

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL (UCI)



DISEÑO DE UN PROGRAMA DE PRERREQUISITOS DEL APPCC EN UNA
MICROCERVECERÍA EN COLOMBIA Y SU IMPACTO COMO MEDIDA
PREVENTIVA PARA LA CONTAMINACIÓN EN CERVEZA ARTESANAL, EN
TIEMPOS DE LA COVID 19

ERIKA MARITZA LÓPEZ LINARES

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MÁSTER EN GERENCIA DE
PROGRAMAS SANITARIOS EN INOCUIDAD DE ALIMENTOS

SAN JOSÉ, COSTA RICA

AGOSTO 2022

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL (UCI)

Este proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como requisito parcial para optar al grado de Máster en Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos

MIA. Giannina Lavagni

TUTORA

Dr. Félix Modesto Cañet Prades

LECTOR

Erika Maritza López Linares

SUSTENTANTE

DEDICATORIA

A Dios, por mostrarme su compañía en cada momento.

A mi mamá, por su constante amor y paciencia.

A mi papá, por su apoyo y ejemplo de trabajo duro.

A mi hermana Jessica, por su cariño y ejemplo de perseverancia.

A mi cuñado Omar, por su gran apoyo, sus consejos y enorme confianza.

A mis amigas Liliana y Nathalia por su incondicionalidad, aliento y cariño.

A las nuevas amigas que me dejó la maestría, Rafa y Sofi, por su ayuda.

A mi amiga Eliana, por su escucha y ánimo.

Me honra el orgullo que siempre han sentido por mí.

AGRADECIMIENTOS

A la gerencia y todo el equipo de la microcervecería, por su apoyo en el logro de los objetivos del presente proyecto.

A mi tutora Giannina Lavagni, por su tiempo y acompañamiento durante el desarrollo del presente proyecto.

Al personal y docentes de la Universidad para la Cooperación Internacional, por todo el conocimiento y ayuda brindada.

A toda mi familia, por su amor y compañía en todo momento.

RESUMEN EJECUTIVO

Se realizó un diseño de los programas prerrequisito y de los principios del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos-APPCC para la línea de producción de cerveza artesanal estilo Witbier en una microcervecería ubicada en el municipio de Tocancipá, Cundinamarca, Colombia.

Debido a que la industria de la cerveza artesanal ha elevado su participación en el mercado en los últimos dos años gracias al aumento del consumo ocasionado, posiblemente, por las medidas de aislamiento impartidas para mitigar los contagios de la COVID 19 y como respuesta a las exigencias de los entes de vigilancia y control, se evaluó el estado sanitario actual de la planta de producción por medio de una visita para aplicar un diagnóstico elaborado a partir de los lineamientos establecidos en la normatividad específica para bebidas alcohólicas.

En consecuencia, los resultados permitieron determinar, de un lado, que la organización tuvo un cumplimiento por encima del 80% en los aspectos sanitarios analizados y de otro, que aún existen condiciones que propician problemas de contaminación cruzada, como aspectos locativos y de disposición de elementos para mejorar las condiciones higiénicas del proceso. Adicionalmente, por medio de revisión documental, se identificaron los programas prerrequisitos existentes y se establecieron propuestas de mejora que incluyen la adopción de las prácticas imperativas ante emergencias sanitarias, enfatizadas en la protección de la salud del personal manipulador y la necesidad de implementar planes de muestreo estrictos a la materia prima que presenta riesgo de contaminación con micotoxinas, como la malta. En el mismo sentido, se identificó que la normativa específica no contempla ni exige los programas relacionados con el retiro de producto no conforme y la atención a quejas y reclamos, importantes dentro de un sistema de trazabilidad.

Como parte de la propuesta de ejecución de los principios del sistema APPCC, se identificaron tres puntos críticos de control relacionados con los procesos de recepción de materia prima, cocción del mosto de malta y de fermentación, mismos que precisan de seguimiento debido a los efectos que pueden ocasionar en la salud del consumidor y en la calidad del producto final. A su vez, se identificó la necesidad de sensibilizar a todo el personal acerca de la implementación del sistema con el objetivo de que se presente una adecuada disponibilidad y disposición para cumplir con los objetivos propuestos.

Las herramientas construidas y ejecutadas posibilitaron el diseño, mejora e integración de los programas prerrequisito necesarios para abarcar aquellos riesgos que afectan la inocuidad y calidad del producto, teniendo en cuenta las necesidades del proceso y las recomendaciones del Ministerio de Salud de Colombia. Ante un escenario de incremento en el consumo de bebidas alcohólicas, en donde puede verse comprometida tanto la salud de los consumidores, como la de los colaboradores de la empresa, se recomienda robustecer el programa de capacitación con énfasis en la sensibilización acerca de los peligros, y establecer proyectos en donde se incentive el consumo responsable.

Palabras clave: Cerveza artesanal, sistema APPCC, contaminación cruzada, inocuidad, emergencia sanitaria.

ABSTRACT

A design of the prerequisite programs and the principles of the Hazard Analysis and Critical Control Point System (HACCP) was carried out for the production line of Witbier-style craft beer in a microbrewery located in the municipality of Tocancipá, Cundinamarca, Colombia.

Since the craft beer industry has increased its market share in the last two years thanks to the increase in consumption, possibly due to the isolation measures taken to mitigate the spread of COVID 19 and in response to the requirements of the surveillance and control entities, the current sanitary status of the production plant was evaluated by means of a visit to apply a diagnosis based on the guidelines established in the specific regulations for alcoholic beverages.

Consequently, the results showed that the organization complied with over 80% of the sanitary aspects analyzed, and by the other hand that there are still conditions that cause cross-contamination problems, such as the location and availability of elements to improve the hygienic conditions of the process. In addition, through a documentary review, the existing prerequisite programs were identified and proposals for improvement were established, including the adoption of mandatory practices in case of sanitary emergencies, emphasizing the protection of the health of handling personnel and the need to implement strict sampling plans for raw materials that present a risk of contamination with mycotoxins, such as malt. In the same sense, it was identified that the specific regulations do not contemplate or require programs related to the withdrawal of nonconforming products and attention to complaints and claims, which are important within a traceability system.

As part of the proposal for implementing the HACCP system principles, three critical control points were identified related to the raw material reception, malt wort boiling and fermentation processes, which need to be monitored due to the effects they can have on consumer health and the quality of the final product. At the same time, the need to sensitize all personnel about the implementation of the system was identified so that they are available and willing to comply with the proposed objectives.

The tools built and implemented made it possible to design, improve and integrate the prerequisite programs necessary to cover the risks that affect the safety and quality of the product, considering the needs of the process and the recommendations of the Colombian Ministry of Health. Faced with a scenario of increased consumption of alcoholic beverages, where the health of both consumers and company employees may be compromised, it is recommended to strengthen the training program with emphasis on raising awareness about the dangers, and to establish projects that encourage responsible consumption.

Key words: Craft beer, HACCP system, cross-contamination, food safety, sanitary emergency.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	ANTECEDENTES	1
1.2	PROBLEMÁTICA	3
1.3	JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.4	OBJETIVOS	5
1.4.1	Objetivo general	5
1.4.1	Objetivos específicos.....	5
2	MARCO TEÓRICO	6
2.1	CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN	6
2.2	LA CERVEZA.....	7
2.2.1	Materia prima	9
2.2.1.1	Cebada malteada.....	9
2.2.1.2	Agua	12
2.2.1.3	Lúpulo.....	15
2.2.1.4	Levadura.....	17
2.2.2	Proceso de elaboración.....	18
2.2.3	Estilos de cerveza	20
2.2.3.1	Cervezas ale.....	20
2.2.3.2	Cervezas lager.....	20
2.2.3.3	Cervezas de fermentación espontánea	20
2.2.4	Inocuidad de la cerveza.....	21
2.2.4.1	Peligros derivados de las materias primas	22
2.2.5	Peligros derivados del proceso	24
2.2.6	Consumo de cerveza en Colombia.....	27
2.3	Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) ..	29
2.3.1	Etapas anteriores al establecimiento del sistema.....	29
2.3.2	Aplicación del sistema (principios).....	31

2.3.2.1	Principio 1 (paso 6). Realizar un análisis de peligros e identificar las medidas preventivas respectivas.	31
2.3.2.2	Principio 2 (paso 7). Determinar los puntos críticos de control-PCC	31
2.3.2.3	Principio 3 (paso 8). Establecer los límites críticos para cada PCC.	33
2.3.2.4	Principio 4 (paso 9). Establecer un sistema de monitoreo para cada PCC.	33
2.3.2.5	Principio 5 (paso 10). Establecer las acciones correctivas para los desvíos que ocurran.....	33
2.3.2.6	Principio 6 (paso 11). Establecer los procedimientos de verificación	34
2.3.2.7	Principio 7 (paso 12). Establecer los registros y documentación pertinente	34
2.3.3	Aplicación del sistema APPCC en la industria de cerveza.....	34
3	MARCO METODOLÓGICO.....	41
3.1	Método de investigación	41
3.2	Procedimiento.....	42
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1	Diagnóstico para la identificación del estado sanitario actual	43
4.2	Evaluación del cumplimiento a los requisitos sanitarios.....	43
4.2.1	Edificaciones e instalaciones físicas.....	44
4.2.2	Instalaciones sanitarias.	45
4.2.3	Personal manipulador.....	45
4.2.4	Plan de saneamiento.....	46
4.2.5	Condiciones de proceso y fabricación.....	48
4.2.6	Aseguramiento y control de la calidad.....	50
4.3	Propuesta de medidas asociadas a la reducción del riesgo de contaminación de acuerdo con los resultados del diagnóstico	51
4.3.1	Análisis de las medidas preventivas de mayor impacto establecidas	57
4.4	Identificación de programas prerrequisitos	59

4.4.1.	Propuesta de medidas asociadas a la mejora de los programas prerrequisitos con enfoque al sistema APPCC	60
4.5	Propuesta de aplicación de los principios APPCC	64
4.5.1.	Etapas previas del sistema APPCC	64
4.5.1.1.	Conformación del equipo APPCC.....	64
4.5.1.2.	Descripción del producto	65
4.5.1.3.	Uso propuesto y principales consumidores del producto.....	66
4.5.1.4.	Diagrama de flujo del proceso y verificación.....	67
4.5.2.	Propuesta para el desarrollo de los principios del sistema APPCC...	68
4.5.2.1.	Principio 1. Análisis de peligros	68
4.5.2.2.	Principio 2. Determinación de Puntos Críticos de Control (PCC)	69
4.5.2.3.	Principio 3. Establecimiento de los límites críticos para los PCC	70
4.5.2.4.	Principio 4. Establecimiento de un sistema de vigilancia y monitoreo para los PCC	72
4.5.2.5.	Principio 5. Establecimiento de acciones correctivas para los desvíos que ocurran.....	73
4.5.2.6.	Principio 6. Establecimiento de procedimientos de verificación del sistema APPCC.....	73
4.5.2.7.	Principio 7. Documentación: registros y documentación pertinente 74	
4.5.3.	Principales retos para la adopción sistema APPCC	74
5	CONCLUSIONES	75
6	RECOMENDACIONES	77
7	BIBLIOGRAFÍA	78
8	ANEXOS	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la microcervecería es estudio. Parque Industrial en el municipio de Tocancipá, Cundinamarca, Colombia. Tomado de Google Maps (s.f.).	6
Figura 2. Línea de tiempo historia de la cerveza. Tomado de RENAPRA (2018) ...	8
Figura 3. Proceso general del malteado. Tomado de RENAPRA (s.f.)	10
Figura 4. Cebada de dos hileras (izquierda) y seis hileras (derecha). Adaptado de Perez (2010)	11
Figura 5. Estructura interior del lúpulo (<i>Humulus lupulus L.</i>). Adaptado de Lalleman (s.f.).....	16
Figura 6. Aspectos relevantes en el proceso de fermentación. Adaptado de White & Zainasheff (2010).....	17
Figura 7. Consumo de alcohol en el mundo en tiempos de pandemia. Tomado de La República, 2021	28
Figura 8. Secuencia de las etapas a ejecutar antes de la aplicación del sistema. Adaptado de OPS (2015).....	29
Figura 9. Árbol de decisiones. Tomado de OPS (2017).....	32
Figura 10. Nivel de cumplimiento de los requisitos sanitarios establecidos en el Decreto 1686 de 2012 específico para establecimiento que producen bebidas alcohólicas. Fuente: Elaboración propia.	44
Figura 11. Nivel de cumplimiento aspecto "Personal manipulador". Fuente: Elaboración propia.	46
Figura 12. Nivel de cumplimiento aspecto "Plan de saneamiento". Fuente: Elaboración propia.	47
Figura 13. Nivel de cumplimiento aspecto "Condiciones de proceso y fabricación". Fuente: Elaboración propia.	48
Figura 14. Nivel de cumplimiento aspecto "Aseguramiento y control de la calidad". Fuente: Elaboración propia.	50
Figura 15. Programas prerrequisito implementados en la organización y su estado. Fuente: Elaboración propia.	59
Figura 16. Diagrama de flujo del producto Cerveza Witbier elaborado por el equipo APPCC.....	67
Figura 17. Flujos de proceso en la planta de producción. Fuente: Elaboración propia.	68
Figura 18. Comportamiento normal en una cinética de fermentación. Fuente: Elaboración propia.	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aspectos relevantes del agua para la producción de cerveza.	13
Tabla 1. Aspectos relevantes del agua para la producción de cerveza (continuación).	14
Tabla 1. Aspectos relevantes del agua para la producción de cerveza (continuación).	15
Tabla 2. Diagrama de flujo de producción de la cerveza. Elaboración propia.....	19
Tabla 3. Principales géneros de microorganismos identificados en el proceso	25
Tabla 4. Principales bacterias contaminantes en cerveza	26
Tabla 5. Descripción de las etapas previas a la adopción del sistema. Adaptado de OPS (2015).	30
Tabla 6. Cuadro metodológico para el desarrollo de las actividades	42
Tabla 7. Medidas a ejecutar para reducir el riesgo de contaminación	51
Tabla 8. Propuesta de mejora a los programas prerrequisito	60
Tabla 9. Ficha técnica producto cerveza Witbier.....	66
Tabla 10. Cálculo de probabilidad por severidad y nivel de impacto de los peligros identificados	69

