestión de calidad e inocuidad sostenibles

en el tiempo, son una base fundamental para asegurar los procesos de mejora continua y crecimiento meta. Los sistemas de gestión son entendidos como el conjunto de elementos relacionados o que interactúan y permiten implantar y alcanzar la política y los objetivos de una organización, en cuanto a calidad, medio ambiente, seguridad y salud, u otras disciplinas de gestión (AEC, 2011).

Debido a que al inicio de esta práctica dirigida la empresa no contaba con bases documentales necesarias, la documentación relacionada con Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) se consideraba prioritaria para lograr el aseguramiento de la inocuidad de la cerveza producida por La Cofradía Brewing y el cumplimiento de los requisitos legales que le aplican (RTCA 67.01.33:06 (2006): BPM).

La inocuidad de los alimentos significa ausencia de peligros (INN, 2007) y hace referencia a todos los peligros que pueden ocasionar que un alimento sea nocivo para la salud del consumidor (Huss, 2003). La capacidad de una empresa para elaborar alimentos inocuos depende en gran medida de la capacitación del personal, lo cual incluye a colaboradores de planta, supervisores de proceso y demás personas que ingresen a la planta de producción.

Es esencial que los colaboradores que desempeñan labores relacionadas con la manipulación y producción de cerveza artesanal conozcan los peligros asociados con cada operación unitaria dentro del flujo de proceso establecido. La conciencia y responsabilidad asociada con el tema es vital para proteger a la cerveza contra contaminaciones físicas, químicas o biológicas.

La cerveza, por su naturaleza, inhibe el crecimiento de microorganismos patógenos y de deterioro. Lo anterior se debe a la presencia de etanol, compuestos amargos (iso- α -ácidos) provenientes del lúpulo, bajo nivel de pH (3,9-4,4), elevada concentración de CO₂ y baja concentración de oxígeno (Vriesekoop, Krahl & Hucker, 2012). Sumado a lo anterior, durante el proceso de elaboración de cerveza se aplican operaciones unitarias tales como tratamientos térmicos (maceración, cocción, pasteurización), filtración, enfriamiento y posterior almacenamiento en frío. Dichas operaciones unitarias reducen el riesgo potencial de contaminación y proliferación de microorganismos. Son pocos los reportes sobre la presencia y sobrevivencia de microorganismos patógenos en cervezas, por lo que se considera un producto poco susceptible a riesgo biológico.

Otro tema muy importante a considerar sobre la inocuidad en la cerveza artesanal, es la presencia de peligros físicos y químicos. Los peligros físicos, son definidos como objetos duros de tamaño específico, entre 7 mm y 25 mm, que presentan un peligro potencial a la salud de los consumidores. Estos peligros pueden causar daños dentales y provocar asfixia (Cramer, 2013).

El desarrollo y puesta en marcha de la documentación del manual Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y el programa de limpieza y desinfección de superficies en contacto directo con alimentos (SCDA) resultan de gran importancia para asegurar la inocuidad de la bebida. Además de esto, resulta urgente para la empresa el cumplimiento del RTCA 67.01.33:06 de BPM, el cual es obligatorio para mantener sus operaciones.

Así mismo, la presente práctica dirigida incluyó la elaboración del documento que establece la calidad y perfil de agua a utilizar en el proceso, el cual se considera de especial importancia en la elaboración de cerveza, ya que el agua es el ingrediente esencial para asegurar la calidad final de la misma debido a su interacción durante todo el proceso de elaboración de cerveza: malteado, maceración, ebullición, fermentación, limpieza y sabor (Papazian, 2003). La cerveza está compuesta entre un 90-95% de agua, por esa razón el sabor y la cantidad de minerales presentes en el agua son factores importantes a tomar en cuenta durante el proceso de elaboración de cerveza. Algunos de los minerales más utilizados en la estandarización del agua para la producción de cerveza son el sulfato de calcio y el cloruro de sodio; los cuales en presencia de agua llevan a cabo un proceso de disociación, en donde los iones se separan y contribuyen con sabores característicos. Un balance mineral adecuado permite una actividad enzimática apropiada (Papazian, 2003).

Actualmente existe una norma internacional que representa los intereses del creciente sector cervecero del Reino Unido. Se representa mediante la filial SIBA (*Small Independent Brewer Association*) y establece que los miembros deben emprender los mejores procedimientos y prácticas para la elaboración, empaque y suministro de cerveza a sus consumidores. Así como esforzarse por alcanzar los más altos estándares de calidad, consistencia y servicio (SIBA, 2015). De igual manera surgió la norma SALSA, la cual es una norma de seguridad alimentaria escrita por expertos en seguridad alimentaria para reflejar requerimientos legales de los productores y cumplir con las expectativas mejoradas en “buenas prácticas” de compradores profesionales de comida. Dicha certificación, bajo la

norma *SALSA*, es otorgada únicamente a productores que son capaces de demostrarle a un auditor que son capaces de producir de una manera legal y segura (Humphreys, 2015). La empresa, tiene como visión a futuro implementar normas internacionales, como las antes mencionadas, que les permitan entrar en un mercado global altamente competitivo.

Uno de los procesos más importantes en una cervecería corresponde a la propagación de levadura. En el cual se da el crecimiento de la cepa de levadura a utilizar, a la concentración y volumen requerido para las necesidades de producción de la cervecería, a partir de un cultivo puro. Con el fin de estandarizar uno de los procesos de elaboración más importantes de la empresa, esta práctica considera establecer el proceso de propagación de la levadura, la cual es la de mayor uso en la fabricación de variedad de marcas de cerveza que elabora la cervecería. La levadura es uno de los ingredientes más costosos y delicados en la elaboración de cerveza. Sin duda es el elemento más importante en el proceso de fermentación para convertir azúcares fermentables en alcohol y dióxido de carbono. Por tal razón, los métodos de laboratorio para llevar a cabo la propagación de levadura son elementales para aumentar los ciclos de vida que tiene una levadura fresca en la fermentación de cerveza. Sin importar la cepa de levadura con la que se trabaje, ésta debe estar en buenas condiciones de salud y ser inoculada en la cantidad correcta para una fermentación óptima. La optimización del proceso de propagación no corresponde únicamente en crecer levadura en masa, sino, obtener la levadura más sana posible (sin mutaciones ni subproductos metabólicos generadores de sabores no deseados), ya que a partir de una cantidad menor de levadura muy sana se puede obtener cerveza de mejor calidad en comparación al uso de una cantidad grande de levadura insalubre (White & Zainasheff, 2010).

Considerando lo anterior, con esta práctica dirigida se logró diseñar, documentar y poner en marcha algunos de los documentos requisito del RTCA 67.01.33:06 (2006) tales como Buenas Prácticas de Manufactura, Procedimiento sobre la calidad del agua de proceso, Procedimiento de estandarización de fabricación de cerveza y Procedimiento de limpieza y desinfección de superficies en contacto directo con los alimentos para el aseguramiento de la inocuidad de la cerveza producida en la empresa La Cofradía Brewing S.A., así como definir el proceso de propagación de levadura marca White Labs, para mejorar los procesos productivos de la empresa.

II. Objetivos

2.1 Objetivo General

Diseñar y poner en marcha cuatro documentos requisito del Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06: Buenas Prácticas de Manufactura, así como definir el proceso de propagación de levadura marca White Labs utilizada en la fabricación de cerveza artesanal, en la empresa La Cofradía Brewing SA.

2.2 Objetivos específicos

2.2.1 Realizar un diagnóstico inicial del cumplimiento de cuatro requisitos del RTCA 67.01.33:06 en la empresa La Cofradía Brewing S.A.

2.2.2 Elaborar y poner en marcha algunos documentos requisitos del RTCA 67.01.33:06, los cuales incluyen: Manual de Buenas Prácticas de Manufactura, procedimiento sobre la calidad del agua de proceso, procedimiento de limpieza y desinfección de superficies en contacto directo con los alimentos y procedimiento de estandarización de fabricación de cerveza, en la empresa La Cofradía Brewing S.A.

2.2.3 Definir el proceso de propagación de levadura marca White Labs utilizada en la fabricación de la cerveza, en la empresa La Cofradía Brewing S.A.

2.2.4 Realizar un diagnóstico final del cumplimiento de cuatro requisitos del RTCA 67.01.33:06 en la empresa La Cofradía Brewing S.A.

III. Marco teórico

3.1 Sistemas de Gestión de Inocuidad

El concepto de sistema de gestión se define como la serie de procedimientos que una organización necesita seguir para cumplir sus objetivos (Newslow, 2013). Según Marín (s.f.), un sistema de gestión de la calidad corresponde a una estructura operacional, documentada, sistematizada que sirve de guía de acción para determinadas actividades o procesos. Por otra parte, los sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos son definidos como programas, políticas y prerrequisitos que dan soporte al control de los riesgos de inocuidad en los alimentos en una organización (King, 2013). La inocuidad de los alimentos significa ausencia de peligros (INN, 2007) y hace referencia a todos los peligros que pueden ocasionar que un alimento sea nocivo para la salud del consumidor (FAO & OMS, 2003). La capacidad de una empresa para elaborar alimentos inocuos depende en gran medida de la capacitación del personal, lo cual incluye a colaboradores de planta, supervisores de proceso y demás personas que ingresen a la planta de producción. De tal manera que, si se evidencia que el conocimiento de una persona es insuficiente para garantizar la higiene en el proceso de manufactura, ésta representará una posible amenaza para la inocuidad de los productos (Díaz & Uría, 2009).

En el año 2000, un grupo de líderes de la industria alimentaria crearon la iniciativa mundial de seguridad alimentaria, en inglés conocida como *Global Food Safety Initiative* (GFSI), que busca reducir los riesgos en inocuidad al realizar una equivalencia y convergencia entre los diferentes sistemas de gestión de inocuidad existentes, por ende obteniendo como resultado sistemas globales consistentes y efectivos en la industria alimentaria (GFSI, 2011).

La junta directiva de GFSI, compuesta por representantes de minoristas, fábricas y cadenas de alimentos más grandes globalmente, ha desarrollado un documento como guía que define los requerimientos que deben cumplirse en cada una de los estándares privados en sistemas de gestión de calidad e inocuidad reconocidos por la fundación (Newslow, 2013).

Las certificaciones a nivel internacional representan una inversión económica importante que, además de ser una ventaja competitiva, se han convertido en un estándar de la industria y por consecuencia una obligación para aquellas empresas que deseen ser

escogidas como proveedores de cadenas minoristas, que a su vez auditan y solicitan estas certificaciones aprobadas por la GFSI. Adicionalmente, las empresas certificadas logran tener mayor credibilidad ante sus clientes pues existe evidencia fundamentada y documentada que asegura el control y cumplimiento de los procedimientos dentro del área que incluya la certificación. Por ejemplo, la aplicación de buenas prácticas agrícolas a nivel de campo y el aseguramiento de la calidad e inocuidad, entre otros. La continuidad y el cumplimiento de la certificación en el tiempo generan confianza en los clientes de las empresas certificadas, aumenta su reputación como organización y en consecuencia se podrían concretar negocios con empresas que también valoren las certificaciones o bien las soliciten para poder continuar la relación comercial. Adicionalmente, existen muchos beneficios al certificar el sistema de gestión de calidad e inocuidad, tales como: establecimiento de herramientas y procedimientos que garantizan diversos temas (calidad, higiene y seguridad, etc), garantía de que los productos o servicios fabricados cumplen con normativas y respetan procesos de calidad, compromiso de calidad ante grandes empresas y apertura a concursos en administración pública (EQA, 2018).

Algunos estándares privados en sistemas de gestión de calidad e inocuidad reconocidos mundialmente son FSSC 22000, IFS Food, BRC global, SQF Code, GLOBALG.A.P., Primus GFS, CanadaGAP, GRMS, Global Aquaculture Alliance, AsiaGap y JFSM. Los estándares son diseñados para cumplir tres niveles de requerimientos: gestión de seguridad alimentaria, HACCP y Buenas Prácticas de Manufactura (Rincon, Lannelongue & González, 2019).

A pesar de que muchas empresas alimentarias a nivel internacional han optado por invertir en certificaciones internacionales, el desarrollo e implementación de sistemas de gestión de inocuidad en pequeñas y medianas empresas es restringido por varios factores, tales como: las limitaciones de recursos (humano y económico), altos costos de implementación y la falta de conocimiento y experiencia (Tzamalís, Panagiotakos & Drosinos, 2016).

3.2 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)

Antes de desarrollar e implementar un sistema de gestión de inocuidad de los alimentos, las empresas alimentarias deben cumplir de forma prioritaria con los sistemas de buenas prácticas de manufactura. Según la *Brewers Association* (2018), las BPM son un conjunto de estándares utilizados para determinar si un fabricante produce bajo prácticas reguladas

por organismos federales y estatales. Representan una herramienta básica para la obtención de productos inocuos y seguros para el consumo humano, que se centraliza en la higiene y en la forma de manipulación (Ministerio de Salud de Chile, 2010).

Las Buenas Prácticas de Manufactura tienen como objetivo la exclusión y remoción de materia o sustancias no deseadas en el alimento; y la inhibición y destrucción de microorganismos patógenos, es decir que puedan causar un daño a la salud del consumidor. Los elementos que conforman las BPM son las instalaciones y sus alrededores, el personal, procesos de limpieza e higiene, equipo y utensilios, procesos y controles, almacenamiento y distribución (Oliveira., et al., 2016).

Durante el procesamiento de alimentos existen tres tipos de peligros que se deben controlar para asegurar la inocuidad de un alimento: peligros físicos, químicos y biológicos. Los peligros físicos corresponden a materia física normalmente no encontrada en un alimento, son definidos como objetos duros de tamaño específico, entre 7 mm y 25 mm, los cuales pueden causar daños dentales y provocar asfixia (Cramer, 2013). Los peligros biológicos corresponden a bacterias, virus u organismos parásitos; mientras que los peligros químicos incluyen a sustancias químicas presentes naturalmente, por ejemplo en el caso de los mohos con la producción de micotoxinas, productos químicos agregados o utilizados durante el proceso de elaboración de alimentos tales como pesticidas, fungicidas, insecticidas, fertilizantes, sulfitos, antibióticos, recubrimientos, pinturas, aditivos, lubricantes, desinfectantes y detergentes (Vasconcellos, 2003).

Las BPM son aplicables a cualquier industria de alimentos, el uso de las mismas está relacionado con el aumento en la productividad de las empresas, controlando procesos y gestiones, así como en el ámbito del aseguramiento de la inocuidad y calidad de los productos. La implementación de estas herramientas posee múltiples beneficios, entre ellos se pueden mencionar la mejora de la imagen de la organización, posibilidad de ampliar el mercado, reducción de costos, disminución de los desperdicios, instalaciones modernas y seguras, disminución de la contaminación, desarrollo y bienestar de los empleados, facilidad de las labores de mantenimiento y prevención del daño de maquinarias (INPYME & JICA, 2011).

El personal que labora en las plantas de alimentos representa uno de las mayores fuentes potenciales de peligros biológicos, físicos y químicos, debido a la manipulación de los

alimentos y el desplazamiento entre zonas de la planta de producción, por lo cual se establecen y documentan las prácticas adecuadas del personal durante sus labores en la planta de alimentos a través de la implementación de un Manual de Buenas Prácticas de Manufacturas (Cramer, 2013).

3.2.1 Capacitación del personal en BPM

Una vez que se ha escrito el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura, se debe comunicar a todos los empleados de la planta mediante un entrenamiento inicial y sesiones de seguimiento cada seis meses. El entrenamiento del personal en este tema es complejo, por ende requiere de múltiples acercamientos para ser efectivo. Se pueden implementar estrategias para su comunicación efectiva, tales como material didáctico o audiovisual, pero ambos deben ser complementados con demostraciones en sitio para ejemplificar los puntos del manual a implementar. Posterior al entrenamiento los supervisores o encargados de planta deben monitorear el cumplimiento diariamente (Cramer, 2013).

3.2.2 Instalaciones

El diseño sanitario de las instalaciones resulta trascendental dentro de las BPM sin importar si una compañía está construyendo nuevas instalaciones, se encuentra en labores de mantenimiento o bien se encuentra en proceso de expansión de las instalaciones actuales. Un diseño adecuado debe reducir la contaminación proveniente del exterior, impedir el ingreso de plagas y brindar los espacios y condiciones adecuadas para llevar a cabo labores de limpieza y desinfección (Díaz & Uría, 2009).

De igual manera, impedir el desarrollo de focos de contaminación microbiológica y facilitar labores de limpieza y desinfección. Para lograr dichos objetivos los materiales utilizados para la construcción deben ser fácilmente lavables, resistentes al desgaste y la corrosión. Los pisos deben evitar la acumulación de agua, soportar bajas y altas temperaturas, agua caliente, productos químicos severos, tráfico de equipo y personas. Los materiales de los pisos, paredes y techos se deben poder limpiar fácilmente, libres de poros y resistentes a productos químicos y condiciones de proceso (Cramer, 2013).

La planta debe estar ubicada en un entorno adecuado, libre de olores desagradables y no expuesta a inundaciones, lejos de zonas o actividades que generen contaminación tales como rellenos sanitarios, refinerías, plantas de productos químicos, plantas de tratamientos

de agua, entre otros. Con vías de acceso, estacionamientos y patios de maniobra pavimentados o asfaltados con el fin de evitar la contaminación de los alimentos con polvo (CACIA, 2010).

De igual manera las instalaciones deben tener acceso a servicios básicos, mano de obra, materiales, servicio de transporte y de ser posible con la capacidad de expandirse y adquirir terrenos adyacentes en caso de requerirlo en un futuro. El diseño interior de las instalaciones debe ser acorde con el flujo de proceso lógico para la elaboración del producto, así como contar con separaciones físicas que disminuyan la probabilidad de una contaminación cruzada o bien de transferir peligros (físicos, químicos o biológicos) de un área a otra. Por ejemplo, los baños no deben abrir directamente hacia las áreas de producción y deben contar con un flujo de presión negativa de aire para evitar dispersar bacterias al entorno. Por otra parte, las tuberías y conductos de instalación eléctrica aérea deben ser colocados sobre estructuras en los techos sin pasar encima de zonas de producción o almacenamiento para prevenir la acumulación y liberación de polvo en estas zonas (Cramer, 2013).

3.2.3 Hábitos y comportamiento del personal

El personal que labora en plantas de industrias alimentarias debe cumplir y ser consciente de los hábitos de higiene y comportamiento a mantener durante sus labores. Uno de ellos corresponde al uso de uniformes, ya que la ropa utilizada debe ser exclusiva para labores donde exista manipulación de alimentos. Lo mencionado anteriormente resulta de gran importancia, pues la ropa puede ser una fuente de contaminación de alimentos al poder contener microorganismos y suciedad procedentes de actividades diarias. Así mismo, se debe mantener un elevado grado de aseo personal que incluyen medidas como: baño diario, lavado de manos con agua caliente y jabón tantas veces como sea necesario, uñas recortadas y cubrirse las heridas con vendajes impermeables (Ferro, 2020).