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. CHÁRTER	85
ANEXO 2. APLICACIÓN DE LA LISTA DE CHEQUEO.....	89
ANEXO 3. FUNDAMENTO DE LA TÉCNICA DE LUMINOMETRÍA	99
ANEXO 4. PLANO ÁREA DE PRODUCCIÓN	101
ANEXO 5. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE PELIGROS PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA CERVEZA ESTILO WITBIER	102
ANEXO 6. LÍMITES CRÍTICOS PARA LOS PCC	105
ANEXO 7. NIVELES MÁXIMOS DE CONTAMINANTES EN CEREALES NO TRANSFORMADOS DE ACUERDO CON LA RESOLUCIÓN 4506 DE 2013.....	106
ANEXO 8. DIAGRAMA ISHIKAWA	107

ABREVIATURAS

APPCC	Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico
ATP	Adenosín trifosfato (molécula de energía)
BPM	Buenas Prácticas de Manufactura
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
ENCSPA	Encuesta Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas
FAO	<i>Food Agriculture Organization</i>
GRAS	<i>Generally Recognized As Safe</i>
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INCONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas
INVIMA	Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PCC	Punto Crítico de Control
PCR	Reacción en Cadena de la Polimerasa
PFG	Proyecto Final de Grado
POES	Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento
PTAR	Planta de Tratamiento de Agua Residual

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La cerveza es una bebida alcohólica o no alcohólica elaborada a partir de la fermentación de cereales malteados (principalmente, cebada) con la adición de agua y lúpulo (*Humulus lupulus L.*) (FAO, 2022). El proceso de fermentación de este producto se da por la presencia de levaduras, las cuales transforman los azúcares fermentables provenientes del cereal en etanol, dióxido de carbono (CO₂) y energía en forma de ATP, siendo capaces de generar otro tipo de compuestos tales como ésteres, aldehídos y alcoholes superiores, mismos que son determinantes en el perfil sensorial del producto final (Suárez M. , 2013).

Por su naturaleza, la cerveza ha sido considerada un medio que inhibe la actividad microbiana por razones tales como: un pH ácido, el contenido alcohólico, las propiedades antibacterianas de los compuestos lúpulo y el escaso o nulo contenido de oxígeno; no obstante, existen bacterias que logran sobrevivir y reproducirse en este tipo de medios (IVAMI, 2014). En la industria, según Sakamoto & Konings (2003), las bacterias que deterioran la cerveza son, por un lado, las grampositivas, que incluyen bacterias ácido-lácticas pertenecientes al género *Lactobacillus* y *Pediococcus* y, por otro lado, las gramnegativas, de metabolismo anaeróbico que incluyen a los géneros *Pectinatus* y *Megasphaera*. Existen también levaduras “salvajes” que, si bien no causan problemas tan graves, generan dificultades en el proceso ya que no son fácilmente distinguibles de la levadura habitual del proceso. La contaminación en cerveza artesanal se puede presentar tanto en el área de producción, como en el de empaque y puede verse potenciada por la falta del proceso de pasteurización, el cual no es de uso convencional en este tipo de industria (Rodríguez M. , 2021).

De acuerdo con la (Organización Panamericana de la Salud - OPS (2019), la cerveza es la segunda bebida alcohólica más consumida a nivel mundial y su consumo pudo verse incrementado durante la pandemia de la COVID-19, principalmente en el 2020. Durante este tiempo, la población adoptó el consumo de alcohol como una forma de entretenimiento durante el encierro causado por los toques de queda, cuarentenas, etc., establecidos por los gobiernos con el fin de reducir el contagio (La República, 2021). En adición, su consumo se promovió mediante las redes sociales y se tuvo mayor facilidad de acceso debido a su compra en línea y entregas a domicilio (OPS/OMS, 2021). Por otro lado, en los últimos años se han presentado diferentes tendencias de consumo, entre estas, el consumo de cerveza sin alcohol (Ruso, 2020). Lo anterior supone un reto para los productores, quienes deben adoptar medidas que impidan la contaminación del producto ante un escenario en donde se le está restando una de las características protectoras al producto que no es pasteurizado: el alcohol.

Teniendo en cuenta que los riesgos potenciales tanto para la inocuidad como para la calidad del producto, no se derivan solo del proceso de producción, sino que también se asocian con las materias primas, los ambientes de producción y comercialización, entre otros, resulta imperativo reforzar todas las prácticas asociadas a reducir estos riesgos mediante las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y/u otro tipo de sistemas. Por esta razón, el gobierno de Colombia insta a todas las industrias en el país que se aplique el sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC), mediante el Decreto 60 de 2002.

El sistema de APPCC, aborda de manera preventiva y sistemática los peligros biológicos, químicos y físicos asociados a cada etapa del proceso de producción. De acuerdo con la FAO, este sistema garantiza la inocuidad del producto y el comercio internacional de alimentos (OPS, 2015).

1.2 PROBLEMÁTICA

Colombia es uno de los países que más consume cerveza en Latinoamérica, con un consumo per cápita de aproximadamente 51,4 litros/año. En los últimos años, este consumo ha incrementado porque existe una mayor oferta, especialmente de cervezas artesanales (El Tiempo, 2021). A lo anterior debe sumarse que la crisis causada por la COVID 19, provocó el aumento del consumo en un 5,2% durante esta coyuntura en el 2020 (El Tiempo, 2021).

La industria de cerveza artesanal se caracteriza principalmente por sus bajos volúmenes de producción y por la inclusión constante de los múltiples estilos de cerveza que existen en el mundo. Varios de éstos se caracterizan por tener modificaciones tanto en su materia prima, como en sus procesos de producción. Dependiendo del estilo, algunas cervezas no son filtradas para conservar características sensoriales propias, causando una baja o nula retención de la levadura del proceso, misma que va al producto final; de la misma manera, también se hace uso de cepas de levaduras diferentes a las usadas convencionalmente. Adicionalmente, por temas de costos, en esta industria a menudo no hay un proceso de pasteurización (Baiano, Craft beer: An overview, 2020).

Como se mencionó anteriormente, debido a las características antimicrobianas que posee la cerveza, la cantidad de microorganismos presentes suele ser limitada, sin embargo, existen algunos que tienen la capacidad de adaptarse al entorno característico (García, Distribución de bacterias contaminantes de cerveza *Lactobacillus* y *Pediococcus* en el ambiente de elaboración de cerveza, 2017). La presencia de estos microorganismos (llamados contaminantes) traen consecuencias negativas en la inocuidad y calidad del producto final y, a pesar de que no producen efectos nocivos importantes en la salud de los consumidores, se han detectado la supervivencia de microorganismos patógenos como *Bacillus cereus* o *Escherichia coli* O157:H (Pardo, Microorganismos termorresistentes en la producción de cerveza. Estudio inicial, 2017) y otros que se presentan como indicadores de malas prácticas de manufactura en el proceso.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En Colombia, la certificación en BPM para la industria de bebidas alcohólicas es de carácter obligatorio bajo lo establecido en el Decreto 1686 de 2012. Esto, debido a la importancia de garantizar la inocuidad y calidad de las bebidas alcohólicas a través del establecimiento de los requisitos sanitarios que conduzcan a la protección de la salud de los consumidores (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2013). El Instituto Nacional de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), autoridad sanitaria encargada de la vigilancia y control, practica controles exhaustivos en materia de otorgamiento de conceptos y registros sanitarios a las plantas de producción y productos terminados, respectivamente.

Ante el compromiso del cumplimiento de la normativa vigente por parte de la compañía y su necesidad de fortalecer todas las prácticas que conlleven a una producción segura de cerveza artesanal en términos de inocuidad y calidad, frente a un escenario de crisis sanitaria mundial que ha derivado, entre otras cosas, en un incremento del consumo por parte de la población, nace la iniciativa de abordar la estructuración de un programa de prerrequisitos del APPCC como control preventivo, que faciliten una futura adopción del sistema y permitan fortalecer y complementar a los programas ya establecidos y ejecutados en la compañía. Este programa resulta necesario también para los procesos de desarrollo de nuevos productos e incorporación de nuevos estilos de cerveza, con las cuales se corre el riesgo de ocurrencia de una contaminación cruzada durante el proceso.

Por otro lado, debido también al creciente conocimiento y aceptación de la cerveza artesanal colombiana (Rodríguez P. A., 2021), se posibilita la oportunidad de apertura a nuevos mercados tanto a nivel nacional como internacional, en donde la adopción de este tipo de sistemas posiblemente es imprescindible como requisito de aceptación.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Diseñar un programa de prerequisites del APPCC en una microcervecería en Colombia, para el control preventivo de un posible foco de contaminación en cerveza artesanal, en tiempos de la COVID 19.

1.4.1 Objetivos específicos

- Aplicar un diagnóstico en la planta de producción de la microcervecería, para identificar el nivel de cumplimiento de la normatividad sanitaria específica para cerveza en Colombia.
- Analizar los resultados del diagnóstico, con el fin de proponer las medidas que permitan reducir el riesgo de contaminación cruzada en el proceso de producción y empaque del producto final.
- Integrar los programas prerequisites de APPCC para el control preventivo de la inocuidad y calidad de la cerveza artesanal.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN

La organización objeto del presente estudio empezó producción en junio de 2020 y hace parte de un grupo empresarial a nivel Latinoamérica de bebidas artesanales. Se encuentra ubicada al interior de un Parque Industrial en el municipio de Tocancipá, Cundinamarca, Colombia (Figura 1).



Figura 1. Ubicación de la microcervecería es estudio. Parque Industrial en el municipio de Tocancipá, Cundinamarca, Colombia. Tomado de Google Maps (s.f.).

Hasta junio de 2022, ha elaborado cerca de quince (15) estilos diferentes de cerveza, de los cuales cinco (5) están disponibles durante todo el año. Estas cinco referencias se encuentran dentro de los estilos Blonde Ale, American Pale Ale, India Pale Ale, Oatmeal Stout y Witbier trigo. Bajo este último estilo se centrará el presente PFG.

La microcervecería ha participado y ganado premios en concursos de gran prestigio a nivel internacional, lo que le ha permitido un fuerte reconocimiento en la industria en el país.

2.2 LA CERVEZA

La cerveza es una bebida fermentada, elaborada a partir de cebada malteada, lúpulo, levadura y agua. Si bien normalmente se usa cebada, puede utilizarse otros cereales como arroz, centeno, maíz y trigo. Para el proceso de fermentación, la levadura metaboliza los azúcares presentes en el mosto (jugo del cereal) produciendo como resultado alcohol y dióxido de carbono (CO₂) (Monroy, 2019).

En relación con su historia, la cerveza es una de las primeras bebidas alcohólicas conocidas por el hombre. Se conoce que posiblemente los primeros en elaborarla fueron los sumerios hace 9000 años en la región donde actualmente se encuentra Irak. A través de las actividades de comercialización, esta bebida llega a Egipto en donde adaptaron su elaboración con cebada en vez de trigo, con el cual era hecha originalmente. En Grecia, la cerveza no era vista únicamente como una bebida, sino como un calmante para aliviar dolores de estómago (Reyna & Krammer, 2017).

Entre los siglos XI y XIII en Europa ya existían pequeñas fábricas artesanales y es en esta época en donde la cerveza obtiene su composición actual, siendo la malta (cebada) la materia prima que permite la creación de diferentes tipos de cerveza. Posterior a esto, se incorpora el lúpulo, una planta que además de conceder sabores y aromas especiales, se distingue por sus características antimicrobianas. Hacia el año 1516 los alemanes propician el tema de las normas de pureza, que tenían como objetivo obtener una mejor calidad en la cerveza (Reyna & Krammer, 2017). En la Figura 2 se muestran los principales hitos de la historia de la cerveza.

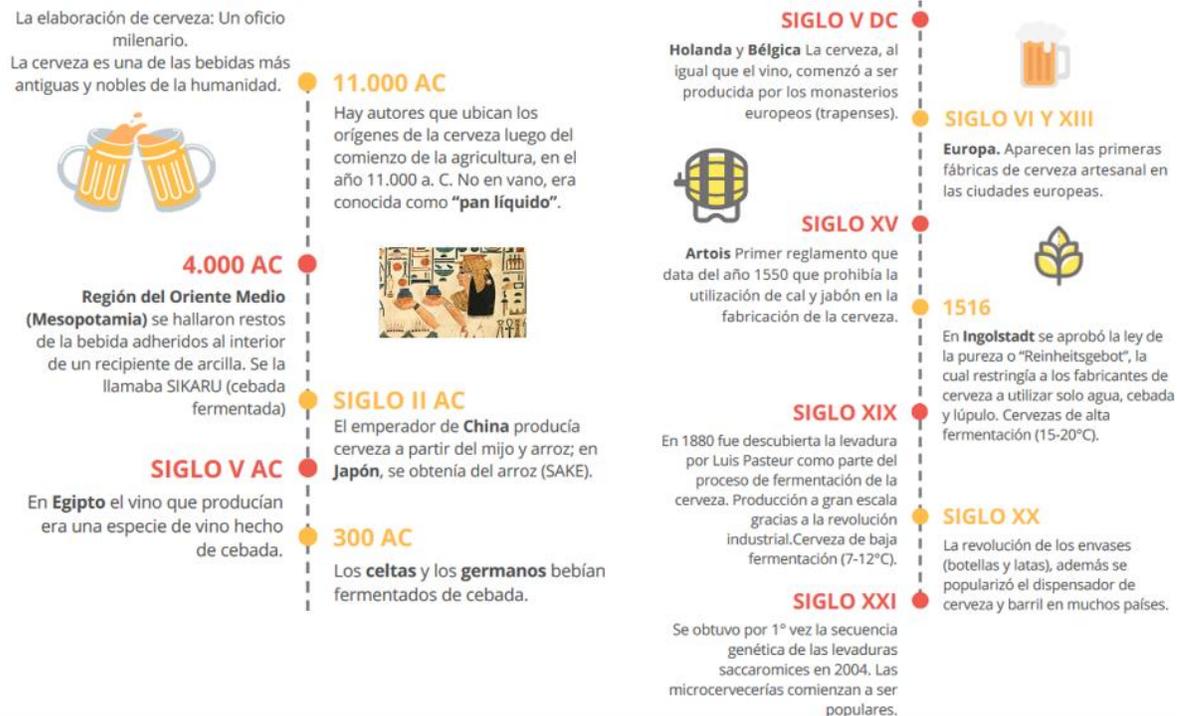


Figura 2. Línea de tiempo historia de la cerveza. Tomado de RENAPRA (2018)

La cerveza artesanal, de acuerdo con Calvillo (2017) se origina en Reino Unido finalizando la década de los 70, cuyo término describe “pequeñas cervecías”. Esta industria es fiel a la “Ley de la Pureza Alemana”, la cual se basa en que la elaboración del producto debe ser únicamente a base de agua, cebada malteada, lúpulo y levadura. Se diferencian de las cervecías industriales, en el sentido que sus bebidas compiten de acuerdo con su nivel de producción, calidad y diversidad, en vez de precios bajos y alta publicidad.

En Colombia, de acuerdo con el Decreto 162 de 2021, la cerveza artesanal se define como:

Bebida comprendida entre 2,5 y 12 grados alcoholimétricos resultante de un proceso de fermentación alcohólica por medio de levaduras, de un mosto logrado con cebada malteada o extracto de malta, granos cereales malteados o cereales no malteados, cebada malteada con frutas o jugos o pulpa de frutas,

cebada malteada con granos no cereales, lúpulos, agua potable o microorganismos de uso comercial. Se pueden adicionar productos alimenticios durante el proceso de producción con el fin de conseguir aromas y sabores distintos. Se permitirá el uso de coadyuvantes tecnológicos, no sintéticos, cuyo objetivo sea apoyar en el proceso artesanal de clarificación. Se puede realizar proceso de maduración o envejecimiento en barricas de madera, por el proceso de elaboración artesanal característico será opcional el uso de microfiltrado y pasteurización siempre y cuando garanticen la calidad e inocuidad de la bebida alcohólica (MinSalud, 2021).

2.2.1 Materia prima

En el apartado anterior se mencionó acerca de las normas de la pureza, conocido de manera específica como “Ley de la pureza”, la cual especifica que esta bebida solo debe ser elaborada con cuatro componentes: agua, cebada, lúpulo y levadura. Los mismos son usados de manera convencional y solo se utilizan adjuntos cuando se requiere otorgar al producto alguna característica sensorial especial.

2.2.1.1 Cebada malteada

De acuerdo con su volumen, el agua es el componente en mayor proporción dentro de la composición de la cerveza, sin embargo, la cebada es la materia prima de mayor relevancia ya que contiene los compuestos determinantes para obtención del producto final, de hecho, es llamada por algunos autores como el alma de la cerveza y su calidad se encuentra fuertemente ligada a la calidad del producto final.

De manera general, las maltas son elaboradas tomando como base granos, siendo la cebada el de mayor uso en la industria, aunque por razones de costo también pueden ser usados de manera complementaria otros cereales como el arroz, la avena, el trigo, el maíz, entre otros. Durante el proceso de malteo (Figura 3), estos

granos se limpian y son dejados en remojo para posteriormente darse el proceso de germinación en un ambiente fresco y húmedo en donde se presenta una acumulación de enzimas, azúcares y otros compuestos solubles; cuando la germinación está lo necesariamente avanzada, se detiene el proceso y se procede a secar o “curar” haciendo uso de aire tibio/caliente. Si se desea obtener maltas claras (pálidas y blancas) junto con una supervivencia de las enzimas, el proceso de horneado debe realizarse a bajas temperaturas, mientras que para el proceso de obtención de maltas coloreadas/oscuras con una baja supervivencia de las enzimas, el proceso se realiza a temperaturas altas. También se presenta la producción de maltas más oscuras, cuya presencia de enzimas es nula. Posterior a este proceso, la malta es enfriada y sus “brotes” son eliminados (Bamforth, 2003; Briggs, Boulton, Brookes, & Stevens, 2004).

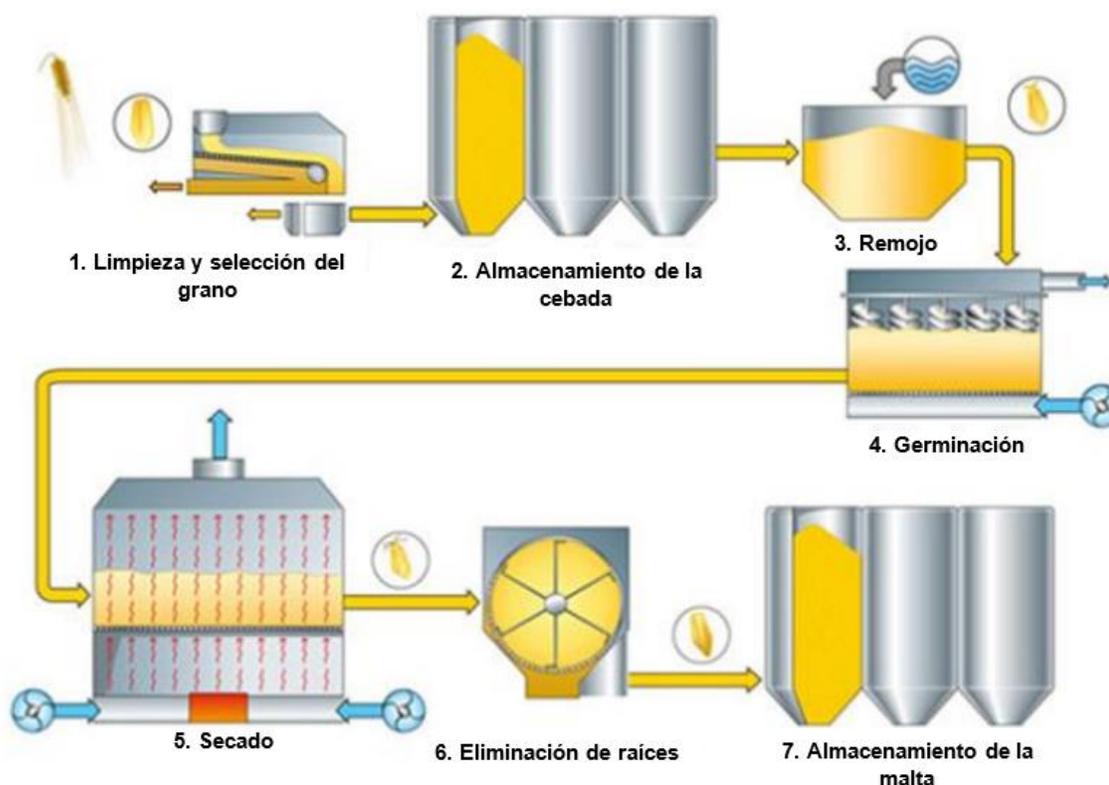


Figura 3. Proceso general del malteado. Tomado de RENAPRA (s.f.)

Tanto para el proceso de malteo como el de producción de cerveza, se hace uso de cebada seis hileras (*Hordeum vulgare L.*) y de dos hileras (*Hodeum distichon L.*) (Figura 4), dichas hileras hacen referencia son la cantidad de granos de cebada que contiene en la parte central. A pesar de que las de seis hileras, contiene más granos, Priest & Stewart (2006) indican que su tamaño es reducido para el proceso de malteado en comparación a los de dos hileras, motivo por el cual este último posee una mayor cantidad de almidón (puede producir mayo cantidad de extracto).