De igual manera se deberán evitar comportamientos del personal que puedan contaminar los alimentos, como por ejemplo: fumar, escupir, masticar o comer y estornudar o toser sobre alimentos no protegidos. El personal que labore en zonas donde se manipulan alimentos no podrá ingresar utilizando joyas, relojes u otros objetos que representen una amenaza para la inocuidad de los alimentos. Estos objetos deben quedar guardados en los armarios localizados en los vestuarios. Los colaboradores no deben portar lapiceros,

tarjetas de identificación o cualquier otro objeto a excepción de que se encuentren en bolsillos cerrados por debajo de la línea de la cintura (OPS, 2020).

3.3 Limpieza y desinfección

El proceso de limpieza es esencial y básico para mantener la inocuidad y calidad de los alimentos por lo que representa uno de los aspectos más críticos del procesamiento de alimentos (Varzakas & Tzia, 2015). La función principal es remover partículas contaminantes, prevenir la acumulación de películas y preparar la superficie para la desinfección. Así mismo, mediante la remoción de los focos de contaminación es posible eliminar las fuentes de nutrientes que permiten la proliferación de insectos y plagas. Algunos de los beneficios de un proceso efectivo de limpieza son: la obtención de un alimento inocuo, aumento en la vida útil del producto y reducción de sabores, aromas y colores indeseables (Cramer, 2013).

Por otra parte, el proceso de desinfección tiene como objetivo la destrucción o reducción de los microorganismos presentes en las superficies hasta disminuir su carga microbiana a niveles que no sean nocivos para la seguridad de los alimentos (Editorial Cep, 2019).

El proceso de limpieza inicia en seco, haciendo uso de escobas de goma y palas, mediante la recolección de restos de papel de desecho, material de empaque, producto u otro ingrediente sólido derramado del turno anterior. Posteriormente, se desarman los equipos para llevar a cabo la limpieza de las piezas en contacto con alimentos, finalmente se cubren los paneles eléctricos y motores con plástico para continuar con un enjuague, en caso de requerirse puede ser con agua caliente (54-71°C) con acción mecánica de limpieza para romper la grasa, remover sólidos visibles y preparar la superficie para continuar con la limpieza con detergente, enjuague y, posteriormente, la desinfección. (Cramer, 2013).

El éxito de un programa eficiente de limpieza y desinfección depende de la aplicación de las BPM por parte de los colaboradores. Sin embargo, la responsabilidad en el tema de la higiene, limpieza y desinfección es de toda la organización la cual incluye el personal que participa en las labores cotidianas y la infraestructura y diseño de la planta y los equipos que se utilizan a diario.

Una vez concluido el proceso de limpieza y desinfección es de suma importancia proceder con la verificación. Existen varias maneras de realizarlo, la más sencilla y menos costosa consiste en utilizar los sentidos para identificar y corroborar que la limpieza ha sido efectiva.

Otro método de verificación consiste en la prueba de bioluminiscencia mediante la reacción con la adenil trifosfato (ATP). Este nucleótido está presente en todas las células vivas, por lo que expone la presencia de materia orgánica, y al reaccionar con la enzima luciferasa produce luz que puede ser medida con un instrumento de medición de ATP llamado luminómetro. De manera práctica, esta verificación se realiza mediante el uso de hisopos que son aplicados en superficies limpias y colocadas posteriormente en un tubo con luciferina. Al entrar en contacto con el ATP la luciferina se convierte en luciferasa, la cual produce luz y su intensidad se mide con un luminómetro (Cramer, 2013).

Así mismo, la selección de los productos de limpieza y desinfección y sus características va a estar determinado por los microorganismos indeseables asociados al proceso que se deseen controlar. Son pocos los reportes sobre la presencia y sobrevivencia de microorganismos patógenos en cervezas, por lo que se considera un producto poco susceptible a riesgo biológico. Excepciones se han visto en las cervezas libres o con muy bajo nivel de alcohol, las cuales han resultado ser un ambiente más favorable para el desarrollo de microorganismos patógenos tales como *Escherichia coli*, *Salmonella Thyphimurium*, *Shigella flexneri*, *Klebsiella pneumoniae*, *Yersinia enterocolitica* y *Enterococcus faecium* (Menz, Aldred & Vriesekoop, 2009).

Entre los peligros químicos se encuentran las toxinas que pueden ser provenientes de la malta ya que se ha reportado la ocurrencia de toxinas tales como aflatoxinas, deoxinivalenol, ocratoxina A y zearalenona, producidas en condiciones de almacenamiento en altas y bajas temperaturas. Su presencia debe ser nula ya que se consideran hepatotóxico, carcinogénico, inmunosupresivo y antinutricionales (Menz, Aldred & Vriesekoop, 2009).

3.3.1 Limpieza en sitio (CIP, por sus siglas en inglés)

Un procedimiento de limpieza especializado comúnmente utilizado en cervecerías es el CIP o limpieza en sitio. Consiste en la recirculación de detergente, agua y sanitizante mediante el uso de un aditamento conocido como *spray ball*, el cual crea un flujo turbulento para remover materia en las superficies del sistema. Es un procedimiento de limpieza muy efectivo ya que requiere menos mano de obra y disminuye la cantidad de agua, energía y productos químicos de limpieza a utilizar en el proceso (Cramer, 2013). Los cuatro factores

principales en un proceso de limpieza CIP que inciden en la efectividad de la limpieza son: tiempo, temperatura, concentración del producto químico y turbulencia (Barnes, 2017).

El tiempo de limpieza es directamente proporcional a la efectividad del proceso de limpieza; sin embargo, hay un límite operativo de tiempo disponible para el proceso de limpieza, por lo que esta variable puede ser disminuida al aumentar uno de los tres factores que inciden en la limpieza: temperatura, concentración del producto químico o turbulencia. La acción mecánica de la limpieza es definida por la velocidad del fluido, usualmente se trabaja con una velocidad mínima de 2 m/s (Barnes, 2017).

El aumento de la temperatura empleada mejora la acción de limpieza, según Barnes (2017) un aumento de 10°C mejora la en un 50% del tiempo. Por otra parte, existe gran variedad de detergentes y se requieren para penetrar y solubilizar la materia presente en la superficie.

En general, los detergentes alcalinos son utilizados para remover materia orgánica y los detergentes ácidos son utilizados para remover formaciones minerales. Es importante destacar que al tener un medio alcalino con aumentos en la temperatura se promueve la precipitación de calcio y la formación de incrustaciones minerales. El detergente alcalino mayormente utilizado corresponde a la soda cáustica utilizado entre 70-80 °C a una concentración de 1-2 %, mientras que la selección del detergente ácido depende de la situación que se desee abordar con la prevención o eliminación de minerales en el equipo. Por ejemplo, el ácido fosfórico previene las incrustaciones minerales y si existe formación de oxalato de calcio (*Beerstone*) el ácido nítrico es un efectivo descalcificador (Barnes, 2017). El CIP ha permitido el uso de productos de limpieza más agresivos en un ambiente contenido, que de otra manera no podrían utilizarse en una limpieza manual (Varzakas & Tzia, 2015). La elección de los detergentes y desinfectantes se debe realizar en conjunto con el proveedor de los productos de limpieza y desinfección una vez analizadas las dimensiones y material de las superficies de los equipos, los accesorios y aditamentos que contenga y el flujo de recirculación que se pueda generar al interior del mismo.

3.4 Control de agua potable

El agua es un ingrediente mayoritario en la elaboración de cerveza, representa el medio en el cual se extraen de la malta los nutrientes y el sustrato para la levadura en el proceso de fermentación. Asegurar la inocuidad de este ingrediente no es negociable en ningún

escenario, ya que las personas pueden estar expuestas a agentes infecciosos o químicos mediante la ingesta de agua contaminada, y adicionalmente su calidad y composición química va a incidir directamente en la cerveza a producirse.

Algunos métodos convencionales para el tratamiento y control del agua corresponden a cloración, ozonación, filtración a través de membranas, radiación ultravioleta y métodos más recientes como los procesos avanzados de oxidación (Escalante & Bandala, 2014).

3.4.1 Control de agua en cervecerías

El agua corresponde al ingrediente principal de la cerveza, su composición incide significativamente en la calidad del producto terminado. A nivel de escogencia de instalaciones resulta primordial asegurar el recurso hídrico para la planta, ya que en promedio la relación de consumo de agua para elaborar una cerveza es de 6:1 (agua: otros ingredientes). De igual manera, se analiza microbiológicamente la presencia de *Escherichia coli* como indicador de contaminación fecal, de estar presente muy probablemente otros microorganismos patógenos podrían estar presentes (Taylor, 2017).

El abastecimiento de este recurso en una cervecería cumple cuatro funciones que se categorizan como: agua para fabricación de cerveza, agua para proceso, agua para servicio y agua para propósitos generales. El agua para fabricación de cerveza es el agua utilizada como ingrediente y entra en contacto con el producto terminado. El agua de proceso se utiliza para la limpieza y desinfección de la planta, superficies y equipos para la producción de cerveza. El agua de servicio se emplea en calderas para producir vapor y túneles de pasteurización. Por último el agua para propósitos generales es la utilizada para labores domésticas, por ejemplo en áreas de oficina (Taylor, 2017).

3.4.1.2 Dureza del agua

Una forma muy común de caracterizar el agua consiste en describir su dureza, el agua dura es determinada por el contenido de sales de calcio y magnesio. Este tipo de agua posee mayor sabor y, en solución, forma bicarbonatos cuando es extraída de superficies de piedra caliza o bien en forma de sulfatos si proviene de fuentes con roca arenisca. Por otra parte, el agua blanda es aquella que se obtiene de terrenos con superficies rocosas o bien extraídas de fuentes subterráneas con grava o laterita. Contiene una baja cantidad de minerales usualmente formados por sales de sodio y potasio como: bicarbonatos, sulfatos, cloruros, fluoruros o nitratos (Taylor, 2017). Según Mora & Alfaro (1999) los promedios en

Costa Rica de carbonato de calcio permite observar que las aguas blandas se ubican en el interior del país y las duras en las provincias de Puntarenas, Guanacaste y Limón.

A su vez la dureza del agua puede ser dividida en dos categorías: dureza temporal y dureza permanente. La dureza temporal se debe a los bicarbonatos de calcio, magnesio y sodio; mientras que la dureza permanente se debe a los sulfatos de calcio y magnesio, cloruros de calcio y magnesio y nitratos de calcio y magnesio (Hui, 2015).

Conocer la composición química del agua que abastece a la planta resulta primordial en una planta cervecera, ya que dependiendo de sus características será necesario la adición o disminución de minerales. Antiguamente las cervecerías eran ubicadas en ciudades con acceso directo a agua (ríos, lagos o nacientes) con composiciones de minerales específicas, que posteriormente dieron origen a regiones con estilos de cervezas particulares debido al tipo de agua con la que se elaboraba. Tal es el caso de Múnich en Alemania; Pilsen en República Checa, y Burton y Londres en Inglaterra. En el caso del agua de Múnich y Londres se obtienen altas concentraciones de bicarbonatos y calcio; mientras que en Burton se observan altas concentraciones de calcio, sulfatos y bicarbonatos (Taylor, 2017).

Lo mencionado anteriormente resulta de gran ayuda para las cervecerías de hoy en día, ya que pueden producir estilos de cerveza no autóctonos con una experiencia sensorial característica ajustando y variando el perfil de agua a utilizar para la fabricación de su cerveza. Algunos minerales tienen un efecto directo en la estimulación de los receptores de sabor ubicados en la superficie de la lengua, los cuales son sensibles para los sabores dulce, salado, ácido, amargo y umami. En el caso del cloruro de sodio, los iones de sodio pueden contribuir a un sabor salado a una concentración de 150-200 mg/L mientras que a niveles por debajo de 100 mg/L puede producir un efecto de endulzar el paladar. Los iones de magnesio pueden contribuir a un sabor amargo y ácido, mientras que los iones de calcio no aportan sabor alguno, siempre y cuando no tengan contacto con altas concentraciones de iones magnesio, en donde influirían en el sabor ácido producido. Los iones de sulfato imparten astringencia, sensación de sequedad a la cerveza y aumentan el sabor amargo en el paladar (Taylor, 2017).

3.5 Procesamiento de cerveza

En general, el término cerveza se refiere a las bebidas fermentadas con azúcares provenientes de malta, lúpulo, agua y levadura. Existen varios tipos de malta con los que se puede elaborar cerveza; sin embargo, la más común es la cebada. Este ingrediente se hace germinar de forma artificial y, posteriormente, se seca y tuesta dependiendo del color final que se desee impartir a la cerveza (Suárez, 2013).

La cerveza se elabora a partir de los azúcares que son extraídos del almidón de la malta mediante la activación de un proceso enzimático con agua caliente, algunos de estos carbohidratos son fermentados por la levadura para transformar el extracto en cerveza con alcohol y dióxido de carbono (González, 2017). Existen dos familias de cervezas que se pueden producir: *ale* y *lager*. Esta clasificación depende de la temperatura y levadura utilizada durante la fermentación. En el caso de las cervezas *ale* se diferencian por su alta temperatura de fermentación entre 18°C y 22°C y con levaduras de floculación alta. Mientras que en el caso de las cervezas *lager* la temperatura de fermentación es menor entre 8 y 15°C y se utilizan levaduras de floculación baja (White & Zainasheff, 2010).

Una característica esencial de la cerveza es su amargor y aroma particular. Estas características son impartidas por las flores de lúpulo utilizadas como ingrediente, además de funcionar como conservante por sus propiedades antimicrobianas (Suárez, 2013).

3.5.1 Operaciones del procesamiento de cerveza

Según Díaz (2015), el proceso en general de elaboración de cerveza comienza con el malteado, que consiste en hacer germinar los granos introduciéndolos primero en agua fría y después extendiéndolos para que por efecto de la humedad y el calor aparezcan las raicillas y actúen las enzimas que desdoblan el almidón en azúcares. En este momento, el grano cambia de nombre de cebada a “malta verde”. La germinación se detiene mediante el secado, reduciendo la humedad por debajo del 5% y, a continuación, se eleva la temperatura para proceder al tostado, que variará en su intensidad dependiendo del perfil sensorial de malta que se desee obtener.

Los granos de malta deben molerse para disminuir su tamaño de partícula y aumentar el área superficial expuesta, en donde entran en contacto con el agua de maceración para facilitar la extracción de los compuestos solubles de la malta, mediante la actividad enzimática presente (Stewart, Russel & Anstruther, 2017). Así mismo, durante esta

operación resulta fundamental que la cascarilla de la malta permanezca intacta luego de la reducción de tamaño, pues funciona como medio filtrante natural en el momento de separar el mosto de los granos, y así iniciar la operación posterior de hervido.

La maceración consiste en realizar una infusión de malta molida con agua caliente, que a su vez contiene los minerales y la acidez adecuados para permitir que las enzimas degraden las proteínas y el almidón en el extracto de malta llamado mosto. Dependiendo de la composición química y el tipo de malta empleada en la formulación de la cerveza, el maestro cervecero diseña una curva de maceración en donde se define el tiempo y la temperatura a la cual permanecerá la infusión de malta. En el caso de las proteínas y β -glucanos de la malta, la hidrólisis se obtiene en un rango de temperatura entre 52°C y 55°C. Por otra parte, la actividad de las enzimas β -amilasa y α -amilasa se obtiene a temperaturas entre los 60°C y 65°C. Mientras que a temperaturas entre 70°C y 78°C la α -amilasa actúa produciendo dextrinas a partir del almidón y la β -amilasa se desactiva evitando la producción de maltosas y dextrinas (Stewart, 2013).

La ebullición del mosto corresponde a una operación exclusiva en la elaboración de cerveza. En esta etapa se busca esterilizar el mosto para eliminar bacterias, levaduras y mohos que puedan competir con la levadura a utilizar y producir sabores y aromas indeseables. Así mismo, permite la extracción de compuestos amargos y aromáticos provenientes del lúpulo, la coagulación del exceso de proteínas y taninos, la formación del color y sabor, la remoción de compuestos volátiles indeseables y la concentración de azúcares por evaporación (Stewart, Russel & Anstruther, 2017).

El mosto es enfriado, a través de un intercambiador de calor utilizando agua fría, desde una temperatura cercana a la de ebullición hasta una temperatura adecuada para iniciar la operación de fermentación, la cual debe ser entre 18°C y 22°C para *ales* o bien entre 8°C y 15°C para *lagers* (Stewart, Russel & Anstruther, 2017).

La inoculación se lleva a cabo mediante la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, la cual utiliza el amino nitrógeno libre (FAN, por sus siglas en inglés) y los azúcares presentes en el mosto para producir alcohol, dióxido de carbono, nuevas células de levadura y una gran variedad de compuestos que aportan sabor. La operación de maduración de la cerveza o la fermentación secundaria, se realiza para mejorar sus características sensoriales, lograr la sedimentación de partículas en suspensión producto de la fermentación y permitir la

reducción de la concentración de compuestos indeseables tales como, el acetaldehído y sulfuro de hidrógeno. Por otra parte, busca prevenir la formación de turbiedad y promover la clarificación de la cerveza, así como permitir la carbonatación de la misma (Stewart, Russel & Anstruther, 2017).

Una vez finalizada la fermentación secundaria, la cerveza puede ser envasada. Existen múltiples opciones de empaque para el envasado de cerveza, dependiendo del país, sus tradiciones, mercado, preferencia de los consumidores y practicidad en los puntos de venta de las cervecerías. De forma general, puede optar por contenedores grandes tipo sifón o barril de cerveza, los cuales son comúnmente utilizados en material de acero inoxidable por su costo, durabilidad e higiene (Stewart, Russel & Anstruther, 2017). De igual manera, el envasado en vidrio es el más común de los empaques de botellas. Aunque se ofrecen alternativas en botellas de plástico en materiales como polietileno tereftalato (PET) y polietileno naftalato (PEN) debido a su peso y seguridad. Las latas son también usadas como opción de envasado, éstas son fabricadas de aluminio y hojalata, ambos materiales son reciclables por lo que representan un empaque muy atractivo, no solo por ser una opción favorable para la conservación del medio ambiente, sino también por su bajo peso (Stewart, Russel & Anstruther, 2017).