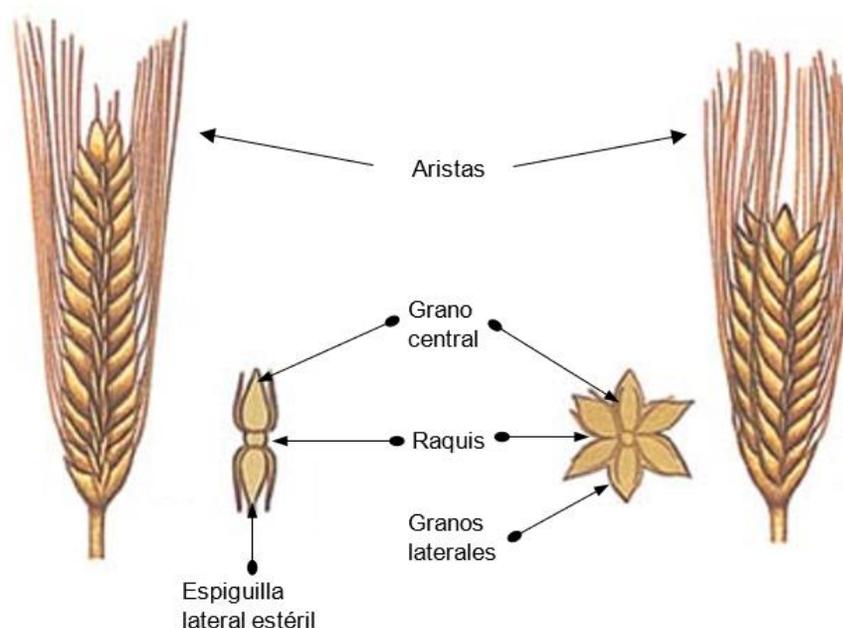


Figura 4. Cebada de dos hileras (izquierda) y seis hileras (derecha). Adaptado de Perez (2010)

Guzmán, Soto, López, & Román (2020) resaltan la importancia de la cebada, ya que contiene el azúcar fermentable (almidón en un 60 a 80%), además de ser parte de los compuestos que propician el desarrollo del sabor del producto final. Junto con lo anterior, otros de los compuestos principales de este cereal son las proteínas y vitaminas, mismas que son indispensables para el crecimiento de la levadura, además de contribuir a la creación y formación de espuma en el caso específico de las proteínas.

En este apartado, resulta imperativo mencionar sobre algunos de los cereales adjuntos que son usados en ciertos estilos de cerveza que así lo requieren. Los adjuntos, son definidos como aquellas materias primas que aportan azúcares fermentables diferentes a la cebada malteada. Si bien, en ocasiones son usados debido a que son más económicos, la razón principal de su uso radica en las características sensoriales que otorgan. Por ejemplo, en el caso del trigo, puede ocasionar una mayor turbidez en la cerveza debido a que contiene mayor proteína que la cebada (Oddone, 2021).

2.2.1.2 Agua

El agua corresponde a cerca del 90% de la constitución de la cerveza. A pesar de que su importancia prima por esta razón, hay otras etapas/procedimientos donde el agua es usada, como son los procesos de limpieza y desinfección, generación de vapor, lavado de manos de los operarios, entre otros.

Debido al papel que ocupa principalmente en relación con el volumen, su composición tiene una fuerte influencia en las características del producto final, ya que contiene minerales que intervienen en el perfil sensorial, además de influir en la actividad de la levadura. De acuerdo con la zona geográfica donde se encuentre, el agua suele poseer una composición mineral diferente, por tanto, es importante realizar los análisis de caracterización fisicoquímica de manera habitual para así establecer las adecuaciones necesarias e identificar si del suministro se están obteniendo aguas blandas (ideal para las cervezas tipo *lager*) o duras (ideal para las cervezas *ale*) (Boulton, 2013; Coletto, 2019). La calidad del agua para elaboración de cerveza no viene determinada únicamente por el contenido de minerales, por tal motivo en la Tabla 1 se relacionan otros de los aspectos más relevantes.

Tabla 1. Aspectos relevantes del agua para la producción de cerveza.

Característica	Descripción
Sensorial	El agua debe ser incolora No debe presentar olores y/o sabores extraños
Potabilidad	Para considerarse potable, debe cumplir con el nivel de cloro (0,3-2,0 ppm) y el pH (5,5 – 9) establecidos en la legislación colombiana.
Disponibilidad	Debe haber disponibilidad en la cantidad y presión requerida para el proceso.
Características microbiológicas	Ausencia de bacterias coliformes en 100 ml de muestra.
pH	En el proceso de maceración, debe estar en un rango de 5,1 a 5,5 para una correcta actividad enzimática.
Alcalinidad y dureza: La comparación entre estos dos aspectos, permite determinar el tipo de modificaciones que se le hará al agua.	
Alcalinidad	Una alcalinidad alta, puede disminuir la extracción de los azúcares fermentables, además de conducir a la producción de taninos en cantidades no deseadas.
Dureza total	Se relaciona con: Dureza temporal: Presencia de carbonato o bicarbonato de calcio o magnesio, son retirados cuando se calienta el agua Dureza permanente: No se elimina con el calentamiento de agua. Hay presencia de sulfatos, cloruros y nitritos.

Tabla 2. Aspectos relevantes del agua para la producción de cerveza (continuación).

Característica	Descripción
Iones	
Calcio (Ca²⁺)	Mantienen, junto con otros compuestos, el pH en el nivel deseado optimizando las actividades enzimáticas. Reduce la extracción de taninos Contribuye a la coagulación de las proteínas Es un como nutriente esencial para la levadura, ayudando también a su floculación
Magnesio (Mg²⁺)	Tiene influencia positiva en el metabolismo de la levadura. Si está presente en altas concentraciones, puede interferir en el perfil sensorial al otorgar un amargo áspero. Adicional, puede tener efectos laxantes en el consumidor.
Potasio (K⁺)	Tiene influencia positiva en el crecimiento de la levadura. Grandes concentraciones, interfieren en el perfil sensorial al otorgar un amargo salado.
Sodio (Na⁺)	En baja concentración, acentúa el sabor dulce. En alta concentración, acentúa el sabor salado.
Bicarbonato (HCO₃⁻) y Carbonato (CO₃²⁻)	Mantienen el pH alto durante el proceso de maceración, conduciendo a astringencia. Reduce la atenuación, lo que aporta mayor cuerpo
Cloruro (Cl⁻)	Resalta el sabor y carácter de la malta. En altas concentraciones, otorga sobres salados e inhibe la actividad de la levadura.
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	Contribuye a la degradación del azúcar y de las proteínas. Favorece la reducción de pH. En altas cantidades, puede percibirse un sabor salado y producir efectos laxantes en el consumidor.

Tabla 3. Aspectos relevantes del agua para la producción de cerveza (continuación).

Característica	Descripción
Metales	
Zinc	Actúa como nutriente para la levadura. Un exceso de este metal causa astringencia y efectos letales en la levadura.
Hierro	Afecta la estabilidad de la cerveza. Puede causar sabores a metálico y afectar la actividad de la levadura

Adaptado de Coletto, 2019; Ministerio de Salud y Protección Social, 2013; Ministerio de la protección social, de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2007.

2.2.1.3 Lúpulo

El lúpulo (*Humulus lupulus L.*) es la materia prima obtenida de la flor femenina de una planta de naturaleza trepadora y perenne. Si bien, su principal función se centra en otorgar el sabor amargo de la cerveza (además de otros sabores y aromas), su adición le proporciona una mayor vida útil al producto, contribuyendo a la estabilidad biológica y de la espuma. En su estructura mostrada en la Figura 5, se observan dos estructuras: las brácteas y bractéolas, estas tienen forma de pétalo y se encargan de proteger las glándulas de lupulina (polvillo fino) que se forman una vez se da el proceso de maduración, a su vez, dentro de estas glándulas se acumulan los aceites esenciales y resinas cuando ya se han sintetizado (Sun, y otros, 2022).

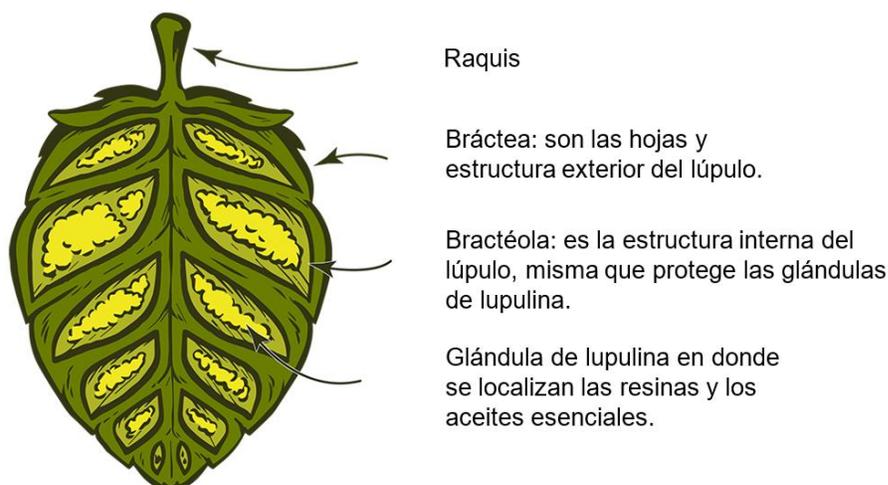


Figura 5. Estructura interior del lúpulo (*Humulus lupulus L.*). Adaptado de Lalleman (s.f.)

Los mismos autores indican que los principales metabolitos que se encuentran en el lúpulo son las resinas amargas y los compuestos aromáticos. Dentro de las resinas amargas, se encuentran dos: los α -ácidos (humulonas) y β -ácidos (lupulonas). El amargor se relaciona con la cantidad de α -ácidos, sin embargo, su potencial se da cuando éstos son isomerizados a iso- α -ácidos por acción del calor, en donde su estructura química se reordena. Los compuestos aromáticos se encuentran relacionados con los aceites esenciales, los cuales son producidos al final de la maduración y su composición y cantidad es dependiente de la variedad del lúpulo.

En cuanto a sus propiedades antimicrobianas, los α -ácidos del lúpulo tienen la característica de ser compuestos inóforos (lípidos), cuyo mecanismo de acción se basa en cambiar el pH presente a través de la membrana citoplasmática de los microorganismos, haciendo que se alteren las cargas eléctricas lo cual interfiere y bloquea el transporte de nutrientes. Como resultado de este proceso, las células de los microorganismos mueren por inanición (IVAMI, 2014).

2.2.1.4 Levadura

La levadura es un organismo unicelular, facultativo y es el encargado de llevar a cabo el proceso de fermentación en la producción de cerveza.

Durante este, la levadura consume el azúcar fermentable presente en el mosto y lo metaboliza para generar alcohol y otros compuestos. En la Figura 6, se indican los componentes necesarios que requiere la levadura para un adecuado proceso de fermentación.

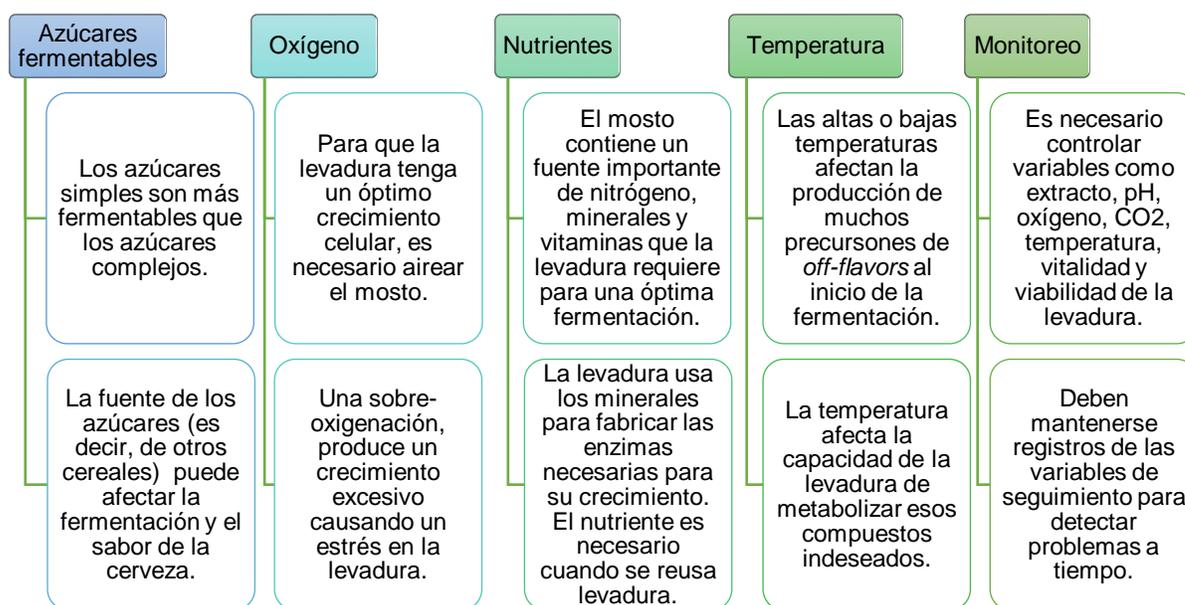


Figura 6. Aspectos relevantes en el proceso de fermentación. Adaptado de White & Zainasheff (2010)

La levadura usualmente utilizada en este proceso es la *Saccharomyces cerevisiae*, misma que es considerada como un microorganismo generalmente reconocido como seguro (*GRAS*, por sus siglas en inglés). Ha sido ampliamente utilizada en los procesos de panificación y en la industria de cerveza y vinos y es considerada también una fuente de gran valor para la alimentación animal por su contenido de proteínas y vitaminas.

Uno de los aspectos para tener en cuenta, es la reutilización de ésta para reiniciar el proceso de fermentación en nuevos lotes de mosto. En esto, el control de la fermentación es un componente decisivo en el crecimiento del microorganismo (Suárez, Garrido, & Guevara, 2016) junto con los procesos de limpieza y desinfección de los colectores e insumos utilizados para la recolección, a miras de evitar una posible contaminación cruzada.

Por otro lado, debido a los múltiples estilos de cerveza que existen, en algunos se hace uso de diferentes levaduras pertenecientes al género de la ya mencionada, lo que puede representar un riesgo de contaminación. Tal es el caso de la *Saccharomyces cerevisiae* var. *Diastaticus*, la cual es capaz de consumir los azúcares complejos, generando un exceso de alcohol y CO₂, conduciendo a un descenso en la vida útil del producto final y al deterioro de su calidad (Latorre, y otros, 2006). Debido a que este tipo de levadura en algunos casos es introducido de manera voluntaria al proceso (cuando por ejemplo se desean elaborar cervezas belgas), los procesos de limpieza y desinfección nuevamente se encuentran en una posición prioritaria como elemento de prevención.

2.2.2 Proceso de elaboración

El proceso de producción comprende una serie de etapas, cuyos controles resultan determinantes en las cualidades de calidad del producto. En la Tabla 4, se presenta el diagrama de flujo del proceso de elaboración junto con la descripción de cada etapa.

Tabla 4. Diagrama de flujo de producción de la cerveza. Elaboración propia.

ETAPA	DESCRIPCIÓN	VARIABLE POR CONTROLAR
INICIO		
ALISTAMIENTO DE MATERIA PRIMA	El proceso de alistamiento implica preparar la cantidad de materia prima para ser utilizada en cada lote de producción. Se realiza alistamiento y pesaje de: Cebada malteada, lúpulo, levadura y adjuntos.	Peso
MOLIENDA DE MALTA	Durante este proceso, se pasa la malta por un molino donde se busca la reducción del tamaño de los granos sin que implique la destrucción de la cascara, ya que esta sirve como lecho filtrante durante la filtración del mosto.	N/A
MACERACIÓN	Los granos molidos se llevan al tanque de maceración en donde se mezclan con agua a alta temperatura. Durante este proceso se busca la transformación del almidón en azúcares fermentables.	Tiempo Temperatura pH
FILTRACIÓN DEL MOSTO	En este proceso se busca que el mosto sea separado del residuo de la malta o "afrecho" a través de la cuba de filtración y del lecho generado por las cáscaras del grano.	Tiempo
COCCIÓN	Durante este proceso se ebulle el mosto para su esterilización, se produce la desnaturalización proteica y se realiza la incorporación de los adjuntos.	Tiempo Temperatura Densidad
WHIRPOOL	Este proceso implica realizar un centrifugado en el mosto con el fin de que los sólidos generados por los adjuntos y por la desnaturalización proteica se acumulen en el centro y así se produzca un mosto libre de material particulado.	
ENFRIAMIENTO, AIREACIÓN E INOCULACIÓN DE LEVADURA	Se realiza el enfriamiento del mosto a través de un intercambiador de placas donde, al mismo tiempo, se va aireando con el fin de fortalecer la levadura para su reproducción celular. Se realiza la inoculación de esta una vez el mosto se encuentra en el fermentador.	Temperatura Velocidad de paso
FERMENTACIÓN	En el proceso de fermentación la levadura produce alcohol y CO ₂ como consecuencia del consumo de los azúcares fermentables.	Tiempo Temperatura Densidad pH
MADURACIÓN	Se estabilizan las características sensoriales del producto y se clarifica por la acción del frío.	
FILTRACIÓN O PASO	Se realiza la filtración del producto a través de tierras diatomeas hacia un tanque de acondicionamiento. Cuando el producto no se filtra (debido a la naturaleza del estilo de cerveza), se realiza el paso directo al tanque.	Presión
ADECUACIÓN	La cerveza es almacenada en un tanque de acondicionamiento en donde se prepara para su empaque.	Temperatura Volumen de CO ₂
PASTEURIZACIÓN	Se somete el producto a pasteurización flas con el fin de eliminar los microorganismos presentes sin alterar las características sensoriales.	UP Presión Temperatura
EMPACADO	El producto se empaqueta en lata o en barril.	Temperatura Volumen de CO ₂
ALMACENAMIENTO	El producto final es almacenado en cuarto frío.	Temperatura
FIN		

2.2.3 Estilos de cerveza

De acuerdo con su tipo de fermentación, la cerveza puede clasificarse en tres (3) tipos: ale, lager y de fermentación espontánea (Brucas, 2022; Chávez & Onofre, 2020)

2.2.3.1 Cervezas ale

Llamadas también cervezas de fermentación alta ya que realizan este proceso a temperaturas que oscilan entre los 18°C y 25°C, usando la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. El perfil de este tipo de cervezas se caracteriza por tener notas afrutadas provenientes de los ésteres de la fermentación, aunque no en todos los casos (Muñoz, 2021; Bavaria, 2017). Dentro de este tipo, se pueden encontrar las Pale Ale, Amber Ale, APA, IPA, Irish Red, Bitter, Brown Ale, Porter, Stout, Abadía, Weisbier, Witbier, entre otras.

2.2.3.2 Cervezas lager

Conocidas como de fermentación baja, su proceso se da a temperaturas entre 8°C a 12°C. Son de cuerpo ligero y poco amargor. La cepa de levadura que usa es la *Saccharomyces carlsbergensis* o *Saccharomyces pastorianus*. Algunos de los estilos más predominantes de este tipo de cerveza son las Pilsen, Marzen, Bock y American lager.

2.2.3.3 Cervezas de fermentación espontánea

Este tipo de cerveza posee la particularidad de que no se le agrega levadura, sino que son fermentadas con las levaduras presentes en el ambiente, generalmente en barriles de madera. Debido a la incertidumbre en su proceso, este tipo de cervezas no son comercializadas a nivel nacional. Se encuentran dentro de este tipo los estilos Lambic, Gueze, Kriek y Faro.

2.2.4 Inocuidad de la cerveza

La OPS (s.f.), indica que la palabra “inocuo” hace relación a que es libre de peligro y que no produce ningún efecto perjudicial. Cuando se indica que un alimento es inocuo, se infiere que como consecuencia de su consumo no se producirá ninguna enfermedad. De acuerdo con esto, la inocuidad de los alimentos es la garantía que un alimento no afectará la salud del consumidor siempre y cuando este se prepare e ingiera de acuerdo con el uso para el cual fue destinado. En la industria de cerveza artesanal, los procedimientos de limpieza y desinfección son la principal herramienta que permiten abogar por la inocuidad y calidad de las bebidas elaboradas, además del abordaje de otros aspectos relacionados con las BPM (Perez S. , 2019).

Por lo anterior, en Colombia se cuenta con el Decreto 1686 de 2012 de obligatorio cumplimiento, el cual destaca (entre otras cosas) las prácticas permitidas y no permitidas en la elaboración de cerveza, destinadas principalmente a proteger la salud de los consumidores, a saber:

- El agua que se use en el proceso debe ser química y bacteriológicamente potable.
- Los granos y lúpulos deben estar exentos de moho, insectos, larvas y de sustancias químicas nocivas a la salud, provenientes de la fumigación.
- Las levaduras deben ser de cultivos puros exentos de contaminación por patógenos.
- El mosto clarificado obtenido después de las operaciones de maceración se debe someter a ebullición vigorosa durante el tiempo que sea necesario, después de los cual, se procede a su enfriamiento hasta la temperatura inicial de fermentación.

- La coloración se puede obtener mediante el uso de colorantes provenientes de la caramelización de azúcares.
- Se pueden usar antioxidantes de uso permitido en alimentos por el ministerio de Salud y Protección Social.
- No se permite la adición de alcoholes, agentes edulcorantes artificiales, sustitutos del lúpulo u otros principios amargos, saponinas, materias colorantes diferentes al caramelo del azúcar, sustancias conservantes, cualquier ingrediente que sea nocivo para la salud, adición de bromato de potasio solo o en sus mezclas.
- No es permitido el uso de materiales filtrantes como asbesto u otros materiales prohibidos en la industria de alimentos y bebidas alcohólicas.

De la misma manera, se mencionan todos los requisitos para la producción segura de las bebidas en lo que se refiere a instalaciones, salud y capacitación del trabajador, plan de saneamiento básico, entre otros.

2.2.4.1 Peligros derivados de las materias primas

Malta

El principal riesgo son las infecciones fúngicas que puedan producir micotoxinas, junto con la residualidad de pesticidas y las infestaciones de insectos.

Los hongos pueden contaminar al cereal en el campo y durante el almacenamiento. Para identificar cuáles son las especies que afectan, debe tenerse en cuenta el grado de humedad que contiene el producto; por ejemplo, durante la maduración, la humedad llega a ser del 40-50% y para el grano maduro es del 18%. El género que más se extiende en los cereales a nivel del campo pertenecen al *Fusarium* y a nivel de almacenamiento el género *Aspergillus*; para ambos, el riesgo asociado en la cebada se encuentra relacionado con su producción de metabolitos secundarios llamados micotoxinas (Baxter & Hughes, 2001).

El género *Fusarium*., genera toxinas del grupo de los tricotecenos, llamadas deoxinivalenol, nivalenol, las toxinas T-2 y HT-2, zearalenona y fumonisinas. De manera general, las toxinas de este grupo pueden causar toxicidad aguda, como diarreas e irritaciones y efectos crónicos como la inmunosupresión; adicional, efectos que van desde infertilidad y alteraciones hormonales en el caso de la zearalenona, hasta cáncer de esófago y toxicidad hepática, en el caso de las fumonisinas.

En cuanto al género *Aspergillus* spp., se le atribuye la producción de las toxinas más tóxicas. Toman bastante relevancia las cepas *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*, productores de aflatoxinas causantes de cáncer hepático en los humanos y de otros tipos en animales, además de causar daño en el ADN. Una de las micotoxinas más conocidas de este género, es la ocratoxina A prevalente principalmente durante el almacenamiento de granos y causa serias alteraciones a nivel renal, influye negativamente en el desarrollo fetal y el sistema inmune (OMS, 2018; Baxter & Hughes, 2001).

Otro de los problemas asociados a la etapa de almacenamiento de granos es la infestación por insectos, sobre todo cuando son almacenados durante largos periodos. En este sentido, las condiciones del proceso que incluyen control de humedad, limpieza y desinfección del almacén, entre otros, deben evitar su presencia y proliferación.

Lúpulo

Los principales peligros en este tipo de matriz se encuentran relacionados con la presencia de residualidad de plaguicidas y metales pesados.

Levadura

El principal peligro asociado a la levadura se relaciona con la contaminación cruzada durante los procesos de reutilización, ya que se expone a bacterias y levaduras salvajes presentes en el ambiente.

Agua

Los peligros asociados al agua se encuentran relacionados con su calidad microbiológica y fisicoquímica, principalmente cuando no existe un sistema de tratamiento previo a su utilización.

2.2.5 Peligros derivados del proceso

La contaminación en cerveza puede darse en cualquiera de sus etapas, desde el proceso de malteo hasta su propia elaboración. En la Tabla 5, Suiker & Wösten (2022), relacionan algunos de los microorganismos que se han encontrado en las etapas de elaboración y que pueden tener importantes repercusiones en la calidad del producto final.