3.6 Proceso de fermentación de la cerveza

En la fermentación de mosto para producir cerveza, la levadura transforma una solución cargada de azúcares y amino nitrógeno libre para producir una solución alcohólica, dióxido de carbono, nuevas células de levadura y un conjunto de subproductos que aportan el sabor característico de la cerveza (Eaton, 2017). Por su parte, el mosto consiste en un ambiente complejo de nutrimentos cargados de azúcares simples, dextrinas, aminoácidos, péptidos, proteínas, vitaminas, iones, ácidos nucleicos, entre otros. Los azúcares fermentables corresponden a sacarosa, fructosa, glucosa, maltosa y maltotriosa. Mientras que las dextrinas son azúcares no fermentables que no se consumen durante la fermentación (Stewart, 2013).

El desempeño de un proceso de fermentación se encuentra influenciado por las propiedades de la levadura, capacidad de fermentación, presión osmótica, tolerancia al etanol y requerimientos de oxígeno (Stewart, Russel & Anstruther, 2017).

El proceso de fermentación se divide en 4 fases llamadas: Lag, crecimiento, fermentación y sedimentación. La primera fase va de 0-15 horas después de haber inoculado la levadura. En esta etapa, la levadura inicia un proceso de adaptación al medio (mosto), en donde las células comienzan a consumir el oxígeno, minerales, vitaminas y amino ácidos para construir proteínas. A partir de las vitaminas y los minerales se construyen las enzimas necesarias para el crecimiento celular. La tasa de inoculación corresponde a una variable muy importante a tomar en cuenta en la salud de las células durante la fermentación. Un exceso de células durante la inoculación puede acortar el tiempo de la fase Lag; sin embargo, las células no resultarán saludables al finalizar la fermentación (White & Zainasheff, 2010).

La segunda fase corresponde a la etapa de crecimiento exponencial. Una vez concluida la fase Lag, el crecimiento logarítmico de las células tiene una duración que va entre 4 horas hasta 4 días. En esta fase, la levadura inicia el consumo de azúcares en solución para producir etanol, dióxido de carbono y compuestos asociados al sabor característico de la cerveza. La densidad de mosto indica la cantidad de azúcares en solución (Suárez, 2013).

La levadura consume en primera instancia los azúcares más simples en el siguiente orden: glucosa, fructosa y sacarosa. El azúcar fermentable que se encuentra en mayor concentración corresponde a la maltosa (59%), la cual necesita enzimas (maltasas) para descomponerla en dos unidades de glucosa (Stewart, 2013).

La tercera fase llamada estacionaria o fermentación, tiene una duración de 3-10 días y debe su nombre a que en esta etapa el crecimiento celular disminuye hasta entrar en un periodo estacionario. En este momento, la levadura ha producido la mayoría de los sabores y compuestos aromáticos de la cerveza; sin embargo, se le conoce como “cerveza verde”, ya que es una cerveza joven que aún no ha alcanzado un balance adecuado de sabores (White & Zainasheff, 2010).

3.6.1 Levadura

En gran parte de la historia de consumo y elaboración de cerveza, se desconoció la presencia y función de la levadura en los procesos de fermentación. Los científicos de la época creían en que la levadura efectivamente existía, pero como un subproducto de la fermentación y que la fermentación era producto de una generación espontánea catalizada por el aire (White & Zainasheff, 2010).

Sin embargo, en el año 1861, Louis Pasteur descubrió que la levadura estaba involucrada en el proceso de fermentación, con la capacidad de convertir los azúcares en etanol y dióxido de carbono. Basado en el comportamiento que demuestre la levadura durante el proceso de fermentación, las levaduras se clasifican en dos tipos: alta fermentación o baja fermentación. Las levaduras de alta fermentación son capaces de formar una capa o película en la superficie del líquido durante el proceso de fermentación, crecen a mayor velocidad y poseen mayor actividad a una temperatura de 20°C. Por el contrario, las levaduras de baja fermentación crecen a una menor velocidad en condiciones bajas de temperatura entre 10°C y 15°C. Un ejemplo de levadura de alta fermentación (cervezas tipo ale) y baja fermentación (cervezas tipo lager) corresponde respectivamente a *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces pastorianus* (Jyoti, Verma & Kaur, 2013).

3.6.2 Propagación de levadura

Una de las grandes ventajas que brinda la levadura a la industria cervecera corresponde a que con buenas prácticas en su manejo, mediante técnicas asépticas y con un adecuado cuidado, se puede lograr propagar este microorganismo desde cantidades pequeñas hasta volúmenes inoculables para un lote de fermentación (White & Zainasheff, 2010). Para esto, es indispensable el uso de equipo estéril y la disponibilidad de un medio (mosto) autoclavado, para evitar la contaminación con microorganismos indeseados. Los aumentos proporcionales de volumen durante la propagación son muy importantes para asegurar un crecimiento adecuado. El inóculo inicial se transfiere a 10ml de mosto estéril por 24-48h a 25°C, posteriormente se escala a 100ml de mosto estéril, seguidamente a 1000ml y por último a 5000ml (Stewart, Russel & Anstruther, 2017).

Durante el proceso de propagación, se busca obtener la máxima cantidad de levadura posible con un perfil de sabor similar al de una fermentación normal, con la finalidad de poder mezclar la levadura propagada en las futuras producciones. Las condiciones para realizar y estimular el crecimiento de la levadura durante el procedimiento, consisten en temperaturas de fermentación ligeramente superiores a la de una fermentación tradicional junto con aireación. La propagación parte de un cultivo puro con aumentos en los volúmenes de fermentación hasta diez veces el volumen inicial, hasta alcanzar la cantidad y concentración adecuada de levadura para inocular un lote normal de fermentación (Stewart, Russel & Anstruther, 2017).

3.6.3 Recolección de levadura

El tiempo de recolección de levadura para reutilizarse en futuras fermentaciones resulta vital para mantener condiciones similares en la floculación de la levadura. Así mismo, la zona de recolección de levadura en los fermentadores cónicos debe ser la del centro del cono, es decir el segundo tercio de la masa de levadura que se encuentra en el cono, ya que en esta zona la floculación y atenuación es intermedia. El primer y último tercio que se recolecta posee un aspecto oscuro debido a la presencia de *trub*, estas secciones de levadura se deben descartar pues no se utilizan para futuras inoculaciones (Stewart, 2015).

3.6.4 Medición de la viabilidad y vitalidad

Un método simple y comúnmente empleado para determinar la viabilidad de la levadura corresponde a la tinción de células con azul de metileno. Este procedimiento, se realiza contabilizando el número de células de levadura en suspensión mediante el uso de un microscopio y una cámara de *Neubauer*, con el fin de identificar si las células están vivas o muertas, en donde las células muertas se tiñen de azul oscuro y las células vivas permanecen sin tinción, ya que logran metabolizar el azul de metileno (Stewart, Russel & Anstruther, 2017). Es decir, el porcentaje de viabilidad representa la cantidad de células vivas con respecto al total de células contadas. A diferencia de la viabilidad, el concepto de vitalidad se refiere a qué tan saludable se encuentra la levadura en términos de actividad celular metabólica, refiriéndose a la capacidad de generar los subproductos (etanol, dióxido de carbono) esperados durante la fermentación. (White & Zainasheff, 2010).

3.7 Medición de densidad de la cerveza

La densidad de la cerveza se encuentra directamente relacionada con la extracción de azúcares durante el proceso de maceración, por lo que depende de las condiciones de maceración y cantidad de materia prima (malta) utilizada. Corresponde a una medición de calidad durante el proceso de maceración y ebullición, y poder asegurar que el mosto contenga la cantidad adecuada de azúcares para que la levadura genere la concentración de alcohol deseada. De igual manera, corresponde a una manera de monitorear el proceso de fermentación y evaluar la actividad metabólica de la levadura en el proceso de fermentación (Bellassai & Mearelli, 2019).

En la industria cervecera la densidad del mosto se mide a través de un equipo llamado hidrómetro, el cual mide la gravedad específica y se expresa como la relación entre la

densidad de la cerveza y la densidad del agua pura. El valor obtenido de este instrumento es adimensional, pues corresponde al cociente de dos densidades. Los hidrómetros suelen tener rotulada la temperatura en la cual debe ser usado sin necesidad de corrección (temperatura de calibración), la mayoría indica 15°C, pero otros están diseñados para trabajar a 20°C (González, 2017).

3.8 Fabricación de cerveza artesanal

La cerveza corresponde a una de las bebidas alcohólicas más antiguas del mundo, con más de 5000 años desde su comienzo. Sin embargo, debido al cambio en los gustos de los consumidores y nuevos mercados emergentes, en las últimas dos décadas la producción de cerveza se ha visto incrementada en alrededor de un 50%, para un volumen de 2 billones de hectolitros en el año 2015 (Alderton, 2016).

3.8.1 Cerveza artesanal en el mundo

En el año 2016 en los Estados Unidos de Norteamérica el 12% del consumo total de cerveza correspondía al mercado de cerveza artesanal, actualmente en el año 2020 esta cifra aumentó a un 20% (Kell, 2016). Actualmente en dicho país hay 1525 cervecerías produciendo 8,5 millones de barriles de cerveza anualmente y 25000 individuos produciendo cerveza artesanal a nivel casero. El aumento exponencial de cervecerías artesanales data desde 1976 gracias a una decisión del ex presidente Jimmy Carter, en donde firma un decreto permitiendo la elaboración de cerveza artesanal en los hogares de los estadounidenses. Dicha acción legal generó que muchos entusiastas se animaran a competir contra cervecerías comerciales ya establecidas, con un alto poder de mercado y llevar su *hobby* a un nivel superior de producción formando microcervecerías alrededor de todo el país (Murray & O'Neil, 2012).

Así mismo, el nivel de producción de cerveza artesanal ha aumentado en Estados Unidos donde aumentó de 8 millones de barriles en el 2009 a 24 millones de barriles en el 2015. Entre el año 2015 y el 2020 se proyecta un aumento en el volumen de ventas de 9,7% por año. Por otra parte, en el continente europeo, se observa el mismo fenómeno de crecimiento del sector cervecero artesanal. Un ejemplo de ellos corresponde al Reino Unido donde el total de cervecerías artesanales aumentó en un 8% en el año 2016 (Lyons, 2017).

Según Murray & O'Neil (2012), en su estudio realizado a una población de Estados Unidos de Norteamérica de 4207 aficionados a la cerveza artesanal, el nicho de mercado se

caracteriza por tener un 42% de la población en edades entre 35-49 años, 72% con al menos un título de bachiller universitario aprobado y 63% con un ingreso anual superior a los \$75000. Lo mencionado anteriormente evidencia un nicho de mercado con alto ingreso disponible, educación y un nivel de vida posicionado que les permite elegir y demandar sus preferencias. Para el año 2015 la industria de la cerveza artesanal a nivel mundial de valoró en \$85 billones de dólares con una proyección esperada para el 2025 de más de \$502 billones de dólares (Calvillo, 2017).

Por otra parte, China también tiene una fuerte participación en el mercado cervecero mundial. Curiosamente las primeras cervecías fueron establecidas por personas de Rusia, Alemania y República Checa en el siglo XIX. Para el año 1990 el mercado cervecero de este país equivalía a un 30% de la producción de cerveza en los Estados Unidos de América. Sin embargo, para el año 2001 logró superar el volumen de producción del país norteamericano y para el año 2013 China se convirtió en el mercado cervecero más grande del mundo. La apertura y reforma económica a principios de la década de 1990 permitió la inversión extranjera en la industria cervecera china y consecuentemente la entrada de la cultura cervecera artesanal en este país. Con el pasar de los años se evidencia un aumento de la cantidad de cervecías artesanales, así mismo los gustos y preferencias de la población joven china por cervezas importadas o sofisticadas aumentó y por ende se crea un nuevo estilo de vida alrededor de la cerveza (Li et al., 2018).

Los consumidores de cerveza de hoy en día han sido seducidos por el sabor, la curiosidad y apertura de consumir cerveza artesanal de diferentes productores. Esto ha generado un cambio en la mentalidad de los consumidores aburridos de consumir una cerveza masiva y tradicional a experimentar con cervezas nuevas y únicas. Gran parte de este cambio se debe a la población llamada *millennials* (nacidos entre los años 1980-2000) los cuales utilizan sus plataformas de redes sociales preferidas para compartir sus nuevas experiencias cerveceras con sus amigos. Actualmente el interés de esta población se encuentra enfocada en cervezas orgánicas y cervezas libres de gluten (Lyons, 2017).

3.8.2 Cerveza artesanal en Costa Rica

El desarrollo de la industria cervecera en Costa Rica tuvo su expansión a finales del siglo XIX, gracias al aumento en la calidad de vida de la población y fortalecimiento de la dinámica comercial. El incremento de las exportaciones, población e infraestructura dieron paso en

la década de 1880 de al menos seis fábricas locales de cerveza. Entre estas sobresale Cervecería del León ubicada en Cartago y con filiales en Alajuela y San José, con una producción diaria de 7500 botellas de cerveza. Durante la misma época surge Cervecería Costarricense y Cervecería Richmond ubicadas en San José. De igual manera en Cartago tuvo presencia la Cervecería Irazú, quienes importaban lúpulo y cebada de los Estados Unidos y Alemania (Méndez, 2017).

En Costa Rica, antes de la llegada del movimiento internacional de la cerveza artesanal, el mercado de la cerveza nacional era abastecido en su gran mayoría por Florida Ice & Farm. En el año 2008 nace el primer *brewpub* o bar restaurante que fabrica su propia cerveza artesanal llamada cervecería K&S, que posteriormente por un cambio en su modelo de negocio trasladó sus operaciones a una zona franca en Cartago con el objetivo de embotellar su producto e introducir al mercado la primer cerveza artesanal de Costa Rica (Baldares, 2008). Lamentablemente, a causa de la reforma de la Ley de Tránsito y la crisis económica del momento, se redujo el consumo de cerveza artesanal y terminó sacando del mercado a la cervecería K&S (Morales, 2009).

Alrededor del año 2009, se resurgió el mercado de cerveza artesanal en Costa Rica, promoviéndose como un producto diferenciado y popular a nivel mundial. Del año 2009 al 2014 el consumo total de cerveza en Costa Rica aumentó un 11,6% (Fallas, 2015). Según Educalcohol Costa Rica (2012), en su encuesta sobre patrones de consumo de bebidas alcohólicas en Costa Rica, el 79% de los costarricenses dicen consumir cerveza sobre otras bebidas alcohólicas. El estudio sobre patrones de consumo de bebidas alcohólicas en Costa Rica corresponde a una fotografía científica y rigurosa exclusivamente de la relación de la sociedad costarricense con el alcohol; es decir, no toma en cuenta a los extranjeros y turistas, que son fuente importante de ingreso de divisas al país y que además, tienden a preferir el consumo de productos autóctonos, exóticos y artesanales, traduciéndolo en otro mercado meta para los productores de cerveza artesanal. Lo mencionado anteriormente fue experimentado por la cervecería artesanal de Costa Rica llamada Costa Rica Craft Brewing Co, cuando asumieron que la cerveza artesanal iba a ser consumida exclusivamente por los extranjeros presentes en el país (Castro, 2016).

4 Resultados metodológicos

4.1 Localización de la práctica

El desarrollo de la práctica se llevó a cabo en las instalaciones de La Cofradía Brewing S.A en Cartago, la cual es una empresa costarricense, dedicada a la producción y comercialización de cervezas artesanales en Costa Rica. Actualmente, produce y comercializa en el mercado nacional las siguientes cervezas: San Son, San Cocho, San Ababichi, San Gron, San Pamela, San Adora, San Ate, *Stout Café*, *Wild Berries* y *Saison Mandarina*. Estas cervezas se encuentran disponibles en diferentes puntos de venta, tales como los principales supermercados del país, bares y restaurantes, en empaque de botella color ámbar (355mL) y en servicio en presentación cruda en sifones.

4.2 Diagnóstico de cuatro requisitos del RTCA 67.01.33:06 en la empresa

Se evaluó el grado de desarrollo de la documentación en La Cofradía Brewing S.A con la herramienta elaborada por Varela (2003) con algunas modificaciones tal como se muestra en el Cuadro I. En esta evaluación se incluyó el cumplimiento de las secciones 5.1, 5.2, 5.3, 5.4.3, 5.6, 6.1, 7.2, 7.3, 8.1.a, 8.2, 8.3 y 8.4 del Reglamento Técnico Centroamericano de Buenas Prácticas de Manufactura (RTCA 67.01.33:06).

Cuadro I. Herramienta de diagnóstico de documentación.

Rubro	Porcentaje máximo (%)
Definido	20
Documentado	30
Contenido y diseño del documento	30
Puesta en marcha	20
Porcentaje de cumplimiento	100

La escala de la herramienta diagnóstico consiste en lo siguiente:

- Definido: si existe un procedimiento definido y se mantiene durante el tiempo se asigna un porcentaje de 20%, de lo contrario es 0%.

- Documentado: si se documentó completamente el documento se asignó un porcentaje de 30%, si hay documentación incompleta se otorgó un 15%, de lo contrario es 0%.
- Contenido y diseño del documento: se asignó un 30% si el contenido es claro, exacto y detallado, de lo contrario es 0%.
- Puesta en marcha: si el documento se ponía en práctica de manera continua (se observa en los registros en la revisión documental del diagnóstico) se asignó un 20%, de lo contrario es 0%. Esto se verificó mediante preguntas al encargado y la revisión de registros.

Para la evaluación del grado de desarrollo de la documentación se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- a) Se estudió a fondo el Reglamento Técnico Centroamericano de BPM (RTCA 67.01.33:06) para obtener los lineamientos exigidos respecto a los cuatro requisitos evaluados.
- b) Se realizó una búsqueda de documentos existentes en la empresa relacionado a los cuatro requisitos evaluados (alrededores y ubicación, instalaciones físicas del área de proceso y almacenamiento, instalaciones sanitarias, instalaciones para lavarse las manos, limpieza y desinfección, condiciones de los equipos y utensilios, capacitación, prácticas higiénicas, control de salud, control de materias primas, operaciones de manufactura, envasado, documentación y registro).
- c) Se les aplicó la herramienta de evaluación de Varela (2003) a los documentos encontrados, para conocer el puntaje. Luego se sumaron los puntajes para calcular el resultado obtenido.

Esta herramienta se aplicó al inicio y al final de la práctica dirigida con el fin de ver el impacto del trabajo realizado en el grado de desarrollo de la documentación en la empresa.

Los resultados obtenidos del diagnóstico inicial pueden observarse en el Cuadro II.

Cuadro II. Evaluación inicial del estado de la documentación en la empresa La Cofradía Brewing S.A.