Según los mismos autores, además de *Saccharomyces* spp., el género *Brettanomyces* spp., también es usado para la elaboración de cerveza, aunque principalmente en la industria del vino ya que suelen ser levaduras presentes en la uva. De estos géneros se derivan las dos principales levaduras que dañan la cerveza: *Brettanomyces bruxellensis* y *Saccharomyces diastaticus*. Respecto a la primera, produce ácido acético y compuestos fenólicos volátiles que causan aromas no deseados en el producto; en cuanto a la segunda, tiene la capacidad de fermentar los azúcares residuales, produciendo aromas fenólicos poco agradables, turbidez y un mayor grado de atenuación. Como consecuencia de esto, se obtiene una cerveza con un mayor contenido de alcohol, sobre carbonatada y con un bajo cuerpo.

Tabla 5. Principales géneros de microorganismos identificados en el proceso

	Hongos filamentosos	Levaduras	Bacterias
En la malta	<i>Absidia</i> <i>Aspergillus</i> <i>Alternaria</i> <i>Aureobasidium</i> <i>Fusarium</i> <i>Botrytis</i> <i>Cladosporium</i> <i>Epicoccum</i> <i>Penicillium</i>	<i>Candida</i> <i>Debaromyces</i> <i>Hansenula</i> <i>Hanseniaspora</i> <i>Rhodotorula</i> <i>Sporobolomyces</i> <i>Trichosporon</i>	<i>Acetobacteriaceae</i> <i>Alcaligenes</i> <i>Bacillus</i> <i>Enterobacteriaceae</i> <i>Flavobacterium</i> <i>Lactobacillus</i> <i>Pseudomonas</i>
En el mosto		<i>Saccharomyces</i>	<i>Enterobacteriaceae</i>
En la inoculación de levadura		<i>Saccharomyces</i>	<i>Obesumbacterium</i> <i>Rhanella aquatilis</i>
En la fermentación		<i>Saccharomyces</i>	<i>Lactobacillus</i> <i>Pediococcus</i>
En el acondicionamiento y empaque		<i>Saccharomyces</i> <i>Bretanomyces</i> <i>Candida</i> <i>Hansenula</i> <i>Hanseniaspora</i> <i>Pichia</i> <i>Schizosaccharomyces</i> <i>Torulopsis</i>	<i>Acetobacter</i> <i>Gluconobacter</i> <i>Lactobacillus</i> <i>Megaspaera</i> <i>Micrococcus</i> <i>Pectinatus</i> <i>Pediococcus</i> <i>Selenomonas</i> <i>Zymomonas</i> <i>Zymophilus</i>

Tomado de Suiker & Wösten (2022)

Una de las principales fuentes de las contaminaciones, son las biopelículas. En el mismo estudio, se relacionan datos de la presencia en un 46% de *S. diastaticus* y un 32% de *B. bruxellensis* en las biopelículas encontradas en algunas cervecerías de la Patagonia Andina en Argentina, mediante pruebas reacción en cadena de la polimerasa (PCR) (Suiker & Wösten, 2022).

Si bien, como se ha mencionado anteriormente, la cerveza se considera un medio “antimicrobiano” debido a las características que le son propias (presencia de alcohol, bajo pH, aceites del lúpulo, etc.), los microorganismos llamados comúnmente en la industria como “bacterias del deterioro” son capaces de adaptarse a este tipo de condiciones, provocando cambios en las características sensoriales del producto. Bacterias grampositivas que incluyen bacterias ácido-lácticas de los géneros *Lactobacillus* y *Pediococcus* son considerados los más peligrosos, llegando a causar cerca del 70% de las contaminaciones en cerveza ya que algunas pueden ser resistentes a los compuestos del lúpulo. También se encuentran las bacterias gramnegativas del género *Pectinatus* y la especie *Megasphaera cerevisiae*, que tienen como principal característica que son anaerobias (Baxter & Hughes, 2001; Sakamoto & Konings, 2003). En la Tabla 6 se indican las principales bacterias contaminantes de cerveza.

Tabla 6. Principales bacterias contaminantes en cerveza

	Bacilos	Cocos
Bacterias grampositivas	<i>Lactobacillus</i> spp	<i>Pediococcus</i> spp.
	<i>Lb. Brevis</i>	<i>P. damnosus</i>
	<i>Lb. brevisimilis</i>	<i>P. dextrinicus</i>
	<i>Lb. buchneri</i>	<i>P. inopinatus</i>
	<i>Lb. casei</i>	
	<i>Lb. coryneformis</i>	<i>Micrococcus</i> sp.
	<i>Lb. curvatus</i>	<i>M. kristinae</i>
	<i>Lb. lindneri</i>	
	<i>Lb. malefermentans</i>	
	<i>Lb. parabuchneri</i>	
Bacterias gramnegativas	<i>Lb. Plantarum</i>	
	<i>Pectinatus</i> spp.	<i>Megasphaera</i> sp.
	<i>P. cerevisiophilus</i>	<i>M. cerevisiae</i>
	<i>P. frisingensis</i>	
	<i>P. sp. DSM20764</i>	
	<i>Selenomonas</i> sp.	<i>Zymomonas</i> sp.
	<i>S. lactificex</i>	<i>Z. mobilis</i>
	<i>Zymphilus</i> sp.	
<i>Z. raffinivorans</i>		

Adaptado de Sakamoto & Konings (2003)

2.2.6 Consumo de cerveza en Colombia

De acuerdo con el Boletín Técnico de la Encuesta Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas ENCSPA del Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia, presentado el 30 de julio del 2020 para el periodo de referencia del año 2019, se presentaron los siguientes datos referentes al consumo de bebidas alcohólicas por parte de los colombianos (DANE, 2020):

- El 84% de las personas entre los 12 y 65 años, indicaron que alguna vez en su vida han consumido alcohol; el 54,5% lo habían consumido en el último año y el 30,1% en el último mes.
- Los hombres fueron quienes más consumieron tanto en el último año, como en el último mes, con un porcentaje de 63,1% y 38% respectivamente.
- En el último año y un mes, las personas entre los 25 a 34 años en comparación con el resto de los grupos etarios analizados (grupos con edades entre 12-17 años, 18-24 años, 35-44 años y 45-65 años) fueron quienes más consumieron, con porcentajes del 66,7% para el último año y 39,7% para el último mes.
- El 25,9% de los hombres que no habían tomado alcohol, iniciaron su consumo en el último año. En el caso de las mujeres, el porcentaje fue del 19%. De la misma manera, el 56,2% de los jóvenes entre los 12 y 24 años iniciaron su consumo en el último año.
- La edad promedio de inicio de consumo por parte de los hombres fue a los 16,8 años, mientras que para las mujeres fue a los 18,7 años.

Para finales del año 2021, de acuerdo con lo indicado por parte de ABInBev (2021) (mayor fabricante de cerveza en el mundo), Colombia obtuvo el consumo per-cápita más alto en los últimos 25 años, siendo más de los 50 litros/per cápita/año. Uno de los factores que posiblemente propiciaron esta situación, fueron las medidas establecidas por parte del gobierno nacional dirigidas a minimizar los contagios de

la COVID-19 (Semana, 2021). Y no sólo en Colombia, a nivel mundial según datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE presentados en el informe *“The effect of covid-19 on alcohol consumption, and policy responses to prevent harmful alcohol consumption”* el 36% de las personas aumentaron su consumo de alcohol durante la pandemia (ver Figura 7).

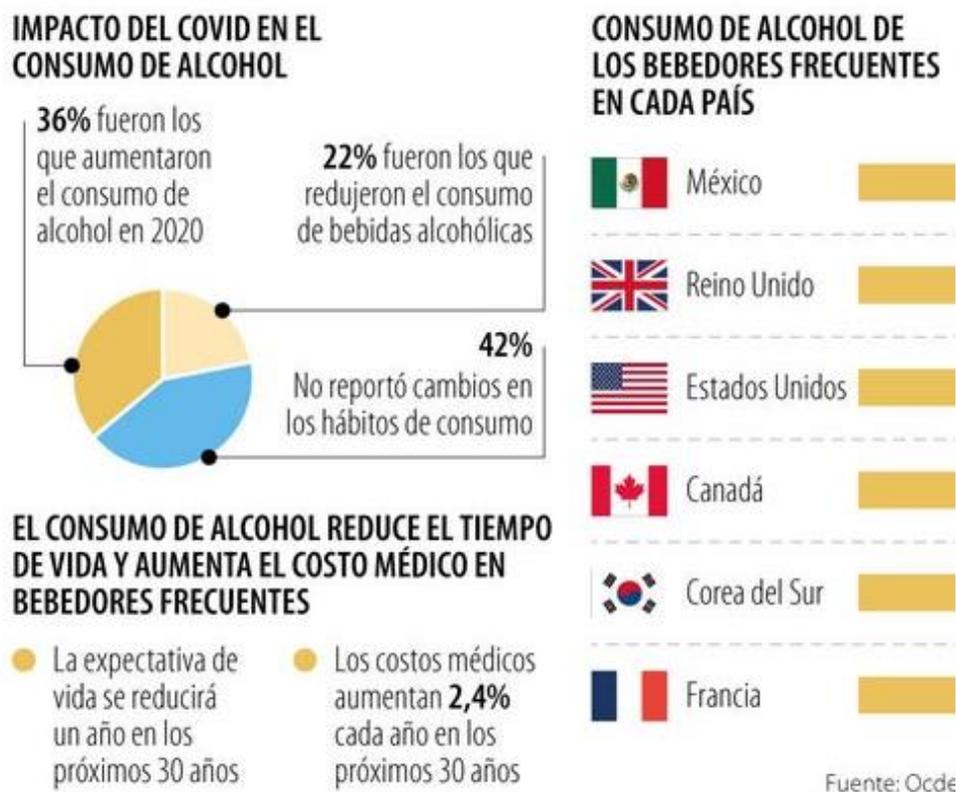


Figura 7. Consumo de alcohol en el mundo en tiempos de pandemia. Tomado de La República, 2021

En el mismo informe se indica que durante las temporadas de aislamiento las mujeres, personas con mayores ingresos y personas con síntomas de ansiedad y depresión reportaron un mayor aumento en el consumo. De esto se deriva una seria preocupación acerca de si este aumento será más pronunciado a mediano plazo ya que el mismo suele ser habitual tras “eventos traumáticos”.

2.3 Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC)

De acuerdo con la FAO (1997), el sistema APPCC es un sistema con el cual se logra identificar, evaluar y controlar aquellos peligros que se presente en la línea de producción de un alimento y que son significativos para la salud del consumidor. Por esta razón, se encuentra estrechamente relacionado con la inocuidad. El sistema inicia identificando los peligros potenciales y las medidas que permiten controlarlos.

Haciendo relación a su historia, tiene sus inicios bajo las teorías de calidad de W.E. Deming quien desarrolla junto con otros actores, el sistema de gerencia de calidad total (TQM, por sus siglas en inglés). El concepto APPCC, se estableció en el año 1960 por la Pillsbury Company, el Ejército de los Estados Unidos y la Administración Espacial y de la Aeronáutica (NASA) a través del desarrollo de un sistema de producción de alimentos inocuos para el programa espacial norteamericano. Este sistema permitió establecer y realizar controles detallados en el procesamiento de los alimentos, enfatizando en los determinados puntos críticos de control (OPS, 2017). Fue presentado por parte de la Pillsbury Company en 1971 y en 1973 entregó un primer documento en donde se indicaba la técnica del sistema. En 1997, la comisión del Codex Alimentarius adoptó el "*Código de Prácticas Internacionales Recomendadas - Principios Generales de Higiene Alimentaria [CAC/RCP 1-1969, Rev. 3 (1997)], revisado y adicionado del Anexo Directrices para la Aplicación del Sistema HACCP*" (OPS, 2017).

2.3.1 Etapas anteriores al establecimiento del sistema

Se establecen cinco (5) etapas antes de la aplicación del sistema APPCC, siendo:

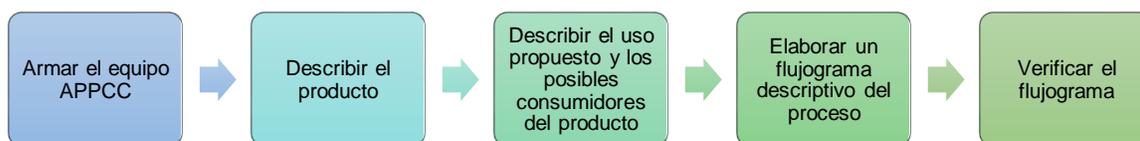


Figura 8. Secuencia de las etapas a ejecutar antes de la aplicación del sistema. Adaptado de OPS (2015).

Tabla 7. Descripción de las etapas previas a la adopción del sistema. Adaptado de OPS (2015).

ETAPA	DESCRIPCIÓN
<p>Paso 1. Armar el equipo APPCC</p>	<p>El equipo debe ser multidisciplinario y las personas deben contar con la experiencia y conocimientos específicos sobre el producto y su proceso de elaboración, quienes deben ser capacitados de manera específica en el establecimiento del sistema.</p> <p>Se debe contar con un coordinador responsable quien estará relacionado directamente con la Dirección General.</p>
<p>Paso 2. Descripción el producto</p>	<p>Se debe realizar una descripción general de las materias primas y método de procesamiento del producto.</p> <p>Dentro de la descripción se debe incluir información acerca de las variables relevantes para la inocuidad, las características microbiológicas y fisicoquímicas, tipo de embalaje, condiciones de almacenamiento y condiciones para su distribución.</p>
<p>Paso 3. Descripción del uso propuesto y los posibles consumidores del producto</p>	<p>Aquí se debe indicar el uso propuesto o a qué grupo poblacional va dirigido el producto (bebés, personas de la tercera edad, etc.). Adicionalmente, debe indicarse si su consumo final tiene operaciones relevantes para la inocuidad del producto.</p>
<p>Paso 4. Elaboración de un flujograma descriptivo del proceso</p>	<p>En el diagrama de flujo se incluyen todas las etapas controladas directamente por el establecimiento, siendo posible incluir etapas que ocurren antes y después de su transformación. No necesita ser gráficamente complicado.</p>
<p>Paso 5. Verificación del flujograma</p>	<p>El equipo debe realizar una verificación in situ, observando de manera especial las diferencias que se presente frente a lo plasmado en el papel. De esta verificación, se puede modificar el flujograma y documentar las modificaciones.</p>

2.3.2 Aplicación del sistema (principios)

Para la aplicación del sistema, se cuenta con una secuencia de doce (12) pasos. Los cinco primeros fueron descritos en el apartado anterior. Los siguientes siete (7) hacen relación a su vez a los siete principios, siendo:

2.3.2.1 Principio 1 (paso 6). Realizar un análisis de peligros e identificar las medidas preventivas respectivas.

El equipo debe identificar los peligros que posiblemente se pueden presentar en cada etapa, desde la producción primaria, hasta la distribución del producto final. Seguido a esto, se deberá analizar cuáles de estos peligros precisan ser eliminados o reducidos a niveles aceptables para la producción de alimentos inocuos. Dentro de este análisis se debe tener en cuenta:

- a. La probabilidad de que se presenten peligros y la gravedad de sus efectos en la salud.
- b. Una evaluación cualitativa y/o cuantitativa de la presencia de peligros.
- c. La supervivencia o desarrollo de los microorganismos involucrados.
- d. La producción o persistencia de toxinas, sustancias químicas o agentes físicos en los alimentos.
- e. Las condiciones que originan lo anterior.

De este análisis pueden establecerse más de una medida de control del peligro o puede ser posible que con una sola se controle más de un peligro (OPS, 2015).

2.3.2.2 Principio 2 (paso 7). Determinar los puntos críticos de control-PCC

Un punto crítico de control es definido como una etapa en la cual se puede aplicar un control esencial para eliminar un peligro o reducirlo a un nivel aceptable. Para la

determinación de los PCC, es posible hacer uso de un árbol de decisiones como el mostrado en la y en este se debe considerar la naturaleza de cada etapa. Si al identificar el PCC, se encuentra que no existe ninguna medida de control en esa o en posteriores etapas, el proceso debe ser modificado.

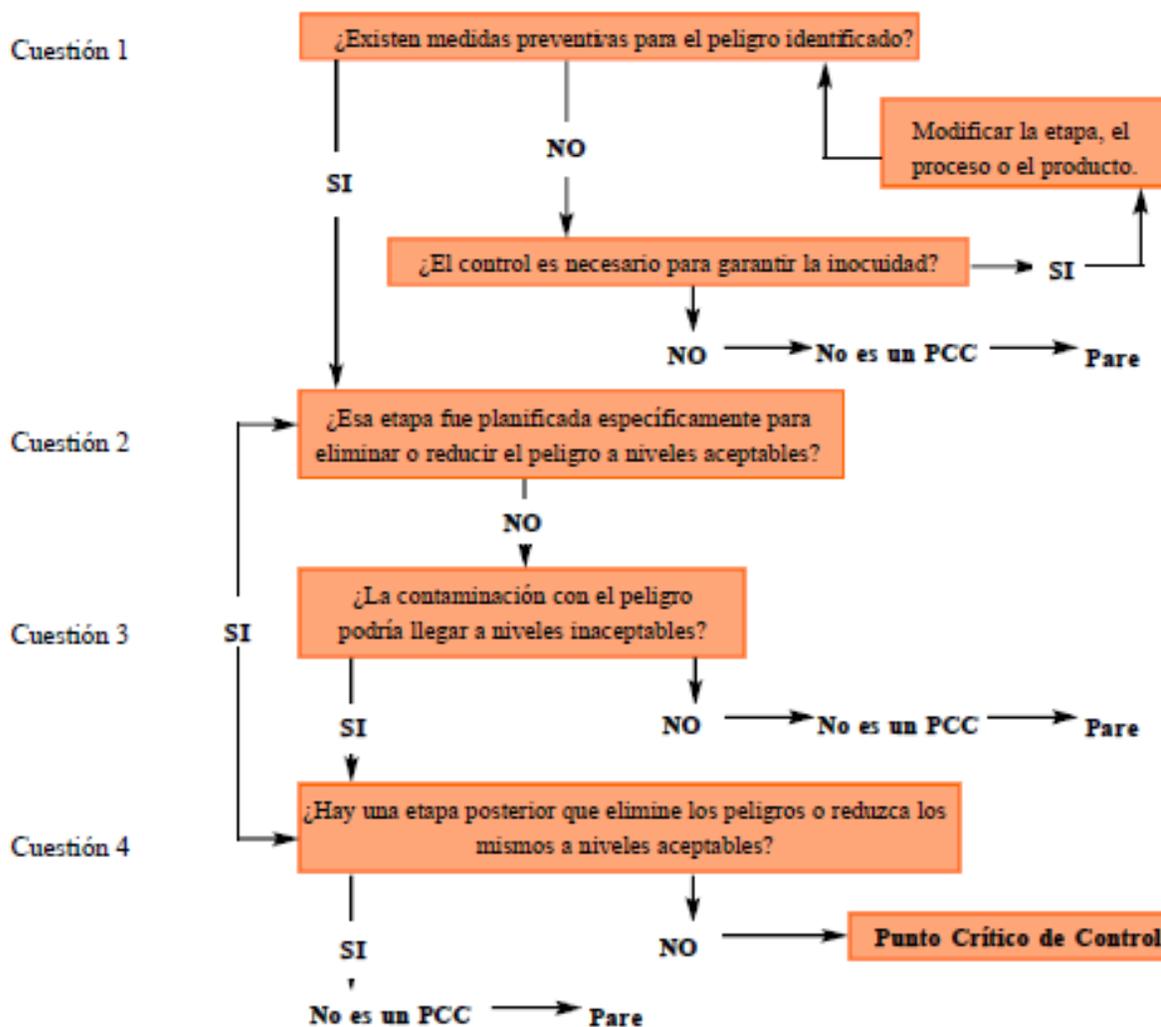


Figura 9. Árbol de decisiones. Tomado de OPS (2017)

2.3.2.3 Principio 3 (paso 8). Establecer los límites críticos para cada PCC.

Se deben establecer límites críticos validados que aseguren el control del peligro, siendo posible la adopción de más de un límite en una misma etapa. Un límite crítico es definido como el criterio que se usa para diferenciar lo aceptable de lo no aceptable y son aplicados a parámetros como temperatura, tiempo, humedad, dimensiones, etc., que, si están dentro de los límites, permiten confirmar la inocuidad del alimento.

2.3.2.4 Principio 4 (paso 9). Establecer un sistema de monitoreo para cada PCC.

El monitoreo de cada PCC se realiza mediante la vigilancia, por tanto, son necesarios procedimientos que permitan detectar a tiempo si un PCC está cerca de sobrepasar su límite crítico. La frecuencia de esta vigilancia debe ser tal que permita asegurar que el PCC se está controlando y se deben tener los registros debidamente firmados por el personal a cargo de la vigilancia. Dentro de los objetivos del sistema monitoreo, se encuentra:

- a. Medir el grado de desempeño del sistema en el PCC.
- b. Determinar en qué grado el desempeño del sistema conduce a que un PCC esté fuera de control.
- c. Establecer registros para medir el desempeño del sistema en la operación y control del PCC.

2.3.2.5 Principio 5 (paso 10). Establecer las acciones correctivas para los desvíos que ocurran

Las acciones correctivas son establecidas con el fin de hacer frente a desviaciones de los PCC y deben asegurar que el mismo esté controlado nuevamente de manera eficiente. Este principio contempla a su vez todas las acciones a ejecutar para eliminar el producto afectado. Toda acción correctiva debe documentarse.

2.3.2.6 Principio 6 (paso 11). Establecer los procedimientos de verificación

Los procedimientos de verificación o comprobación permiten identificar si todo el sistema APPCC funciona eficazmente. Las acciones para tal fin van desde procedimientos y ensayos de comprobación y verificación, mediante muestreos y análisis. Dentro de estos procedimientos se encuentra:

- a. Examen del sistema y sus registros
- b. Examen de las desviaciones y sistemas de eliminación de producto
- c. Confirmación del control de los PCC

2.3.2.7 Principio 7 (paso 12). Establecer los registros y documentación pertinente

El sistema documental es de alta prioridad para la aplicación del sistema. Este sistema debe ser de acuerdo con la naturaleza y dimensión de la operación. Como parte del sistema, se deberá contar con cuatro tipos de registros: 1) documentación que apoye el desarrollo del sistema, 2) registros producto de la aplicación de este, 3) documentación de métodos y procedimientos y 4) registros de programas de entrenamiento. Esta documentación se asocia a la inocuidad del producto.

2.3.3 Aplicación del sistema APPCC en la industria de cerveza

La inocuidad de la cerveza puede gestionarse a través del sistema APPCC, sin representar mayor dificultad para las microcervecías debido a su tamaño. Este sistema ha sido usado en la industria hace varios años, muestra de esto es la Guía para la Aplicación del Sistema Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos elaborada por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-IICA (1999) en donde se partió de la base de que la cerveza no presenta riesgos a nivel microbiológico, evaluando únicamente los peligros de naturaleza física y química.

En esta guía se evaluaron las siguientes fases:

Fase I. Recepción de materias primas, aditivos y coadyuvantes

- a. El principal riesgo identificado en esta fase es la no conformidad de los límites máximos de contaminantes de naturaleza fitosanitaria (pesticidas) y de metales pesados.
- b. Como medidas preventivas se establecieron:
 - Exigir a los proveedores el cumplimiento de la legislación vigente. De ser necesario, estos proveedores deberán establecer el sistema lo cual conduce a la homologación de estos.
 - Solicitud de documentación sobre los controles que los proveedores aplican sobre los productos suministrados.
 - Solicitud de certificados que demuestren la inocuidad de los productos suministrados.
- c. Como límites críticos se establecieron los parámetros establecidos en la legislación vigente, junto con las especificaciones de calidad establecidas.
- d. Para la vigilancia, se tendrá en cuenta el control de documentación suministrada por el proveedor, análisis sensoriales y el muestreo de los productos provistos en situaciones que así lo requiera. Los análisis pueden ser realizados en laboratorios propios o externos que cuenten con acreditación.
- e. Como medidas correctivas, se rechazarán y devolverán los productos que no cumplan con las especificaciones establecidas. Si es una situación recurrente, deberá evaluarse el cambio de proveedor.
- f. Los registros a lugar son los certificados de aplicación del sistema por parte del proveedor, certificados de calidad de las materias primas suministradas, registros relacionados con la recepción de los productos, análisis y las posibles medidas correctivas adoptadas.