Sección	Definición (20%)	Evidencia de documentación (30%)	Contenido y diseño (30%)	Puesta en marcha (20%)	Total
5.1 Alrededores y ubicación	0	0	0	0	0
5.2 Instalaciones físicas del área de proceso y almacenamiento	0	0	0	0	0
5.3 Instalaciones Sanitaria	0	0	0	0	0
5.4.3 Instalaciones para lavarse las manos	0	0	0	0	0
5.6 Limpieza y desinfección	0	0	0	0	0
6.1 Condiciones de los equipos y utensilios	0	0	0	0	0
7.2 Prácticas higiénicas	0	0	0	0	0
7.3 Control de salud	0	0	0	0	0
8.1.a Control de materias primas	0	0	0	0	0
8.2 Operaciones de manufactura	0	15	30	20	65
8.3 Envasado	0	0	0	0	0
8.4 Documentación y registro	0	0	0	0	0

Inicialmente el espacio de las instalaciones de la cervecería era menor a las que cuenta la empresa el día de hoy. En aquel momento se contaba con tres espacios reducidos: uno destinado a la cocción, elaboración y embotellado de la cerveza, otro abarcado por cámaras de refrigeración utilizadas para fermentación, maduración y almacenamiento de producto terminado y, por último, un espacio de oficina y degustación. Además, en el momento del diagnóstico inicial, la empresa contaba con únicamente un colaborador, el cual es químico industrial de profesión y con el cargo de maestro cervecero de esta cervecería. Posteriormente la empresa contrató un asistente para colaborar con las labores de producción en planta y otra persona encargada de las ventas y entregas de producto terminado.

Los resultados obtenidos Cuadro II evidencian la falta de cumplimiento de la empresa en las secciones de instalaciones sanitarias, condiciones de los equipos y utensilios, limpieza y desinfección, capacitación del personal, prácticas higiénicas y control de materias primas, operaciones de manufactura y envasado en términos del RTCA 67.01.33:06, al no existir documentación requisito y registro de muchas de las actividades relacionadas a las buenas prácticas de manufactura, comportamiento del personal, estado de salud de los colaboradores, control de la calidad de agua de proceso, limpieza y desinfección en SCDA. Sin embargo, cabe destacar que se observó en el colaborador el hábito al respetar y ejecutar el lavado de manos en todas las zonas donde se debe realizar el lavado de manos correspondiente.

A pesar de que en la sección de operaciones de procesamiento y envasado de cerveza artesanal sí se contaba con registros digitales de los parámetros de control de calidad del procesamiento de cerveza, tales como formulación, densidad, temperaturas, tiempos de cocción y fermentación, no se observó evidencia de un procedimiento definido y con un diseño estandarizado, respaldado por un procedimiento para la redacción y control de documentos.

El crecimiento acelerado de las ventas de la empresa sumado a la ampliación de la planta y al ingreso de dos colaboradores, provocó la desatención a los requerimientos relacionados con el cumplimiento de procedimientos y documentación obligatoria en el área de BPM. Sin embargo, tomando en cuenta que estos requisitos son de cumplimiento legal y obligatorio para el funcionamiento de la planta de producción, el diseño y puesta en marcha de los documentos que se desarrollaron en esta práctica dirigida generaron cambios beneficiosos para la organización, tales como: mejora de la comunicación, estandarización de los procesos y sirvió como guía para ilustrar procesos y eliminar ambigüedades (Cabrera, 2014). Lo mencionado anteriormente podría ser medido analizando el porcentaje de rendimiento total del proceso de elaboración de cerveza y monitoreando el nuevo tiempo de rotación de personal una vez implementados los cambios en la organización.

4.3. Elaboración y puesta en marcha del Manual de BPM

Este manual se desarrolló como parte de los documentos requisitos del RTCA 67.01.33:06, para ser la base y guía de las buenas prácticas de manufactura que se deben cumplir diariamente en la empresa.

Para desarrollar este manual se siguieron los siguientes pasos:

- a) Se estudió a fondo el RTCA 67.01.33:06 para desarrollar las secciones que deben estar presentes en el manual de BPM.
- b) Se realizaron visitas a la empresa para determinar el grado de cumplimiento y posibles formas de asegurar el mismo bajo las condiciones actuales de la empresa.
- c) Se realizaron consultas al maestro cervecero, encargado de proceso, con el fin de asegurar que lo escrito en el documento coincidiera con la realidad de la empresa
- d) Con la información obtenida y según las características propias de la empresa, se desarrolló el manual de BPM.
- e) El Manual de BPM fue revisado y aprobado por el comité asesor de esta práctica dirigida y por el dueño de la empresa.

Debido a que la empresa no contaba con un procedimiento para la redacción y control de documentos, se trabajó en una definición del diseño de documentos, con el fin de suministrar a la empresa una base para su sistema documental y, a la vez, tener el recurso requerido para diseñar documentos en esta práctica dirigida. Por esta razón, se definió que los documentos deben contener los siguientes apartados:

- Encabezado: se colocará al inicio de todas las páginas del documento, según el siguiente diseño:


	Código: X-YY-ZZZ
	Página X de Y
	Emisión: X
NOMBRE DEL DOCUMENTO	Fecha de emisión:
	Emitido por:
	Aprobado por:

Figura 1. Encabezado a utilizar en la documentación de La Cofradía Brewing S.A

Fuente: elaboración propia.

- Objetivo: se concreta la razón de ser del documento.
- Alcance: se indica la cobertura que tiene el documento, en cuanto a colaboradores involucrados, proceso y actividad específica para la que se diseñó el instrumento.
- Descripción de actividades: aquí, se define y se dispone claramente paso a paso todas las actividades necesarias para cumplir el objetivo del documento y se establecen los responsables de estas actividades.
- Documentos relacionados: en esta sección se hace referencia mediante nombre y código a todos los registros y procedimientos relacionados directamente con el documento. En caso de que no existan documentos relacionados este apartado se puede omitir.

En el desarrollo de este manual se decidió mantener ante todo la simplicidad y claridad del documento, con el fin de facilitar su comprensión y ejecución. Esto debido a que se observó poca experiencia por parte de los colaboradores a cargo de las actividades productivas de la empresa y malas bases de conocimiento en inocuidad de los alimentos. Asimismo, se enfatizó en la importancia de este documento como pilar sobre los hábitos y costumbres que deben emplearse en el día a día en la empresa La Cofradía Brewing S.A, tanto para los colaboradores actuales, como los que se contraten a futuro. Dichos comportamientos y hábitos deben ser evaluados y documentados mediante sesiones de evaluación periódicas no anunciadas con el fin de obtener resultados objetivos.

Una vez redactado el documento se realizó la revisión de su contenido y formato como se mencionó anteriormente y se aprobó el documento final (Anexo 8.1), posteriormente para la implementación del manual de BPM se realizó una presentación tipo expositiva con participación activa del personal de la empresa, dos encargados de la producción y uno encargado de la distribución del producto terminado. En esta capacitación se logró cubrir y explicar temas como: el efecto de las BPM en la inocuidad y calidad de los productos que se elaboran, salud, higiene y hábitos del personal de planta y visitantes, lineamientos sobre instalaciones, lineamientos sobre las operaciones de producción, abastecimiento de agua, disposición de residuos, importancia del control de plagas, condiciones de los equipos y utensilios y la importancia de las capacitaciones. La estrategia empleada para cumplir con el objetivo del manual de BPM corresponde al uso de una herramienta titulada “juego de

roles” en donde se le asignaba al colaborador una situación para ejemplificar y el colaborador observador debía identificar los aspectos positivos y negativos de la dramatización con respecto al tema evaluado de BPM. Posteriormente se realizó una evaluación corta.

En la capacitación, participaron los dos colaboradores que posee la empresa para llevar a cabo las actividades productivas de la planta. Debido a la poca experiencia que tienen los colaboradores de la empresa en esta área, el material diseñado para la capacitación resulta de gran importancia como base para crear el programa de capacitación que exige el RTCA 67.01.33:06 y las normas de BPM, por lo que se consideran estas herramientas, como un aporte importante para la empresa.

Se le recomendó a la empresa establecer una persona encargada de velar diariamente por el cumplimiento de las actividades del manual de BPM, así como de actualizar el documento, en caso de tener que adaptar el manual a nuevas condiciones de equipos o instalaciones y, adicionalmente, llevar a cabo sesiones periódicas de entrenamiento, llevando a cabo evaluaciones cortas de forma verbal y escrita, para el repaso de los conceptos y lineamientos asociados al manual de BPM.

Luego de la capacitación, se consultó a los colaboradores de forma oral su percepción sobre su intención de implementar los lineamientos de BPM presentados y, de forma general, manifestaron una reacción favorable y se observó voluntad y deseo a futuro de cumplirlo. Los resultados de la capacitación y documentación de BPM desarrollada se presentaron a la gerencia. En donde se enfatizó la importancia de cumplir con los requisitos de BPM, ya que su aplicación es de carácter obligatorio sin importar el número de colaboradores que tenga la empresa. Adicionalmente, se rescataron los beneficios de trabajar bajo los lineamientos de BPM al facilitar el orden y trabajo con los colaboradores, asegurando la calidad del producto terminado y propiciando la aplicación de estas prácticas para facilitar la adaptación a futuros ingresos de nuevos colaboradores.

Posterior a la puesta en marcha del manual de BPM, se observó un cambio en los hábitos de trabajo e higiene por parte de los colaboradores tales como: el uso del uniforme debidamente utilizado e identificado, el correcto monitoreo de la salud de los colaboradores, el adecuado ingreso y registro de visitantes a la zona productiva y los alrededores de las instalaciones limpios, ordenados y libres de desechos. Además de la revisión de la puesta

en marcha de los registros **R-BP-001** Registro visitantes de la planta de La Cofradía Brewing S.A y **R-BP-002** Registro de chequeo médico semestral, asociados a este documento.

4.4 Elaboración y puesta en marcha algunos documentos requisitos del RTCA 67.01.33:06

4.4.1 Procedimiento de limpieza y desinfección de superficies en contacto directo con alimentos

En el área de producción de la empresa se encuentran múltiples superficies en contacto directo con alimentos, como lo son: equipo de cocción, intercambiador de placas, fermentadores, equipo de embotellado, esponjas, cepillos, mesas, baldes, cucharas, cristalería y recipientes. Para desarrollar este procedimiento se siguieron los siguientes pasos:

- a) Se realizaron visitas a la empresa para conocer en sitio los equipos y superficies en contacto directo con la cerveza, primero se evaluaron en un día sin actividad de producción y posteriormente en un día normal de procesamiento y producción de cerveza.
- b) Se realizaron consultas al encargado de proceso sobre los materiales que componen los equipos y demás cuidados que se deben tener con la limpieza de los mismos mediante la revisión de las condiciones de los equipos y sus fichas técnicas correspondientes.
- c) Se analizaron las diferentes opciones de agentes de limpieza y desinfección, con el fin de escoger los productos indicados, según el tipo de superficies a tratar, las características residuales de la matriz (cerveza) presente a la hora de realizar la limpieza y desinfección y tomando en cuenta los requisitos del RTCA 67.01.33:06.
- d) Una vez determinados los agentes a utilizar en la limpieza y desinfección, se realizó un estudio de sus fichas técnicas y otra información brindada por el proveedor, para determinar la manera correcta de uso, en cuanto a concentración, tiempo, temperatura y aplicación sobre las superficies definidas.

- e) Con la información recopilada en los puntos anteriores, se redactó el procedimiento de limpieza y desinfección en SCDA.
- f) Se revisó *in situ* el procedimiento, para evaluar su pertinencia o necesidad de oportunidades de mejora.
- g) Se hicieron las correcciones del documento de acuerdo a la revisión *in situ*.
- f) Se envió el procedimiento a revisión y aprobación por parte del comité asesor de esta práctica dirigida y por el dueño de la empresa.
- h) Se realizó una capacitación teórica y práctica del procedimiento de limpieza y desinfección en SCDA.
- i) Se revisó la puesta en marcha de los registros asociados.

El procedimiento elaborado (Anexo 8.2) incluye de forma general todas las superficies en contacto directo con la cerveza. Desde los materiales, superficies y herramientas para la preparación de la formulación de la cerveza (cristalería, utensilios, cubetas, mesas de trabajo), hasta los equipos, material de empaque y sistemas de trasiego que tienen contacto directo. Adicionalmente, se brindó información relevante sobre los cuidados y recomendaciones a seguir con el manejo y desarme de equipos al realizar el procedimiento, ya que partes sueltas de equipos pueden representar un peligro físico si entran al producto de forma intencional o no; así como los cuidados al utilizar los productos químicos para llevar a cabo la limpieza y desinfección, los cuales podrían representar un peligro químico para el producto.

Con respecto a la elección del detergente y desinfectantes adecuados para aplicar en la planta de producción de la empresa, primero se analizó cuáles opciones aprobadas por el Ministerio de Salud de Costa Rica brindaba la empresa proveedora que cumplieran con los siguientes requisitos: ser biodegradables, ser eficientes en su rendimiento y ser eficaces a la hora de utilizarse en los equipos de la cervecería. Una vez con las opciones brindadas por la empresa proveedora, se investigó cuáles características químicas y principios activos serían los más adecuados a utilizar, según las necesidades y características de las superficies a limpiar y de los residuos provenientes de la matriz (cerveza) presente a la hora de realizar la limpieza y desinfección en la cervecería.

Debido a que la empresa cuenta con un sistema de limpieza en sitio (CIP, por sus siglas en inglés), se eligió un detergente alcalino acorde, compuesto por hidróxido de sodio. Este tipo

de detergente alcalino fue recomendado por el proveedor ya que no genera espuma dentro del sistema y adicionalmente es muy efectivo para remover materia orgánica, proveniente de las maltas, lúpulo y levadura, durante el proceso de limpieza en sitio. El ingrediente activo alcalino combinado con factores como: tiempo de recirculación (30-45min), temperatura (70-80°C), concentración (1-2%) y turbulencia logra estandarizar y asegurar la eficacia del proceso de limpieza en sitio (Barnes, 2017). La efectividad de dicha limpieza alcalina se puede realizar empleando una prueba de bioluminiscencia mediante la reacción con la adenisín trifosfato (ATP), la cual permite evaluar la carga de materia orgánica residual en la superficie.

En cuanto al desinfectante, se eligió un compuesto de ácido peracético ya que además de poseer beneficios al medio ambiente, es altamente eficiente y eficaz al eliminar un amplio espectro de microorganismos utilizando bajas concentraciones del desinfectante, tales como bacterias Gram positivas y Gram negativas, mohos, levaduras y algas bajo una amplia variedad de condiciones (Pettas & Karayannis, 2004). Por las características mencionadas anteriormente, y el hecho de que es un producto biodegradable que no requiere enjuague ni altera la calidad de la cerveza elaborada en caso de un eventual contacto con sus residuos dentro del sistema, se seleccionó como la mejor opción para aplicar en el procedimiento de limpieza y desinfección de la empresa.

Una vez redactado el documento se realizó la revisión de su contenido y formato y se obtuvo la aprobación final. Posteriormente para la implementación del procedimiento de limpieza y desinfección en SCDA, se realizó una presentación tipo expositiva y demostrativa con participación activa del personal de la empresa. En esta capacitación se logró cubrir y explicar temas como: conceptos básicos de limpieza y desinfección, importancia de la limpieza y desinfección en la elaboración de alimentos, actividades antes, durante y después de llevar a cabo el procedimiento adecuado de limpieza y desinfección y medidas de seguridad al manipular productos de limpieza y desinfección. Durante esta capacitación se realizó además una demostración en la empresa sobre las medidas de seguridad, correcto uso y manipulación de los productos químicos de limpieza y desinfección. En esta sesión participaron los dos colaboradores que posee la empresa para llevar a cabo las actividades productivas de la planta.

Durante la capacitación, ambos colaboradores lograron comprender la importancia de los conceptos de limpieza y desinfección aplicados a SCDA, así como las consecuencias que implica en la calidad e inocuidad de las cervezas que se elaboran en la empresa. Para los colaboradores resultó de gran ayuda haber recibido previamente la capacitación en BPM pues lograron integrar los conocimientos adquiridos previamente y profundizar en el tema de limpieza y desinfección en SCDA.

Posterior a la puesta en marcha del procedimiento de limpieza y desinfección en SCDA, se observó un cambio en los cuidados y medidas de seguridad al utilizar los productos químicos utilizados para la limpieza y desinfección por parte de los colaboradores, desde el punto de vista del uso correcto de equipo de seguridad (lentes de seguridad, guantes, mascarilla y delantal) al manipular los distintos productos, así como el desarme de piezas y protección adecuada a las conexiones eléctricas de los equipos para la elaboración de cerveza. De igual manera, al efectuar la revisión de los registros asociados, se evidenció el uso de los mismos de forma correcta (R-LD-001, Registro de verificación de limpieza).

4.4.2 Elaboración y puesta en marcha del procedimiento de control de la calidad del agua del proceso

Este procedimiento se creó para estandarizar la calidad del agua utilizada durante el proceso de elaboración de cerveza en la empresa (Anexo 8.4).

Para desarrollar este documento se siguieron las siguientes etapas:

- a) Se estudió a fondo la bibliografía relacionada a las características del agua para utilizar durante el proceso de elaboración de cerveza, así como el agua potable para labores de limpieza y desinfección.
- b) Se estudiaron *in situ* los pasos que se seguían en la empresa para asegurar la calidad del agua durante la elaboración de cerveza en la empresa, así como la materia prima utilizada para ajustar el perfil de minerales deseado en los diferentes estilos de cerveza (recetas) que se elaboran en la empresa.
- c) Se realizaron consultas a los colaboradores responsables sobre las actividades que llevan a cabo durante el proceso. Esta información junto a lo mencionado anteriormente del estudio de los pasos, se utilizó para detectar oportunidades de mejora en el procedimiento.

- d) Se redactó el procedimiento de control de la calidad del agua del proceso incluyendo cualquier mejora que fuera necesaria.
- e) Se verificó in situ el procedimiento, para ver oportunidades de mejora, correcciones y asegurar que se ajustara a la realidad de la empresa.
- f) Se hicieron las correcciones del documento de acuerdo a la verificación.
- g) Se envió el procedimiento a revisión y aprobación por parte del comité asesor de esta práctica dirigida y por el dueño de la empresa.
- h) Se realizó una capacitación teórica del procedimiento de control de la calidad del agua del proceso.
- i) Se revisó la puesta en marcha de los registros asociados.

Al llevar a cabo los pasos descritos anteriormente, se determinó que en la empresa no se contaba con tuberías pintadas bajo el código de colores que así solicita el RTCA 67.01.33: 06, por lo que se recomendó implementar esta medida para identificar las tuberías que recorren las instalaciones de la empresa. Por otra parte, se observó la inexistencia de herramientas que permitieran el control, monitoreo y verificación del cambio de filtros de agua, el ajuste del perfil de agua para la elaboración de cerveza en la empresa y potabilidad del agua de proceso. Debido a esta situación, se vio la necesidad de crear registros para asegurar la potabilidad del agua de proceso y controlar y corroborar los cambios de filtros de agua, así como la elaboración de un documento que establezca el ajuste del perfil de agua para cada tipo de cerveza que se elabora en la empresa. Estos nuevos documentos creados, son de gran importancia para el procedimiento del control de la calidad de agua en la empresa, ya que al estandarizar la concentración de minerales que ajustan el perfil de agua según la receta de cerveza a producir, se garantiza la uniformidad en el tiempo de las cervezas que se elaboran en La Cofradía Brewing S.A. y, además, se asegura la inocuidad y calidad del agua de proceso que se utiliza no solo como una materia prima, sino también como medio para el lavado y desinfección de superficies.

Durante la elaboración del procedimiento, se observó que el agua utilizada en el proceso es agua municipal por lo que se recomendó solicitar los análisis de aguas al ente encargado, en este caso el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), con el fin de asegurar la calidad de este insumo de gran importancia en el proceso de elaboración de cerveza. De la misma forma, se consideró en el procedimiento el monitoreo diario de la concentración de cloro residual presente en el agua, utilizando un kit colorimétrico. Por otra

parte, el procedimiento hace énfasis en el uso correcto y la estandarización de las cantidades a emplear de los minerales presentes en distintas sales para el ajuste del perfil de agua dependiendo del tipo de cerveza a elaborar. Se le recomendó a la empresa mantener esta información confidencial documentada y disponible en caso de existir rotación del personal.

En el caso de la elaboración de cerveza, la potabilidad del agua no es el único factor a controlar, ya que la composición mineral del agua utilizada como materia prima resulta de gran importancia. Tomando en cuenta esto, el procedimiento desarrollado incluye la calidad del agua desde los dos puntos de vista mencionados.

Durante la capacitación el personal se observó interés en el tema pues se les explicó la finalidad y composición de las sales que utilizan para la formulación de sus cervezas. La información brindada en la capacitación fue recibida positivamente por parte del asistente del maestro cervecero, pues dentro de sus labores está realizar el pesado de cada sal, sin embargo no había tenido la oportunidad de entender la química detrás de cada una de las sales y cómo inciden en la calidad de la cerveza que se produce en la empresa. Por otra parte, la capacitación se hizo mucho más amena al tener la participación del maestro cervecero ya que por su formación como químico industrial, se permitió compartir sus experiencias y comentarios en este tema.

Posterior a la puesta en marcha del procedimiento de control de la calidad del agua de proceso se observó el uso de los registros asociados a este procedimiento de manera correcta (R-FA-001, Registro de cambio de filtros de agua La Cofradía Brewing Co S.A y R-AG-002, Registro de ajuste del perfil de agua para la elaboración de cerveza en La Cofradía Brewing Co S.A), así como la verificación de que se utilizaron las cantidades correctas de minerales presentes en las sales según el tipo de cerveza que se elaboró.

4.5 Elaboración y puesta en marcha del procedimiento de estandarización de proceso de elaboración de cerveza

Este procedimiento se creó para estandarizar el proceso de elaboración de cerveza en la empresa.

Para desarrollar este documento se siguieron las siguientes etapas:

- a) Se estudió a fondo la bibliografía relacionada al proceso de elaboración de cerveza.

- b) Se estudiaron los pasos que se seguían en la elaboración de cerveza en la empresa, así como la maquinaria utilizada, para conocer el procedimiento actual.
- c) Se entrevistó al maestro cervecero. Esta información junto a lo mencionado anteriormente en el punto b), se utilizó para detectar oportunidades de mejora en el procedimiento.
- d) Se redactó el procedimiento de elaboración de cerveza artesanal incluyendo cualquier mejora que fuera necesaria.
- e) Se verificó *in situ* el procedimiento, para ver oportunidades de mejora, correcciones y asegurar que se ajustara a la realidad de la empresa.
- f) Se hicieron las correcciones del documento de acuerdo a la verificación.
- g) Se envió el procedimiento a revisión y aprobación por parte del comité asesor de esta práctica dirigida y por el dueño de la empresa.
- h) Se realizó una capacitación teórica del procedimiento de elaboración de cerveza artesanal.
- i) Se revisó la puesta en marcha de los registros asociados.

Al realizar los pasos descritos anteriormente, se determinó que el procedimiento de elaboración de cerveza no contaba con un diagrama de flujo de proceso y un procedimiento documentado. Es decir, todas las operaciones se realizaban bajo la experiencia y conocimiento previo de los colaboradores. Según el personal de la empresa, esto se debe al arrastre de las prácticas enseñadas durante su formación como cerveceros caseros, en donde la estandarización de procesos no es una prioridad y únicamente se busca elaborar cerveza de manera ocasional y recreativa. Lo mencionado anteriormente corresponde al principal reto durante la elaboración de este procedimiento, pues hubo que identificar cada una de las operaciones que actualmente realizaban los colaboradores para elaborar cerveza, con sus parámetros correspondientes, para lograr diseñar y crear un procedimiento óptimo que fuera estandarizado y que se adecuara a los equipos e instalaciones con las que contaba la empresa.

La realización de este procedimiento permitió documentar y transferir los conocimientos adquiridos mediante la experiencia de los colaboradores en la producción de cerveza en la empresa, con el fin de poder ser usados por cualquier colaborador nuevo que ingrese en caso de existir rotación o aumento del personal o como base en caso de consultas y refrescamientos del personal actual.

Así mismo, el procedimiento creado facilitó la identificación de pérdidas de eficiencia durante el proceso como lo era: largos periodos de tiempo de espera durante las operaciones de maceración, filtración, ebullición y trasiego de líquidos. Luego de realizar un análisis del proceso, se determinó que la principal causa de tiempos muertos se debía a tiempo de espera para lograr la temperatura de maceración (aproximadamente 1 hora), razón por la cual se recomendó monitorear esta actividad antes de iniciar la operación de molienda, mediante el uso de un temporizador que permita alertar cuando la temperatura adecuada ha sido alcanzada. Aunque la empresa utiliza gas en lugar de electricidad en los equipos de calentamiento, el desperdicio energético ocasionado por el ajuste manual y frecuente de la temperatura puede ser minimizado tomando las recomendaciones mencionadas anteriormente. Idealmente a futuro, cuando el crecimiento de la empresa lo amerite, se recomienda la instalación de una caldera que permita el calentamiento del agua con vapor. Durante el tiempo de calentamiento de agua para la maceración se recomendó preparar y realizar actividades tales como: molienda de maltas, pesaje y preparación de ingredientes (sales, lúpulos, malta y levadura), preparar los equipos para utilizar en operaciones unitarias posteriores, labores de limpieza y desinfección y llenado de los formularios para registro de la documentación correspondiente.

El flujo de proceso diseñado se detalla en la Figura 2, éste permite asegurar un proceso estandarizado de fácil interpretación.

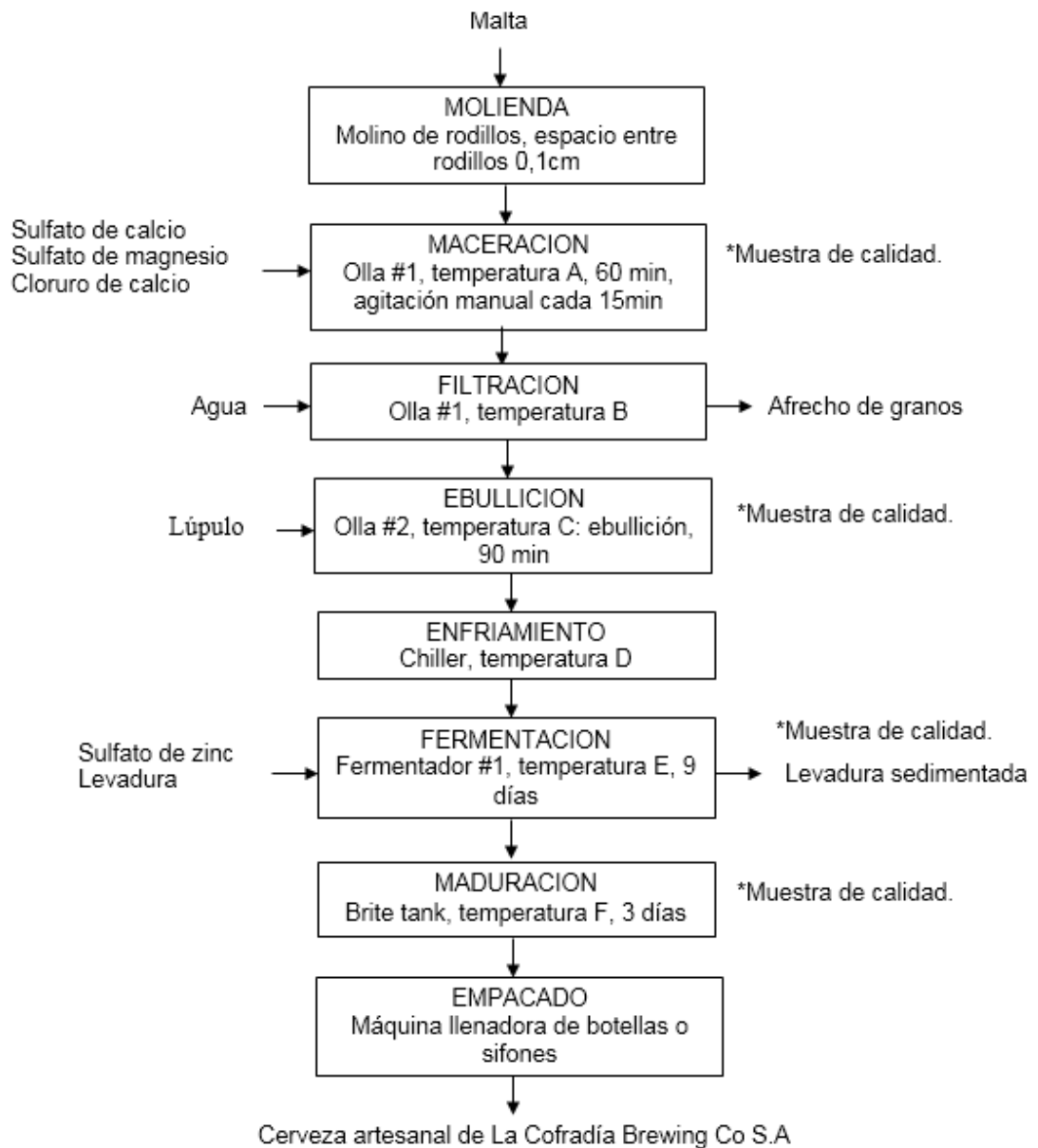


Figura 2. Flujo de proceso para la elaboración de cerveza artesanal en La Cofradía Brewing Co.*

* Temperaturas se especifican en P-EC-001 y se consideran de carácter confidencial.

Por otra parte, se elaboró el formulario R-EC-001, Registro elaboración de cerveza artesanal, el cual permite el control, monitoreo y verificación de operaciones básicas, como

pesaje, adición y trazabilidad de ingredientes, condiciones de proceso (temperatura y tiempo) y análisis sensorial del producto terminado en la empresa para los diferentes lotes de cerveza producida. La recomendación de la aprobación sensorial previa a la liberación del lote de cerveza elaborado por la empresa, es de gran importancia porque corresponde una evaluación objetiva de la cerveza que se elaboró desde un punto de vista visual, aromático y de sabor (Garrido, s.f). El maestro cervecero de la empresa comentó que dicha evaluación se realizaba pero los resultados de las mismas se documentaban en forma digital en registros no oficiales. Se recomendó conformar un panel de jueces entrenados para evaluar algunos atributos en la cerveza producida, tales como: color, turbidez, espuma, carbonatación, ésteres, diacetilo, sulfuro de dimetilo, fenoles, acetaldehídos y oxidación.

Por otra parte, otro aspecto muy importante que se incorporó en el registro es el número de lote, el cual asegura la trazabilidad del producto realizado y de todos los análisis correspondientes a ese lote en un mismo documento, lo que facilita la obtención del historial del producto.

Durante la capacitación, el personal se observó interés del personal sobre el tema, pues se les brindó una manera estructurada, ordenada y eficiente de llevar a cabo las operaciones para la elaboración de cerveza. Posterior a la puesta en marcha del procedimiento de estandarización del proceso de elaboración de cerveza, se indicó por parte de los colaboradores una mejora en los tiempos de producción de cerveza en alrededor de un 25%, de acuerdo con datos obtenidos por el maestro cervecero. Lo anterior debido a la reestructuración de las actividades en las operaciones unitarias previas a la fermentación para optimizar el tiempo de procesamiento. Adicionalmente se resaltó la importancia en la empresa de la planificación de las actividades, así como el aprovechamiento de los recursos. De igual manera, se evidenció el uso de los registros asociados a este procedimiento de manera correcta, así como la presencia del diagrama de flujo de proceso visible y accesible en la zona de producción.

4.6 Definición del proceso de propagación de levadura

Uno de los ingredientes más importantes y de alto costo para la elaboración de cerveza corresponde a la levadura. Este microorganismo, durante la fermentación, es el responsable de metabolizar los sustratos extraídos en el mosto durante el proceso de maceración para transformarlo en dióxido de carbono y alcohol (González, 2017). Resulta

trascendental controlar este proceso ya que además de la fermentación alcohólica se obtienen nuevas células de levadura y un conjunto de subproductos que aportan el sabor característico de la cerveza (Eaton, 2017). Por otra parte, resulta fundamental definir dicho procedimiento pues actualmente la empresa utiliza la levadura una única vez y posteriormente se descarta, lo que resulta en altos costos de producción y procesos poco eficientes.

Para definir el procedimiento se siguieron las siguientes etapas:

- a) Se estudió la bibliografía relacionada al proceso de propagación de levadura.
- b) Se estudió el procedimiento de propagación de levadura en una cervecería comercial.
- c) Se entrevistó a Kara Taylor, administradora *senior* del laboratorio *White Labs* en Estados Unidos, suplidor de levadura de la empresa, con el fin de incluir dentro del procedimiento de propagación las recomendaciones de la empresa proveedora de la levadura utilizada por la Cofradía Brewing S.A.
- d) Se definió el procedimiento de propagación de levadura para La Cofradía Brewing S.A.
- e) Se evaluó la eficacia de la levadura propagada en la generación de distintos lotes de producción de cerveza.

4.6.1 Especificación de los materiales

Se realizó el proceso de propagación de levadura, utilizando la levadura ale marca White Labs de alto desempeño (fabricada en Estados Unidos) en presentación líquida. Como medio de cultivo se utilizó mosto estéril, esterilizado haciendo uso de un autoclave en el Laboratorio de Microbiología de la Escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica. Además se empleó cristalería y otros materiales de laboratorio del laboratorio de microbiología de la empresa La Cofradía Brewing S.A.

4.6.2 Técnica de propagación de levadura

Se definió el procedimiento de propagación de levadura de acuerdo con la metodología recomendada por White & Zainasheff (2010), la experiencia documentada en este proceso en una cervecería comercial y las recomendaciones del proveedor actual de la levadura. Se tomaron las medidas preventivas para evitar la contaminación con cepas de microorganismos patógenos y de deterioro en alimentos, partiendo de un sobre de levadura líquida marca White Labs tipo, de la siguiente manera:

1. Se taparon todos los recipientes, con los volúmenes de mosto de 10mL, 100mL, 1000mL, 10L para proceder con el proceso de esterilización de mosto, con tapones de algodón y luego cubiertos con papel aluminio.
2. Se esterilizaron los recipientes con mosto en el autoclave a 15psig, 121°C, por 15min.
3. Para iniciar la propagación se tomó una muestra de levadura líquida, que se encuentra en el empaque original dentro de la refrigeradora del laboratorio.
4. Con el asa microbiológica (grado alimentario) se inoculó asépticamente los tubos de 10mL.
5. Se fermentó por 48h a temperatura ambiente.
6. Se transfirió asépticamente, empleando técnicas asépticas y un mechero de llama abierta para generar un ambiente aséptico, cada tubo de ensayo a uno de los Erlenmeyer de 100mL.
7. Se fermentó por 48 horas a temperatura ambiente.
8. Se transfirió asépticamente cada Erlenmeyer a uno de los Erlenmeyer de 1L.
9. Se fermentó por 48 horas a temperatura ambiente.
10. Se transfirió asépticamente cada Erlenmeyer a uno de los Erlenmeyer de 10L.
11. Se fermentó por 48 horas a temperatura ambiente.
12. Se continuó con la inoculación del mosto en los tanques (5 gal) de fermentación de la empresa La Cofradía Brewing S.A.

4.6.3 Obtención y reutilización de levadura

La recolección de levadura se realizó en el fondo del tanque de fermentación. Dicho procedimiento se llevó a cabo a las 48 horas de la fermentación, de la siguiente manera:

1. Se desinfectó la válvula inferior.

2. Se colocaron las conexiones apropiadas para dirigir el flujo de la levadura al tanque recolector de levadura.
3. Se abrió la válvula, desechando el primer tercio de la levadura (hasta que se observó un cambio en la coloración del lodo), esta levadura inicial es considerada el *trub*. La coloración oscura en el primer y último tercio se debe a la muerte de células viables de levadura en el cono del tanque de fermentación.
4. Se recolectó el segundo tercio de la masa de la levadura, seguidamente se midió el volumen de levadura obtenido.
5. Se descartó el último tercio de levadura sobrante.
6. La levadura recolectada se almacenó a una temperatura entre 1-2°C en el tanque recolector de levadura con la válvula de escape de dióxido de carbono abierta y cubierta con papel aluminio.

4.6.4 Evaluación de la eficacia de la reutilización de levadura propagada

Uno de los principales desafíos que tenía la empresa para realizar los experimentos relacionados a la propagación de levadura White Labs, correspondía a la disponibilidad de equipo de fermentación debido a que, en el momento en que se realizaron estas pruebas, la empresa se encontraba en un pico de producción de cerveza, por lo que la implementación de este procedimiento se tuvo que adecuar a los momentos donde el cronograma de producción lo permitiera. A pesar de esta dificultad, se trabajó de la mano con el maestro cervecero para incluir las pruebas entre el programa de producción definido por la empresa.

Antes de utilizar la levadura propagada o reutilizada para inocular el mosto en las fermentaciones, se midió el porcentaje de viabilidad utilizando el recuento directo de células viables en cámara de *Neubauer*. Este porcentaje debió estar en un mínimo de 90% (White & Zainasheff, 2010) para poder utilizarse en un nuevo ciclo de fermentación. Dicho porcentaje se calculó de la siguiente manera:

$$\%viabilidad = \frac{\text{células vivas (libres de tinción)}}{\text{total de células (observadas y contadas)}} \times 100$$

El procedimiento de recolección, recuento directo de células en cámara de *Neubauer* y reutilización de levadura se realizó asegurando una viabilidad mayor al 90%. En la Figura

3, se observa como se logró obtener un total de cinco ciclos de fermentación, denominadas generaciones, bajo el requisito de porcentaje de viabilidad mencionado anteriormente.

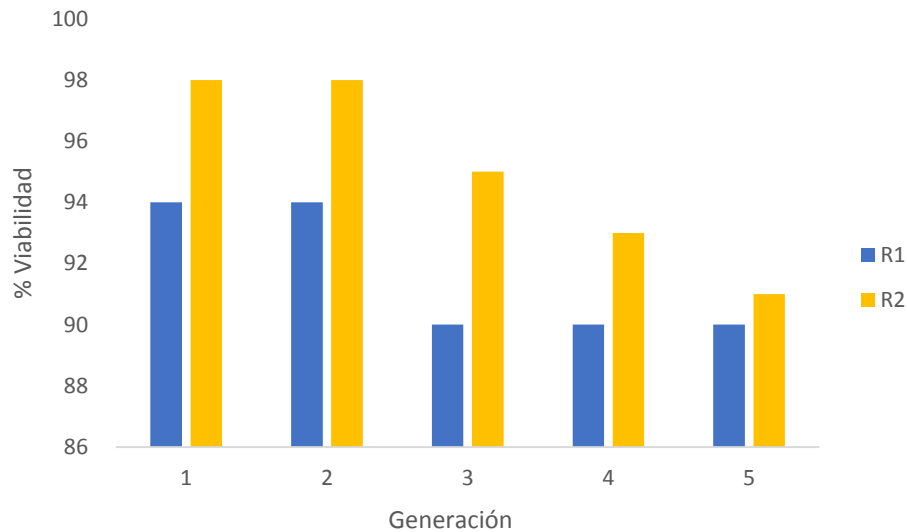


Figura 3. Porcentaje de viabilidad con respecto a la generación de levadura obtenida para dos réplicas realizadas con el procedimiento de propagación y reutilización de levadura (1-2°C) en la Cofradía Brewing S.A

Como se observa en la Figura 3, para ambas réplicas, el porcentaje de viabilidad disminuye conforme se reutiliza la levadura al utilizarse de generación en generación. Una vez realizada la medición de dicho parámetro en la sexta generación se observó que este fue menor al 90% por lo que se detuvo el experimento en la quinta generación. Algunos de los factores que influyen corresponden a: la composición del mosto (carbohidratos presentes, calidad de la materia prima, condiciones y tipo de malta, adjuntos, composición del agua, pH, variedad y tipo de lúpulo empleado, condiciones utilizadas durante la maceración y ebullición, uso de enzimas), los compuestos nitrogenados, el nivel de oxígeno disuelto, la homogeneidad de la población de células respecto a estructura, la composición y el estado metabólico y edad celular (Layfield & Sheppard, 2015).

Un factor importante a considerar en la reutilización de la levadura es que debido a que la compra de levadura líquida, con costo aproximado por batch de \$295 más los costos de importación y nacionalización del insumo, se realiza en el exterior del país de manera periódica y se compra más de lo que se utiliza a corto plazo previendo los costos y altos

tiempos de importación de dicha materia prima esencial para la fermentación, no está en la capacidad de utilizar levadura “fresca” del proveedor, ya que usualmente las órdenes de compra de este insumo tardan entre 1-2 semanas en llegar al país, sin contar el tiempo de almacenamiento que ya tienen los paquetes en los almacenes del productor de levadura líquida. El porcentaje de células de levadura vivas en una muestra corresponde al término viabilidad, por ejemplo en un paquete completamente nuevo de levadura líquida el 100% es viable, pero pierde viabilidad con el pasar del tiempo y, además, este fenómeno es más pronunciado en levadura líquida que en levadura seca. Según Smith (2015), las células de levadura líquida mueren conforme transcurre el tiempo de almacenamiento, haciendo la levadura vieja menos efectiva, esto podría explicar que en este estudio se observó una viabilidad mayor o igual al 90% hasta los 36 días de almacenamiento y que en el tiempo 0 ya presentaban porcentajes de viabilidad menores al 100%. Según White (2020), la vida útil recomendada de la levadura líquida es tan solo de 4 meses, en donde después de 30 días de ser producida pierde aproximadamente un 20% de su viabilidad.

Actualmente, la empresa almacena la levadura líquida entre 1-2 semanas posterior al recibido de este insumo, dependiendo del cronograma de producción y la temporada en la que se encuentre, posteriormente se utiliza en el siguiente lote de cerveza a producir. Debido a esto, la planificación de la producción y trazabilidad de la levadura líquida, así como el aseguramiento de un sistema “Primero en entrar, primero en salir (PEPS)” al almacenarla y utilizarla, resulta fundamental para asegurar su viabilidad. Por tal razón, se recomienda a la empresa en primera instancia monitorear el porcentaje de viabilidad antes de utilizar este insumo y llevar registros de este monitoreo con el fin de conocer el promedio de dicho porcentaje de viabilidad con respecto al historial de compras en el año y así poder mejorar el rendimiento en los ciclos de propagación y reutilización de levadura con el tiempo y la experiencia que se va desarrollando.

4.6.5 Medición de la densidad relativa y curvas de fermentación

La medición se realizó con un hidrómetro con una escala de 1,000 a 1,060 g/L. Se midió la temperatura de la cerveza y se ajustó a la temperatura de calibración del hidrómetro (flotante) y la medición de la densidad relativa se llevó a cabo en una probeta de 250mL. El ajuste de la temperatura se realizó mediante el uso de un baño de agua a una temperatura menor a la del ajuste, sumergiendo la muestra hasta llegar a la temperatura de calibración.

Con el desarrollo del procedimiento de propagación y reutilización de levadura, la empresa inicialmente tenía la incertidumbre sobre la posible eficiencia obtenida en las curvas de fermentación con levadura propagada, es decir, mantener los mismos resultados en la variación de la densidad relativa del mosto respecto a los 9 días de tiempo de fermentación utilizando levadura propagada y reutilizada en comparación con la levadura nueva. Dicha incertidumbre fue superada al observar que los resultados de las densidades relativas finales (día 9), que se observan en la figura 4, concuerdan con el histórico de resultados obtenidos en densidades relativas finales de fermentaciones en el pasado (previo a la realización de esta práctica dirigida).

Posteriormente, se analizó el comportamiento de la densidad relativa del mosto respecto al tiempo para cada una de las curvas de fermentación obtenidas, en cada una de las cinco generaciones. El comportamiento de dichas curvas se observa en la figura 4.

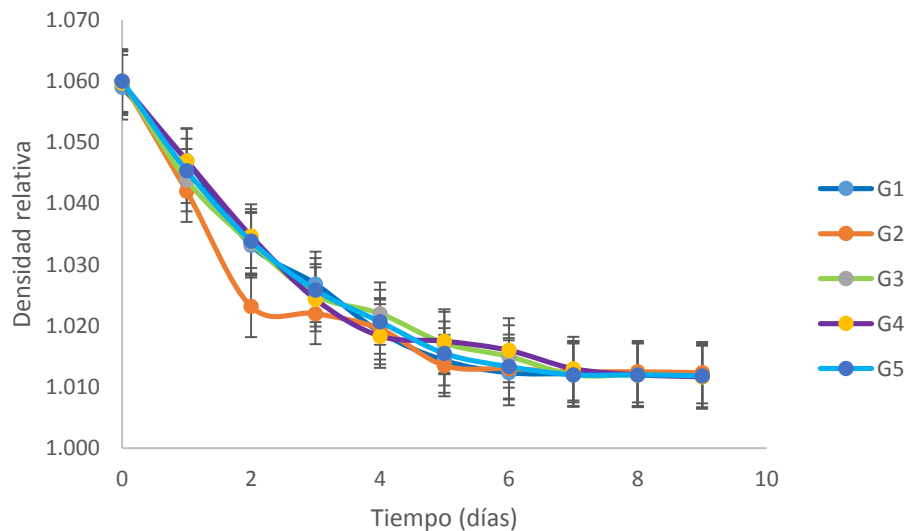


Figura 4. Densidad relativa del mosto con respecto al tiempo para cinco generaciones (G= generación) de levadura propagada y reutilizada durante una fermentación de 9 días.

Se analizaron las tendencias de las densidades relativas entre las curvas de fermentación mediante un ANDEVA para un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 5x10 (5 niveles del factor generación (5 generaciones, factor nominal) y 10 niveles del factor tiempo (factor continuo)). Se utilizó un nivel de confianza del 95%. En donde se concluye que sólo

es significativo el efecto del factor tiempo ($P > 0.05$), debido a que la densidad cambia en el tiempo, y no se encontraron diferencias significativas entre las generaciones ($P < 0,05$). La reducción pronunciada de la densidad del mosto durante los primeros días es lo esperado, ya que en este tiempo se consumen los azúcares más pequeños y de más fácil asimilación por la levadura (Boulton y Quain, 2006; Stewart, 2013). Por otra parte, la composición del mosto cambia conforme transcurre el tiempo debido a que los azúcares son convertidos en alcohol y dióxido de carbono al ser metabolizados por la levadura (González, 2017), esto explica el comportamiento constante en los días finales de fermentación.

Al no presentarse diferencias significativas entre las generaciones, se evidencia que la empresa podría propagar y reutilizar la levadura por cinco generaciones consecutivas con un porcentaje de viabilidad mayor al 90%, es decir sin tener ninguna afectación en la calidad final del producto. Según White (2020) los cerveceros han reutilizado levadura, incluso en épocas donde no sabían que la levadura era la responsable de la producción de cerveza, actualmente aplicando cuidadosamente el procedimiento de propagación y reutilización de levadura un cervecero debería obtener entre 5 y 10 generaciones de levadura de alta calidad. Sin embargo, no se recomienda reutilizar la levadura más de 8 a 10 generaciones. Por otra parte, otros estudios resaltan que el número de generaciones en que se reutiliza la levadura varía entre cervecerías. Por ejemplo, algunas cervecerías reutilizan levadura *lager* hasta 20 veces con las mismas condiciones de fermentación (Kalayu, 2019). El número de veces que un cultivo de levadura puede ser reutilizado depende del estado fisiológico y rendimiento durante la fermentación, que a su vez dependen de varios factores tales como la cepa, el procedimiento de manejo y cosecha de levadura, densidad relativa del mosto, tasa de inoculación, entre otros (Kalayu, 2019). Por otra parte, uno de los criterios de éxito que debe tomarse en cuenta durante la reutilización de levadura en una cervecería consiste en prevenir la mutación de la cepa original debido a la sobre reutilización de la misma durante fermentaciones consecutivas. Por ejemplo, se han observado mutaciones espontáneas que afectan la capacidad de floculación (aumento y reducción) en el tiempo después de reutilizar entre 6-10 generaciones el cepas de levadura *lager* y en aproximadamente 24 generaciones en cepas de levadura *a/e*. Adicionalmente, dichas mutaciones pueden llevar a diferencias en la utilización de azúcares presentes en el mosto, reducción de diacetil y la acumulación de mutaciones conocidas como *petite* las cuales son células con deficiencias en el proceso respiratorio (Powell & Diacetis, 2007).

Según lo mencionado anteriormente y siguiendo las recomendaciones del proveedor actual de levadura de la empresa con respecto a la reutilización de levadura, la empresa podría llegar a utilizar hasta 10 generaciones sin dudar de posibles mutaciones que afecten el proceso de fermentación y la calidad de la cerveza producida. Sin embargo, debido a los tiempos prolongados de almacenamiento de la levadura por parte de La Cofradía Brewing S.A., como se explicó anteriormente, la reutilización de 5 ciclos es lo recomendable. De la misma forma, se considera importante que la empresa lleve a cabo estudios de análisis sensorial de las cervezas de distintas generaciones de la levadura para validar que la cerveza producida mediante la técnica de propagación y reutilización de levadura genera la experiencia sensorial deseada en los consumidores. Esto es recomendable ya que la levadura en la fabricación de cerveza produce metabolitos de bajo peso molecular, los cuales son responsables activos del aroma del producto y contribuyen al sabor de estas bebidas alcohólicas. Estos compuestos construyen el perfil sensorial asociado a una marca de cerveza, por lo tanto influyen en la calidad de la cerveza que se produce (Pires *et al.*, 2014) y la aceptación por parte del consumidor.

Es importante recalcar que la correcta ejecución del procedimiento de propagación y reutilización descrito y propuesto en esta práctica dirigida genera un importante impacto económico en la reducción de cinco veces el costo asociado a la compra de este insumo, el cual es de los de más alto valor en la fabricación de cervezas.

Por último, se recomienda a la empresa la compra de un autoclave o esterilizador de laboratorio con el fin de poder llevar a cabo la esterilización del mosto utilizado para la propagación en la empresa, sin tener que realizarlo en laboratorios externos; o bien realizar pruebas de validación del método propuesto anteriormente utilizando mosto estéril obtenido después de la operación de ebullición del mosto.

4.7 Diagnóstico final de la empresa de cuatro requisitos del RTCA 67.01.33:06

Una vez realizados todos los documentos propuestos en esta práctica profesional, se evaluó el grado de desarrollo de la documentación, con la herramienta elaborada por Varela (2003) con algunas modificaciones tal como se describe en la sección 4.2. Los resultados se detallan en el Cuadro III.

Cuadro III. Evaluación final del estado de la documentación en la empresa La Cofradía Brewing S.A.

Sección	Definición (20%)	Evidencia de documentación (30%)	Contenido y diseño (30%)	Puesta en marcha (20%)	Total
5.1 Alrededores y ubicación	20	15	30	20	85
5.2 Instalaciones físicas del área de proceso y almacenamiento	20	15	30	0	65
5.3 Instalaciones Sanitaria	20	30	30	20	100
5.4.3 Instalaciones para lavarse las manos	20	30	30	20	100
5.6 Limpieza y desinfección	20	30	30	20	100
6.1 Condiciones de los equipos y utensilios	0	0	0	0	0
7.2 Prácticas higiénicas	20	30	30	20	100
7.3 Control de salud	20	15	30	20	85
8.1.a Control de materias primas	0	0	0	0	0
8.2 Operaciones de manufactura	20	30	30	20	100
8.3 Envasado	20	30	30	20	100
8.4 Documentación y registro	0	15	0	0	15

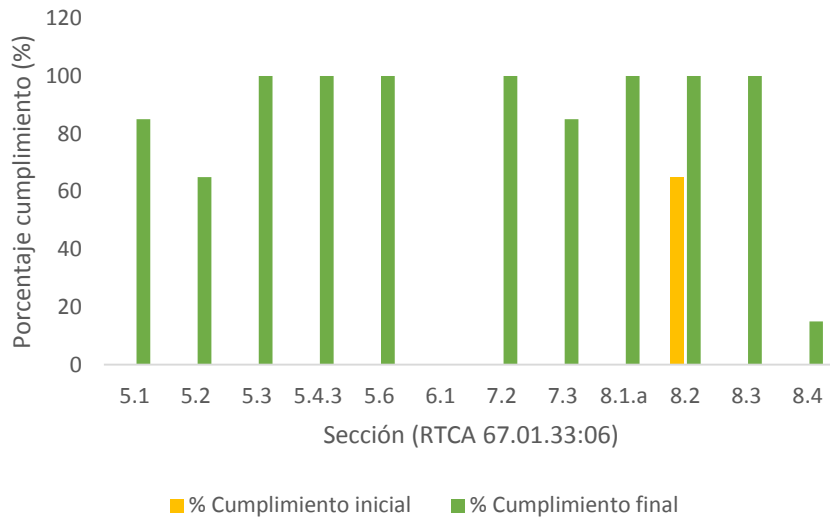


Figura 5. Comparación del porcentaje de cumplimiento obtenido en las evaluaciones inicial y final de las secciones del RTCA 67.01.33:06.

En la Figura 5 se puede observar una comparación del grado de cumplimiento de los requisitos al inicio y al final de esta práctica dirigida, evidenciando un progreso importante en los temas de instalaciones y ubicación, instalaciones físicas del área de proceso y almacenamiento, instalaciones sanitarias, instalaciones para lavarse las manos, limpieza y desinfección, prácticas higiénicas, control de salud, control de materias primas y envasado donde se inició con un 0%. Con la excepción de la sección de operaciones de manufactura en donde se observó evidencia de registros en forma digital de los procesos en la empresa. Cabe rescatar que el control y monitoreo de los resultados obtenidos de la documentación de esta sección son de suma importancia ya que inciden directamente en la eficiencia de los procesos globales de elaboración de cerveza y por consiguiente en las utilidades de la empresa. Por otra parte, es importante mencionar la conciencia y los hábitos de lavado de manos del personal en las estaciones de lavado de manos, lo cual demostró la cultura y el compromiso por la inocuidad por parte de los colaboradores. A pesar de los esfuerzos, no en todas las secciones se logró el 100% de cumplimiento en estos.

Por otra parte, se obtuvo un 79% (promedio de los porcentajes de cumplimiento obtenidos en cada uno de las secciones evaluadas en el diagnóstico final) en cuanto al desarrollo de la documentación durante la evaluación final en la empresa. Este resultado refleja una mejora y avance en el desarrollo de la documentación de algunas secciones del RTCA

67.01.33:06., sin embargo se recomienda a la empresa continuar con el desarrollo de la documentación incompleta de algunas secciones del reglamento, ya que su cumplimiento resulta de carácter obligatorio. También el esquema utilizado para el desarrollo de los diferentes documentos, deja a la empresa una herramienta muy importante y que representa una base para replicar en todo desarrollo en miras hacia un sistema de gestión de calidad en la empresa. De igual forma, se recomienda diseñar los procedimientos de BPM que no se incluyen en esta práctica dirigida (control de plagas, control de registros, mantenimiento preventivo de equipos y utensilios, capacitación del personal, manejo y disposición de desechos sólidos y líquidos). Sin embargo, estos procedimientos no se incluyen en la presente práctica dirigida pues no eran parte de los objetivos propuestos.

5. Conclusiones

- El diagnóstico inicial documental de esta práctica profesional reflejó una carencia importante en el cumplimiento de requisitos básicos del RTCA 67.01.33:06, al no tenerse en ese momento, evidencia física de ningún documento.
- Mediante el diseño e implementación del manual de Buenas Prácticas de Manufactura se alcanzó la estandarización de las condiciones, prácticas y lineamientos a seguir para los visitantes y colaboradores de la empresa y dio una base para el sistema documental de la organización.
- Con la creación del procedimiento de control de la calidad del agua de proceso, se logró tener un documento que permite la estandarización y el control del perfil de agua a utilizar en la producción de cervezas de la cervecería y en las operaciones sanitarias.
- El procedimiento de limpieza y desinfección creado y puesto en marcha contribuye a la estandarización los procesos en esta área y son un gran aporte para garantizar la inocuidad de los productos fabricados en la empresa La Cofradía Brewing Co S.A.
- Con la creación del procedimiento estandarizado de elaboración de cerveza artesanal, se logró obtener un documento que permite la estandarización y control de este proceso, lo cual es indispensable para garantizar la calidad e inocuidad del producto elaborado.
- La Cofradía Brewing S.A., podría realizar hasta cinco ciclos de fermentación utilizando levadura líquida White Labs con un porcentaje de viabilidad mayor al 90%,

reduciendo así los costos asociados a este insumo en la fabricación de cerveza artesanal.

- Se logró un avance importante (79%) en el promedio del cumplimiento de los requisitos definidos por esta Práctica Dirigida según el diagnóstico final aplicado con la herramienta elaborada por Varela (2003) con aplicación subjetiva del cumplimiento de los rubros evaluados.

6. Recomendaciones

- Diseñar los procedimientos de BPM que no se incluyen en esta práctica dirigida, como: control de plagas, control de registros, mantenimiento preventivo de equipos y utensilios, capacitación del personal, manejo y disposición de desechos sólidos y líquidos.
- Una vez implementadas las BPM, se recomienda continuar con el desarrollo de un sistema HACCP, ya que constituye una base óptima para optar por sistemas de gestión de calidad más avanzados, los cuales podrían beneficiar a la empresa en el aseguramiento de la inocuidad de su producto y mejorar la competitividad de la empresa La Cofradía Brewing Co S.A
- Asignar a un colaborador, que haya demostrado mejores rendimientos y experiencia en el tema de calidad e inocuidad, encargado de controlar y velar por el cumplimiento del sistema de gestión de inocuidad y calidad de la empresa.
- Establecer dentro del presupuesto de la empresa una partida para el sistema de gestión de inocuidad, con el fin de continuar con el diseño y la implementación del mismo en la capacitación, evaluación y motivación del personal en los temas desarrollados en esta práctica dirigida.
- Utilizar el procedimiento de propagación y reutilización de levadura definido en esta práctica dirigida, para aprovechar el ahorro en esta materia prima y la mejora sensorial que la cerveza pueda tener al realizarlo.
- Definir con cuánto tiempo de anticipación deben comprarse los paquetes de levadura líquida para disminuir al máximo la pérdida del porcentaje de viabilidad debido al tiempo de importación y almacenamiento.
- Validar con pruebas de análisis sensorial que los consumidores no perciben diferencias significativas respecto al sabor y aroma de las cervezas producidas sin

y con la implementación del procedimiento de propagación y reutilización de levadura.

7. Referencias bibliográficas

- AEC (Asociación Española para la Calidad), 2011. Integración de sistemas de gestión (en línea, sitio web). Consultado el 23 de agosto del 2018. Disponible en <http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/integracion-de-sistemas-de-gestion>.
- ALDERTON, M. 2016. Change is Brewing (en línea, sitio web). PM Network. Estados Unidos. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en <https://www.pmi.org/learning/library/change-brewing-global-beer-industry-10312>
- AQUILANI, B. LAURETI, T. POPONI, S. & SECONDI, L. 2014. Beer Choice and consumption determinants when Craft beers are tasted: an exploratory study of consumer preferences. Viterbo, Italia. Elsevier Science. v. 41, p. 214-224. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329314002614>.
- BALDARES, E. 2008. K&S apunta a la exclusividad cervecera (en línea, sitio web). La República, San José, Costa Rica; 10 oct.: 1. Consultado el 9 de abril del 2020. Disponible en <https://www.larepublica.net/noticia/ks-apunta-a-la-exclusividad-cervecera>
- BARNES, Z. 2017. Handbook of Brewing: Brewing Process Control. 3er ed. Boca Raton, Estados Unidos de Norteamérica. CRC Press. 32 p. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en <https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781351228336>
- BELLASSAI, S & MEARELLI, L. 2019. La evolución de los azúcares y de la densidad del mosto durante la fermentación de la cerveza (en línea, sitio web). CDR Foodlab, Florencia, Italia; 27 mar.: 5. Consultado el 27 de Julio del 2020. Disponible en <https://www.cdrfoodlab.es/temas-noticias/fermentacion-cerveza-azucares-densidad/>
- BORDIGA, M. NOLLET, L. 2019. Food Aroma Evolution. 1er ed. Boca Ratón, Estados Unidos de Norteamérica. CRC Press. 744 p. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en <https://www.taylorfrancis.com/books/9780429441837>

- BREWERS ASSOCIATION. 2018. Good Manufacturing Practices (GMPs) (en línea, sitio web). Brewers Association. Boulder, Colorado, Estados Unidos de Norteamérica. Consultado el 20 de marzo del 2018. Disponible en https://www.brewersassociation.org/wp-content/uploads/2016/03/BA_Good-Manufacturing-Practices-Overview.pdf
- BOULTON, C y QUAIN, D. 2006. Brewing yeast and fermentation. Londres, Inglaterra. Blackwell Science Ltd. 656 p.
- CACIA. 2010. Buenas Prácticas de Manufactura: Aspectos Generales (en línea, sitio web). San José, Costa Rica. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en <https://www.scribd.com/document/118529231/Manual-Cacia-Bpm>
- CASTRO, C. 2016. La Cerveza Artesanal en Costa Rica, un mercado en fermentación. Revista Vacío. 4 p.
- CALVILLO, E. 2017. Craft Beer: A multisensory experience (en línea, sitio web). Deloitte. México. Consultado el 6 de octubre de 2018. Disponible en <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/consumer-business/2017/Craft-Beer-in-Mexico-2017.pdf>
- CRAMER, M. 2013. Food Plant Sanitation: design, maintenance, and Good Manufacturing Practices. 2da ed. Boca Ratón, Estados Unidos de Norteamérica. CRC Press. 306 p. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en <https://www.taylorfrancis.com/books/9780429185175>
- DIAZ, I. 2015. Cerveza. Distribución y consumo. León, España. Editorial MIC. v. 3, p. 45-55. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en https://www.mercasa.es/media/publicaciones/222/1437675314_Alimento_con_historia_cerveza.pdf

DÍAZ, A. & URÍA. 2009. Buenas Prácticas de Manufactura: Una guía para pequeños y medianos agroempresarios. San José, Costa Rica. (IICA) Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 72 p. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=AR2009000125http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5294e/A5294e.pdf>

EATON, B. 2017. Handbook of Brewing: an overview of brewing. 3er ed. Boca Raton, Estados Unidos de Norteamérica. CRC Press. 14 p. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en <https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781351228336/chapters/10.1201/9781351228336-3>

EDUCALCOHOL COSTA RICA. 2012. Encuesta sobre patrones de consumo de bebidas alcohólicas en Costa Rica (en línea, sitio web). Escuela de Estadística de la Universidad de Costa Rica. Costa Rica. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en http://educalcoholcr.org/files/program/33_patronesdeconsumodebebidasalcoholicase.ncostaricaeducalcoholucr.pdf

EDITORIAL Cep. 2019. Ayudante de Cocina: Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Madrid, España. Editorial CEP S.L. 482 p.

ESCALANTE, V. BANDALA, E.R. 2014. Calidad del agua y su relación con alimentos: aplicación de procesos Fenton y tipo Fenton en la eliminación de contaminantes en agua. Puebla, México. Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Universidad de las Américas Puebla. 14 p. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en <file:///C:/Users/Admin/Downloads/TSIA-81-Escalante-Pozos-et-al-2014.pdf>

EQA. 2018. Certificación ISO: Ventaja competitiva para las empresas (en línea, sitio web). EQA México, Ciudad de México, México; 8 may.: 1. Consultado el 7 de julio del 2020.

Disponible en <https://eqamexico.com/certificacion-iso-ventaja-competitiva-para-las-empresas/>.

FALLAS, C. 2015. Cerveza atrae a más consumidores en Costa Rica (en línea, sitio web). El Financiero, San José, Costa Rica; 25 oct.: 3. Consultado el 8 de octubre del 2017. Disponible en <https://www.elfinancierocr.com/negocios/cerveza-atrae-a-mas-consumidores-en-costa-rica/ARTVQSJSNJFX3PD7AUUWMHZ4TA/story/>

Huss, H. 2003. Physical Hazards. Assessment and Management of Seafood Safety and Quality. Roma, Italia. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en <http://www.fao.org/3/y4743e/y4743e00.htm>. 444 p.

FERRO, J. 2020. Seguridad Alimentaria Básica. Blurb. 444 p.

FIGUEROA, G. s.f. Rastreabilidad en la cadena de producción y comercialización de alimentos. s.n.t. 35 p. Consultado el 20 de agosto del 2020. Disponible en http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/comagric/codex/pdf/fiqueroa08.pdf

GARRIDO, F. s.f. Análisis sensorial de la cerveza. s.n.t. 2 p. Consultado el 19 de agosto del 2020. Disponible en <http://www.ams-sumilleresmadrid.com/wp-content/uploads/2014/05/An%C3%A1lisis-sensorial-de-la-cerveza.pdf>

GFSI. 2011. Enhancing food safety through third party certification (en línea, sitio web). The Consumer Goods Forum. . Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en <http://mygfsi.com/wp-content/uploads/2019/09/Third-Party-Certification-GFSI-White-Paper.pdf>. 30 p.

GONZALEZ, M. 2017. Principios de elaboración de las cervezas artesanales. 1era ed. Carolina del Norte, Estados Unidos de Norteamérica. Lulu Press Inc. 232 p. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en

<http://www.vinodfruta.com/descargas/Libro Principios de Elaboracion de Cervezas Artesanales Ebook.pdf>

HUI, Y.H. 2015. Plant Sanitation for Food Processing and Food Service. 2nd ed. Boca Raton, Estados Unidos de Norteamérica. CRC Press. 1386 p. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en <https://www.taylorfrancis.com/books/9780429101533>

HUMPHREYS, B. 2015. New quality standard for the Brewing industry. New Food. v.18: 57-59.

INN. 2007. Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos- Requisitos para cualquier organización de la cadena alimenticia. Nch.ISO 2200-2007. Santiago, Chile. 28 may. 50. Adopción idéntica de la versión en español de la Norma Internacional ISO 22000:2005.

INPYME & JICA. 2011. Manual de Procesamiento Lácteo. Proyecto de Cooperación de Seguimiento para el Mejoramiento Tecnológico de la Producción Láctea en las micro y pequeñas empresas de los Departamentos de Boaco, Chontales y Matagalpa (en línea, sitio web). Managua, Nicaragua. Instituto Nicaragüense de apoyo a la pequeña y mediana empresa (INPYME) y Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). 57 pp. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en https://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/others/c8h0vm000001q4bc-att/14_agriculture01.pdf

JYOTI, S. VERMA, M. KAUR. S. 2013. Industrial Fermentation for Production of Alcoholic Beverages. Boca Raton, Estados Unidos. CRC Press. 24 pp. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en <https://sci-hub.tw/10.1201/b14070-13>

KALAYU, G. 2019. Serial re-pitching: its effect on yeast physiology, fermentation performance, and product quality. Milano, Italia. Springer. v. 69 (8), p.787-796. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/334069750_Serial_re-pitching_its_effect_on_yeast_physiology_fermentation_performance_and_product_quality

- KELL, J. 2016. What you didn't know about the boom in craft beer (en línea, sitio web). Fortune, Estados Unidos de Norteamérica; 22 mar.: 3. Consultado el 8 de octubre del 2017. Disponible en <https://fortune.com/2016/03/22/craft-beer-sales-rise-2015/> Consultado el 27 de febrero del 2017.
- KING, H. 2013. Food Safety Management: Implementing a Food Safety Program in a Food Retail Business. 1er ed. Cham, Suiza. Springer. p.139. Consultado el 30 de Julio del 2020. Disponible en <https://sci-hub.tw/10.1007/978-1-4614-6205-7>
- KORDIALIK-BOGACKA, E. 2013. Physiological State of Reused Brewing Yeast. Lodz, Polonia. Springer. v. 31 (3), p.264-269. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en [file:///C:/Users/Admin/Downloads/Physiological State of Reused Brewing Yeast%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/Physiological%20State%20of%20Reused%20Brewing%20Yeast%20(1).pdf)
- LAYFIELD, J. SHEPPARD, J. 2015. What Brewers should know about viability, vitality, and overall brewing fitness: a mini review. Carolina del Norte, Estados Unidos de Norteamérica. Department of Food, Bioprocessing and Nutrition Sciences. v. 52 (3), p.132-140. Consultado el 30 de Julio del 2020. Disponible en <https://community.mbaa.com/HigherLogic/System/DownloadDocumentFile.ashx?DocumentFileKey=5cb4adcb-f322-488b-982f-2b7536a00636>
- LI, F. SHI, Y. BOSWELL, M. ROZELLE, S. 2018. Craft Beer in China. Londres, Reino Unido. C. Garavaglia and J. Swinnen. p. 457-484. Consultado el 30 de Julio del 2020. Disponible en [file:///C:/Users/Admin/Downloads/Li2018 Chapter CraftBeerInChina.pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/Li2018%20Chapter%20CraftBeerInChina.pdf)
- LYONS, P. 2017. Handbook of Brewing. 3er ed. Boca Raton, Estados Unidos. CRC Press. 8 p. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en <https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781351228336/chapters/10.1201/9781351228336-22>

- MARIN, A. s.f. Los Sistemas de gestión de la calidad y la gestión documental. s.n.t. 40 p. Consultado el 11 de agosto del 2020. Disponible en <http://archivo.ucr.ac.cr/cau/Presentaciones%20convivios/docus/Charla2.pdf>
- Ministerio de Salud de Chile. 2010. Reglamento Sanitario de los Alimentos chilenos D.S. 977, 2010, Santiago, Chile. 8 oct. Ediciones Lexnova.
- MENZ, G. ALDRED, P. & VRIESEKOOOP, F. 2009. Pathogens in Beer. Journal of Food Protection. v. 74 (10), p.1670-1675. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en <https://sci-hub.tw/10.4315/0362-028X.JFP-10-546>
- MENDEZ, R. 2017. De lúpulo y cebada: cerveza e historia en Costa Rica (en línea, sitio web). Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica; 30 jul.: 2. Consultado el 31 de julio del 2020. Disponible en <https://www.uned.ac.cr/extension/extension-en-accion/historiando-costarica/991-de-lupulo-y-cebada-cerveza-e-historia-en-costarica>
- MORA, D. & ALFARO, N. 1999. Caracterización y distribución por cantones de la dureza del agua en las fuentes utilizadas para consumo humano en Costa Rica. Revista Costarricense de Salud Pública 8(15): 01-15.
- MORALES, S. 2009. Bebidas alcohólicas en resaca (en línea, sitio web). El Financiero, San José, Costa Rica; 25 oct.: 3. Consultado el 9 de abril del 2020. Disponible en http://www.elfinancierocr.com/ef_archivo/2010/febrero/07/negocios2238736.html
- MURRAY, D. & O'NEILL, MARTIN. 2012. Craft beer: Penetrating a Niche Market. Croydon, Inglaterra. British Food Journal. v. 114 (7), p.899-909. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/262848553_Craft_Beer_Penetrating_a_Niche_Market

- NEWSLOW, D. 2013. Food Safety Management Programs. 1era ed. Boca Raton, Estados Unidos. CRC Press. 389 p. Consultado el 31 de julio del 2020. Disponible en <https://www.taylorfrancis.com/books/9780429094583>
- OLIVEIRA, C.A.F., da CRUZ, A.G., TAVOLARO, P. & CORASSIN, C.H. 2016. Food Safety: Good Manufacturing Practices (GMP), Sanitation Standard Operating Procedures (SSOP), Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP). Academic Press. San Diego CA, Estados Unidos.
- OPS. 2020. Higiene personal: inocuidad de alimentos- buenas prácticas (en línea, sitio web). Washington, D.C., Estados Unidos de Norteamérica, OPS. Consultado el 14 de marzo de 2020. Disponible en https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10563:2015-buenas-practicas-bpa-bpm&Itemid=41294&lang=es
- PAPAZIAN, C. 2003. The complete joy of homebrewing: 3rd edition. New York, Estados Unidos de Norteamérica, HarperCollins Publishers. 432 p.
- PETTAS, I. KARAYANNIS, M. 2004. Simultaneous spectra-kinetic determination of peracetic acid and hydrogen peroxide in a brewery cleaning in place disinfection process. Elsevier. v. 522 (2), p. 275-280. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/223620153_Simultaneous_spectra-kinetic_determination_of_peracetic_acid_and_hydrogen_peroxide_in_a_brewery_cleaning-in-place_disinfection_process
- PIRES, E. TEIXEIRA, J. BRÁNYIK, T. VICENTE, A. 2014. Yeast: the soul of beer's aroma- a review of flavor- active esters and higher alcohols produced by the brewing yeast. Berlin, Alemania. Springer. 14 p. Consultado el 30 de Julio del 2020. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/259566009_Yeast_The_soul_of_beer's_aroma_-_A_review_of_flavour-active_esters_and_higher_alcohols_produced_by_the_brewing_yeast

- POWELL, C. DIACETIS, A. 2007. Long term serial repitching and the genetic and phenotypic stability of brewers yeast. Institute of Brewing & Distilling. v. 113 (1), p. 67-74. Reino Unido. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/j.2050-0416.2007.tb00258.x>
- PYME (Pequeñas y Medianas empresas). 2020. Pyme: conozca el tamaño de su empresa (en línea, sitio web). Consultado el 19 de octubre de 2020. Disponible en <https://www.pyme.go.cr/cuadro5.php?id=1#:~:text=Dependiendo%20del%20resultad o%20de%20dicha,menor%20o%20igual%20a%20100.>
- RINCON, L. LANNELONGUE, G.GONZALEZ, J. 2019. Implementation of the BCR food safety management system in Latin American countries: Motivations and barriers. v. 106 (31), p. 106-715. Salamanca, España. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201900375950>
- RTCA 67.01.33:06. 2006. Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas Prácticas de Manufactura. Principios generales. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en http://www.comex.go.cr/media/3336/181_rtca-anexo-33.pdf
- SAMMARTINO, M. 2015. Enzymes in Brewing. v. 52 (3), p. 156-164. Minnesota, Estados Unidos de Norteamérica. Consultado el 19 de agosto del 2020. Disponible en <https://community.mbaa.com/HigherLogic/System/DownloadDocumentFile.ashx?DocumentFileKey=889a259d-3e0f-4ee4-ab50-9f3e5525c09f&forceDialog=0>
- SIBA. 2015. Members Handbook 2015. SIBA (en línea, sitio web). Reino Unido. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en <http://www.siba.co.uk/wp-content/uploads/2017/03/2015MembersHandbook.pdf>
- SMITH, B. 2015. Yeast starters are important heres how (en línea, sitio web). In & Out Beverages, Pensilvania, Estados Unidos de Norteamérica; 28 abr.: 3. Consultado el 30 de mayo del 2020. Disponible en http://www.inandoutbeverage.com/2015/04/yeast-starters-are-important-heres-how/?wpmp_switcher=mobile

- STEWART, G. 2013. Biochemistry of Brewing. 3 era ed. Londres, Inglaterra. Elsevier. p. 291-318.
- STEWART, G. 2015. Yeast quality assessment, management and culture maintenance. Londres, Inglaterra. Elsevier. p.11-29.
- STEWART, G. RUSSEL, I. ANSTRUTHER, A. 2017. Handbook of Brewing. 3 era ed. Boca Raton, Estados Unidos, CRC Press. 797 p.
- SUAREZ, M. 2013. Cerveza: componentes y propiedades. Master Universitario en Biotecnología Alimentaria. Oviedo, España. Universidad de Oviedo. 75.
- TAYLOR, D. 2017. Handbook of Brewing: water. Handbook of Brewing. 3 era ed. Boca Raton, Estados Unidos, CRC Press. 40 p.
- TZAMALIS, P. G., PANAGIOTAKOS, D. B., & DROSINOS, E. H. 2016. A “best practice score” for the assessment of food quality and safety management systems in fresh-cut produce sector. Atenas, Grecia. Elsevier. p. 179-186.
- VARELA, M. 2003. Los Procedimientos Estándar de Operación y Los Procedimientos de Limpieza y Desinfección en la Planta Procesadora de Leche en Polvo de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. Licenciatura en Tecnología de Alimentos. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos. 21.
- VARZAKAS, T. TZIA, C. 2015. Food Safety, Quality, and Manufacturing Processes. 1 era ed. Boca Raton, Estados Unidos. CRC Press. 679 p.
- VASCONCELLOS, A. 2003. Quality Assurance for the Food Industry: A Practical Approach. Boca Raton, Estados Unidos. CRC Press.448 p.
- VRIESEKOOP, F. MORITZ, K. HUCKER, B. & MENZ, G. 2012. 125th Anniversary Review: Bacteria in brewing: The good, the bad and the ugly. Institute of Brewing & Distilling.


v. 118. p. 335-345. Consultado el 30 de julio del 2020. Disponible en <https://scihub.tw/https://doi.org/10.1002/jib.49>

WHITE, C. ZAINASHEFF, J. 2010. Yeast: The Practical Guide to Beer Fermentation. Colorado, Estados Unidos de Norteamérica. Brewers Publications. 297 p.

WHITE, C. 2020. Yeast storage and maintenance. (en línea, sitio web). White Labs Inc, San Diego CA, Estados Unidos de Norteamérica; 23 may.: 1. Consultado el 23 de mayo del 2020. Disponible en <https://www.whitelabs.com/beer/yeast-storage-and-maintenance-0>

8. Anexos


8.1 Anexo 1: Manual de Buenas Prácticas de Manufactura

	Código: P-BP-001
	Página _ de _91
	Emisión: 1
MANUAL DE LINEAMIENTOS DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA	Fecha de emisión: Día/ mes/ año
	Emitido por: Ignacio González
	Aprobado por:

Índice

CONTENIDO	PÁGINA
1. OBJETIVO-----	
2. ALCANCE-----	
3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES-----	
3.1 SOBRE EL PERSONAL DE PLANTA Y VISITANTES-----	
3.2 LINEAMIENTOS SOBRE INSTALACIONES -----	
3.3 LINEAMIENTOS SOBRE LAS OPERACIONES DE PRODUCCIÓN-----	
3.4 ABASTECIMIENTO DE AGUA-----	
3.5 TUBERIAS-----	
3.6 DISPOSICIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS-----	
3.7 CONTROL DE PLAGAS O FAUNA INDESEABLE-----	
3.8 CONDICIONES DE LOS EQUIPOS Y LOS UTENSILIOS-----	
3.9 CAPACITACIÓN-----	
4. DOCUMENTOS RELACIONADOS-----	

8.2 Anexo 2: Registro de usuarios y visitantes de la planta de La Cofradía Brewing Co S.A


	Código: R-VP-001
	Página 79 de 91
	Emisión: 1
Registro de Usuarios y Visitantes de la Planta de La Cofradía Brewing Co S.A	Fecha de emisión: noviembre 2018
	Emitido por: Ignacio González
	Aprobado por: Adriana Araya

Los abajo firmantes hacen constar que están conformes con el cumplimiento de los siguientes requisitos:

1. No tiene síntomas de enfermedad: Covid-19, tuberculosis, hepatitis, fiebre/tos, diarrea/vómito.
2. No trae algún objeto de vidrio o plástico quebradizo.
3. Utiliza zapatos cerrados, pantalón largo, cubre cabello, cubre bigote y/ barba de ser necesario.
4. Durante la visita se debe cumplir con los siguientes hábitos:
5. No tosen o estornudan, ni hablan sobre el alimento o sobre superficies que puedan entrar en contacto con los alimentos.
6. No comen, toman bebidas o mascan chicle en la planta ni en las bodegas.
7. No salen de la zona de trabajo con uniforme.
8. No usan joyería (reloj, brazaletes, aretes, cadenas) ni otro objeto que pueda caer sobre el producto (celular, reproductor de música, agendas electrónicas).
9. No ingresan a los servicios sanitarios utilizando el uniforme.

Fecha	Nombre completo	Cédula	Hora entrada	Hora de salida	Firma


8.3 Anexo 3: Procedimiento de limpieza y desinfección de superficies en contacto directo con alimentos.

	Código: P-LD-001
	Página _ de _91
	Emisión: 1
<p align="center">PROCEDIIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE SUPERFICIES EN CONTACTO DIRECTO CON ALIMENTOS</p>	Fecha de emisión: Día/ mes/ año
	Emitido por: Ignacio González
	Aprobado por:

Índice


CONTENIDO	PÁGINA
1. OBJETIVO-----	
2. ALCANCE-----	
3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES-----	
3.1 METODOLOGÍA DE LIMPIEZA: PASOS BÁSICOS-----	
3.2 ACTIVIDADES PREVIAS AL LAVADO Y DESINFECCIÓN-----	
3.3 ACTIVIDADES DURANTE EL LAVADO Y DESINFECCIÓN-----	
3.4 EQUIPO DE COCCIÓN, INTERCAMBIADOR DE PLACAS Y FERMENTADORES (LIMPIEZA ABIERTA HÚMEDA)-----	
3.5 EQUIPO DE COCCIÓN, INTERCAMBIADOR DE PLACAS Y FERMENTADORES (LIMPIEZA EN SITIO)-----	
3.6 LÍNEA DE EMBOTELLADO-----	
3.7 ACTIVIDADES POSTERIORES AL LAVADO-----	
4. DOCUMENTOS RELACIONADOS-----	

8.4 Anexo 4: Registro verificación de limpieza.

	Código: R-LD-001
	Página _ de _91
	Emisión: 81 de 91
<p align="center">REGISTRO LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN VERIFICACIÓN DE LIMPIEZA</p>	Responsable:
	Fecha de inspección:
	Responsable del área:

Ítem	Método de lavado		Método de verificación	Resultado		Observaciones	Firma
	Recirculación	Manual		Conforme (C)	No Conforme (NC)		


8.5 Anexo 5: Control de la calidad del agua de proceso.

	Código: P-AG-001
	Página _ de _91
	Emisión: 1
<p align="center">CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA DE PROCESO</p>	Fecha de emisión: Día/ mes/ año
	Emitido por: Ignacio González
	Aprobado por:

Índice


CONTENIDO	PÁGINA
1. OBJETIVO-----	
2. ALCANCE-----	
3. RESPONSABILIDADES-----	
4. DESCRIPCIÓN DEL DOCUMENTO-----	
4.1 ABASTECIMIENTO DE AGUA-----	
4.2 DUREZA DEL AGUA-----	
4.3 MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE PROCESO-----	
4.4 EQUIPO DE FILTRACIÓN DEL AGUA-----	
5. DOCUMENTOS RELACIONADOS-----	

8.6 Anexo 6: Registro perfil de agua para la elaboración de cerveza La Cofradía Brewing Co S.A.

	Código: R-AG-002
	Página 83 de 91
Registro perfil de agua para la elaboración de cerveza La Cofradía Brewing Co S.A	Emisión: 1
	Fecha de emisión: noviembre 2018
	Emitido por: Ignacio González
	Aprobado por: Andrés Redondo

Fecha	Responsable	Cerveza	pH _i de agua de macerado	pH _i de agua de <i>sparge</i>	pH _r de agua de macerado	pH _r de agua de <i>sparge</i>	Ácido Láctico (mL)	Masa de sal (g) Macerado	Masa de sal (g) <i>Sparge</i>	Sal utilizada	Firma
										CaCl ₂ 2H ₂ O	
										CaSO ₄ 2H ₂ O	
										MgSO ₄ 7H ₂ O	
										CaSO ₄ 2H ₂ O	
										MgSO ₄ 7H ₂ O	
										CaCl ₂ 2H ₂ O	
										CaSO ₄ 2H ₂ O	
										MgSO ₄ 7H ₂ O	
										CaSO ₄ 2H ₂ O	
										MgSO ₄ 7H ₂ O	


8.8 Anexo 8: Procedimiento estandarizado de elaboración de cerveza artesanal.

	Código: P-EC-001
	Página _ de _91
	Emisión: 1
<p align="center">PROCEDIMIENTO ESTANDARIZADO DE ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL</p>	Fecha de emisión: Día/ mes/ año
	Emitido por: Ignacio González
	Aprobado por:

Índice

CONTENIDO	PÁGINA
1. OBJETIVO-----	
2. ALCANCE-----	
3. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES-----	
3.1 DISPOSICIONES GENERALES-----	
3.2 DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES UNITARIAS-----	
4. DOCUMENTOS RELACIONADOS-----	
5. FLUJO DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL EN LA COFRADÍA BREWING CO S.A-----	

8.9 Anexo 9: Registro elaboración de cerveza

	Código: R-EC-001
	Página _ de _91
	Emisión: 86 de 91
<p>ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL VERIFICACIÓN DE PRODUCTO TERMINADO</p>	Responsable:
	Fecha de inspección:
	Responsable del área:

Cerveza	Lote	pH		Gravedad específica		Análisis sensorial (descriptores)	Observaciones	Firma
		Inicial	Final	Inicial	Final			

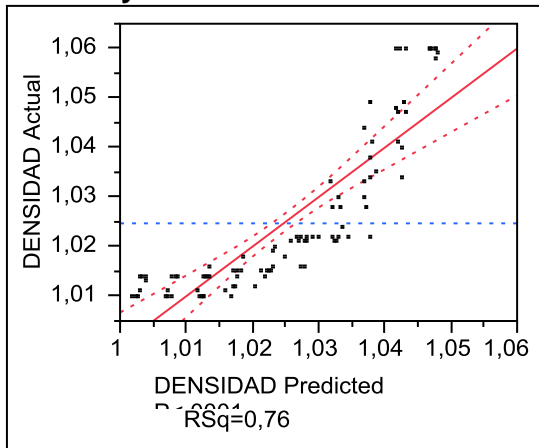
8.10 Anexo 10: Datos necesarios para graficar la curva de fermentación obtenida durante los procedimientos de propagación de levadura.

Cuadro IV. Medición de densidad relativa durante 9 días para las generaciones de levadura obtenidas durante el procedimiento de propagación y reutilización de levadura.

Tiempo (días)	R1					R2				
	G1	G2	G3	G4	G5	G2.1	G2.2	G2.3	G2.4	G2.5
0	1.058	1.060	1.060	1.0593	1.060	1.060	1.060	1.060	1.060	1.060
1	1.034	1.035	1.040	1.0473	1.049	1.060	1.049	1.048	1.047	1.041
2	1.022	1.022	1.034	1.0413	1.038	1.044	1.024	1.033	1.028	1.030
3	1.021	1.022	1.022	1.0280	1.030	1.033	1.022	1.028	1.021	1.022
4	1.016	1.021	1.022	1.0207	1.021	1.022	1.018	1.022	1.016	1.021
5	1.015	1.015	1.019	1.0200	1.016	1.014	1.012	1.015	1.015	1.015
6	1.015	1.015	1.018	1.0180	1.015	1.010	1.011	1.012	1.014	1.012
7	1.014	1.014	1.014	1.0160	1.014	1.010	1.011	1.010	1.010	1.010
8	1.014	1.014	1.014	1.0140	1.014	1.010	1.011	1.010	1.010	1.010
9	1.014	1.014	1.013	1.0133	1.014	1.010	1.011	1.010	1.010	1.010

8.11 Anexo 11: Datos estadísticos obtenidos mediante el programa JMP para analizar la tendencia de las densidades relativas entre las curvas de fermentación mediante un ANDEVA.

Response DENSIDAD
Whole Model
Actual by Predicted Plot



Summary of Fit

RSquare	0,759169
RSquare Adj	0,732109
Root Mean Square Error	0,008283
Mean of Response	1,02471
Observations (or Sum Wgts)	100

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	10	0,01924690	0,001925	28,0553
Error	89	0,00610569	0,000069	Prob > F
C. Total	99	0,02535259		<,0001*

Parameter Estimates

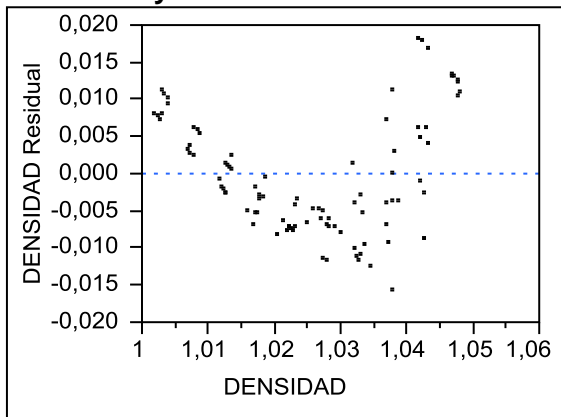
Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	1,0463673	0,001539	679,70	<,0001*
BLOQUE[1]	0,00047	0,000828	0,57	0,5718
TIEMPO	-0,004813	0,000288	-16,69	<,0001*
GENERACIÓN[1]	0,00009	0,001657	0,05	0,9568
GENERACIÓN[2]	-0,00166	0,001657	-1,00	0,3190
GENERACIÓN[3]	0,00049	0,001657	0,30	0,7681
GENERACIÓN[4]	0,00069	0,001657	0,42	0,6780
(TIEMPO-4,5)*GENERACIÓN[1]	-0,000163	0,000577	-0,28	0,7781

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
(TIEMPO-4,5)*GENERACIÓN[2]	0,0004521	0,000577	0,78	0,4352
(TIEMPO-4,5)*GENERACIÓN[3]	-0,000054	0,000577	-0,09	0,9257
(TIEMPO-4,5)*GENERACIÓN[4]	-0,000102	0,000577	-0,18	0,8594

Effect Tests

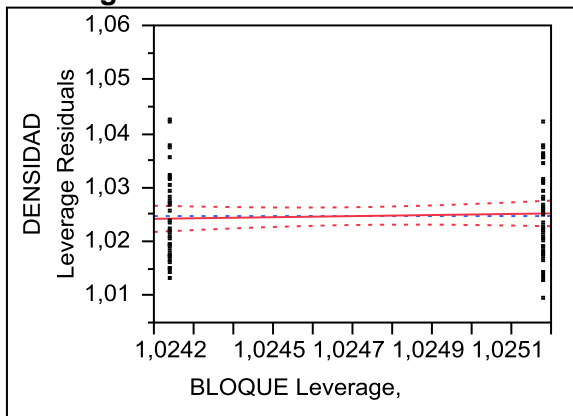
Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
BLOQUE	1	1	0,00002209	0,3220	0,5718
TIEMPO	1	1	0,01910893	278,5424	<,0001*
GENERACIÓN	4	4	0,00007264	0,2647	0,8999
TIEMPO*GENERACIÓN	4	4	0,00004323	0,1575	0,9591

Residual by Predicted Plot



BLOQUE

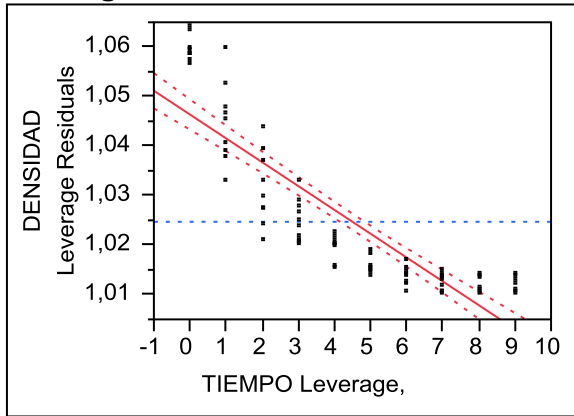
Leverage Plot



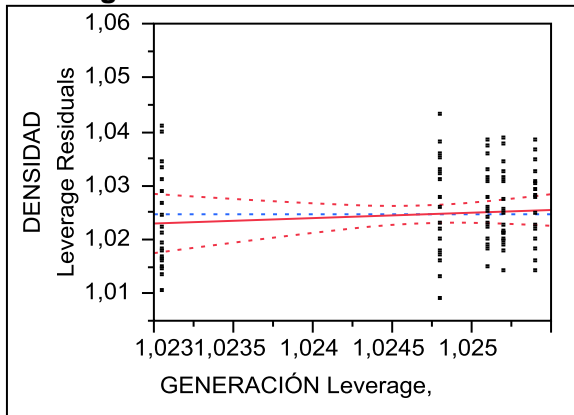
Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
1	1,0251800	0,00117135	1,02518
2	1,0242400	0,00117135	1,02424

TIEMPO
Leverage Plot



GENERACIÓN
Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
1	1,0248000	0,00185207	1,02480
2	1,0230500	0,00185207	1,02305
3	1,0252000	0,00185207	1,02520
4	1,0254000	0,00185207	1,02540
5	1,0251000	0,00185207	1,02510

TIEMPO*GENERACIÓN

Leverage Plot