Fase II. Agua

Debido a que la cerveza está compuesta en su mayoría por agua, debe garantizarse que sea potable y disponer de controles que garanticen esta característica.

- a. El riesgo identificado es la presencia de contaminantes físicos, químicos o microbiológicos que afecten la potabilidad del agua.
- b. Como medidas preventivas se establecieron:
 - Exigir a la empresa que suministra el cumplimiento de la legislación vigente.
 - Contar con un sistema que permita captar, almacenar y distribuir el agua de manera que no afecte su potabilidad.
 - Disponer de sistemas de tratamiento para garantizar la potabilidad, solo en los casos que sea necesario.
- c. Como límites críticos se establecieron los parámetros de la legislación vigente.
- d. Para la vigilancia, se tendrá en cuenta el control de documentación suministrada por el proveedor, análisis sensoriales y el muestreo de los productos provistos en situaciones que así lo requiera. Los análisis pueden ser realizados en laboratorios propios o externos que cuenten con acreditación.
- e. Como medidas correctivas, se corregirán las causas que ocasionen la pérdida de potabilidad del agua. De ser necesario, deberá contarse con un sistema de tratamiento de agua y, en caso de que el problema persista, deberá interrumpirse de manera temporal o definitiva el suministro.
- f. Los registros a lugar son los certificados de calidad del agua por parte del proveedor. En el caso de Colombia, los análisis son efectuados por las mismas empresas mediante laboratorios propios o externos acreditados.

Fase III. Proceso de fabricación

- a. No se identifican riesgos para la salud del consumidor, a excepción de residualidad de productos químicos con los cuales se realizan los procesos de limpieza y desinfección.
- b. Como medidas preventivas se establecieron:
 - Cumplimiento de los procesos de limpieza y desinfección.
- c. Como límites críticos se establecieron las especificaciones de la organización en cuanto a procesos de limpieza y desinfección que permitan asegurar la inocuidad del producto.
- d. Para la vigilancia, se tendrán en cuenta los análisis sensoriales y control de los lotes mediante análisis de pH.
- e. Como medidas correctivas, se corregirán los procesos de limpieza y desinfección que no son eficientes y el reproceso o rechazo del producto.
- f. Los registros a lugar son los registros de los resultados de los parámetros analíticos, los de limpieza y desinfección y de las medidas correctivas aplicadas.

Fase IV. Recepción de envases y cierres

Esta fase contempla la recepción de material de empaque. Se tuvieron en cuenta dos tipos de riesgo:

Riesgo 1

- a. Se identificó un primer riesgo relacionado con defectos en envase que ponen en riesgo la salud del consumidor.
- b. Como medidas preventivas se establecieron:
 - Exigir al proveedor las certificaciones que comprueben el cumplimiento de las especificaciones de calidad de los envases.

- Realizar visita a los proveedores de acuerdo con el riesgo del producto suministrado.
- c. Como límites críticos se estableció la ausencia de defectos que causen riesgo.
- d. Para la vigilancia, se deben realizar comprobaciones relacionadas a la protección, identificación y documentación de los productos suministrados. Adicionalmente, se realizará inspección durante la recepción y de ser necesario se tomarán muestras para análisis en laboratorio.
- e. Como medidas correctivas, se rechazará el producto no conforme y, cuando los problemas persistan, se reemplazará al proveedor.
- f. Los registros a lugar son los certificados de calidad y los registros relacionados con la recepción de los productos, análisis y las posibles medidas correctivas adoptadas.

Riesgo 2

- a. El riesgo identificado se relaciona con el escape de materiales del envase (hace referencia a la migración).
- b. Como medidas preventivas se establecieron:
 - Exigir al proveedor las certificaciones que comprueben el cumplimiento de las especificaciones de calidad de los envases, específicamente el análisis de migración.
 - Realizar visita a los proveedores de acuerdo con el riesgo del producto suministrado.
- c. Como límites críticos se establecieron los parámetros de la legislación vigente.
- d. Para la vigilancia, se deben realizar comprobaciones relacionadas a la protección, identificación y documentación de los productos suministrados. De ser necesario se tomarán muestras para análisis en laboratorio.
- e. Como medidas correctivas, se rechazará el producto no conforme y, cuando los problemas persistan, se reemplazará al proveedor.

- f. Los registros a lugar son los certificados de calidad y los registros relacionados con la recepción de los productos, análisis y las medidas correctivas aplicadas.

Fase V. Lavado e inspección de envases

- a. Se identifican dos riesgos, el primero la presencia de objetos extraños o defectos físicos que afecten la salud del consumidor y el segundo, relacionado con la residualidad de productos químicos usados en la limpieza de los envases.
- b. Como medidas preventivas se establecieron:
 - Contar con los procedimientos de limpieza y desinfección de envases
 - Separar los envases no conformes mediante inspección visual.
- c. Como límites críticos se establecieron la ausencia de objetos extraños o defectos físicos junto con la de residuos de contaminantes procedentes de la limpieza y desinfección.
- d. Para la vigilancia, se controlarán los procedimientos de limpieza y desinfección y los de inspección y separación.
- e. Como medidas correctivas, se rechazarán y devolverán los productos que no cumplan con las especificaciones establecidas. Si es una situación recurrente, deberá evaluarse el cambio de proveedor.
- f. Los registros a lugar son los certificados de aplicación del sistema por parte del proveedor, certificados de calidad de las materias primas suministradas, registros relacionados con la recepción de los productos, análisis y las posibles medidas correctivas adoptadas.

Fase V. Llenado y cierre de envases

- a. Se identifica el riesgo de presencia de sustancias u objetos extraños.
- b. Como medidas preventivas se establecieron:
 - Contar con los procedimientos de llenado de producto y cierre de envases.
- c. Como límites críticos se estableció las especificaciones de la organización en cuanto al proceso de llenado y cierre del envase.

- d. Para la vigilancia, se inspeccionan los envases llenos
- e. Como medidas correctivas, se separarán y rechazarán los envases que no estén conformes
- f. Los registros a lugar son los relacionados con el proceso junto con los registros donde se deja la evidencia de incidencias detectadas y medidas correctivas adoptadas.

Esta guía es una evidencia del enfoque basado en la prevención que se tenía para ese año. Si bien, se parte de la premisa de que la cerveza no presenta riesgos a nivel microbiológico que afecten la salud del consumidor, se hace bastante énfasis en el control del agua y la procedencia y manejo del material de empaque que tiene contacto directo con la bebida, siendo estos dos de factores que aún representan un alto riesgo para la inocuidad del producto.

De acuerdo con la Guía de prácticas correctas para pequeños productores de cerveza publicada por la Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria (2019), los puntos de control crítico en el proceso de elaboración de cerveza se encuentran establecidos en las etapas de cocción del mosto y envasado. Para la primera etapa mencionada, no mantener una temperatura y tiempo suficientes (temperatura de ebullición durante una hora) puede permitir que microorganismos patógenos o contaminantes sobrevivan; en cuanto a la segunda, se pueden presentar restos metálicos u otros sólidos en el material de envase.

Una de las medidas de carácter preventivo, es la adopción de planes prerrequisito. En esta Guía, se indica que los planes prerrequisito necesarios para asegurar la inocuidad del producto son los relacionados con el control de agua, la limpieza y desinfección, el control de plagas, la formación y capacitación de los colaboradores, el control de proveedores, el sistema de trazabilidad, el control de alérgenos y un programa que establezca las medidas correctivas.

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Método de investigación

El presente proyecto final de grado -PFG se realizó bajo el método científico cualitativo, basado en la recolección de información mediante técnicas como revisión documental, observación no estructurada, discusión y evaluación de experiencias (Bonilla & Rodríguez , 2013). A través de la información recolectada, se buscó entender el contexto de la organización en estudio respecto al estado actual en el que se encontraba con relación al cumplimiento de la normatividad vigente y la adopción de sistemas de inocuidad alimentaria entendiendo, en ese sentido, la necesidad de esta adopción como elemento preventivo para evitar la contaminación en la cerveza artesanal (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-IICA, 1999).

Esta investigación utiliza a su vez un diseño no experimental, debido a que no se buscó intervenir en la situación actual, sino que, por medio de la observación, se estudiaron los elementos que permitieron el desarrollo de la propuesta de los planes prerequisites necesarios para cubrir las necesidades presentadas en la justificación. A su vez, utilizó un diseño transversal, ya que se incurrió en la recolección de la información en un tiempo dado (Hernández & Rojas, 2004).

Como fuente de información primaria, se utilizó la observación y las entrevistas con los implicados para conocer el estado de la documentación. Como fuente de información secundaria, se revisó la documentación de la organización junto con las normativas nacionales y guías de organizaciones como el Codex Alimentarius, la OMS y la FAO (Universidad de Guadalajara, s.f.).

3.2 Procedimiento

Para la ejecución de del presente PFG, se llevaron a cabo las actividades preliminares descritas en el cuadro metodológico relacionado en la Tabla 8.

Tabla 8. Cuadro metodológico para el desarrollo de las actividades

TÍTULO DEL PROYECTO	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PRELIMINARES
Diseño de un programa de prerequisites de APPCC en una microcervecería en Colombia y su impacto como medida preventiva para la contaminación en cerveza artesanal, en tiempos de la COVID 19	Diseñar un programa de prerequisites de APPCC en una microcervecería en Colombia, para el control preventivo de un posible foco de contaminación en cerveza artesanal, en tiempos de la COVID 19.	1. Aplicar un diagnóstico en la planta de producción de la microcervecería, para identificar el nivel de cumplimiento de la normatividad sanitaria específica para cerveza en Colombia.	<ul style="list-style-type: none"> 1.1. Preparar un diagnóstico a través de lista de chequeo basada en la normatividad vigente. 1.2. Realizar una visita en planta. 1.3. Aplicar el diagnóstico
		2. Analizar los resultados del diagnóstico, con el fin de proponer las medidas que permitan reducir el riesgo de contaminación cruzada en el proceso de producción y empaque del producto final.	<ul style="list-style-type: none"> 2.1. Evaluar el cumplimiento de los aspectos establecidos en la lista de chequeo. 2.2. Aplicar una calificación de cumplimiento, siguiendo la rúbrica utilizada por el INVIMA (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2013). 2.3. Identificar y proponer las medidas para reducir el riesgo de contaminación cruzada. 2.4. Identificar los programas prerequisites existentes y su nivel de cumplimiento. 2.5. Identificar los programas prerequisites faltantes.
		3. Integrar los programas prerequisites de APPCC para el control preventivo de la inocuidad y calidad de la cerveza artesanal	<ul style="list-style-type: none"> 3.1. Diseñar una propuesta que permita culminar los programas prerequisites incompletos y elaborar los faltantes. 3.2. Diseñar una propuesta de aplicación de los principios de APPCC.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Diagnóstico para la identificación del estado sanitario actual

Para efectos del presente proyecto, se utilizó como base la lista de chequeo establecida por el INVIMA en donde se evalúan los requisitos sanitarios del Decreto 1686 de 2012, específico para bebidas alcohólicas. En la misma se realiza la evaluación bajo una escala que va de cero a dos, donde cero (0) es no cumple, uno (1) es cumple parcialmente y dos (2) corresponde a cumple completamente. También se tienen en cuenta los criterios “no aplica (NA)” y “no observado (NO)”.

El resultado de la aplicación de la lista de chequeo se encuentra en el ANEXO 2.

4.2 Evaluación del cumplimiento a los requisitos sanitarios

Durante la visita en la planta de producción se verificaron los aspectos en relación con:

- Edificaciones e instalaciones físicas
- Instalaciones sanitarias
- Personal manipulador
- Condiciones de proceso y fabricación
- Aseguramiento y control de la calidad

Para todos los aspectos se obtuvo un nivel de cumplimiento mayor al 80%, como se evidencia en la Figura 10.

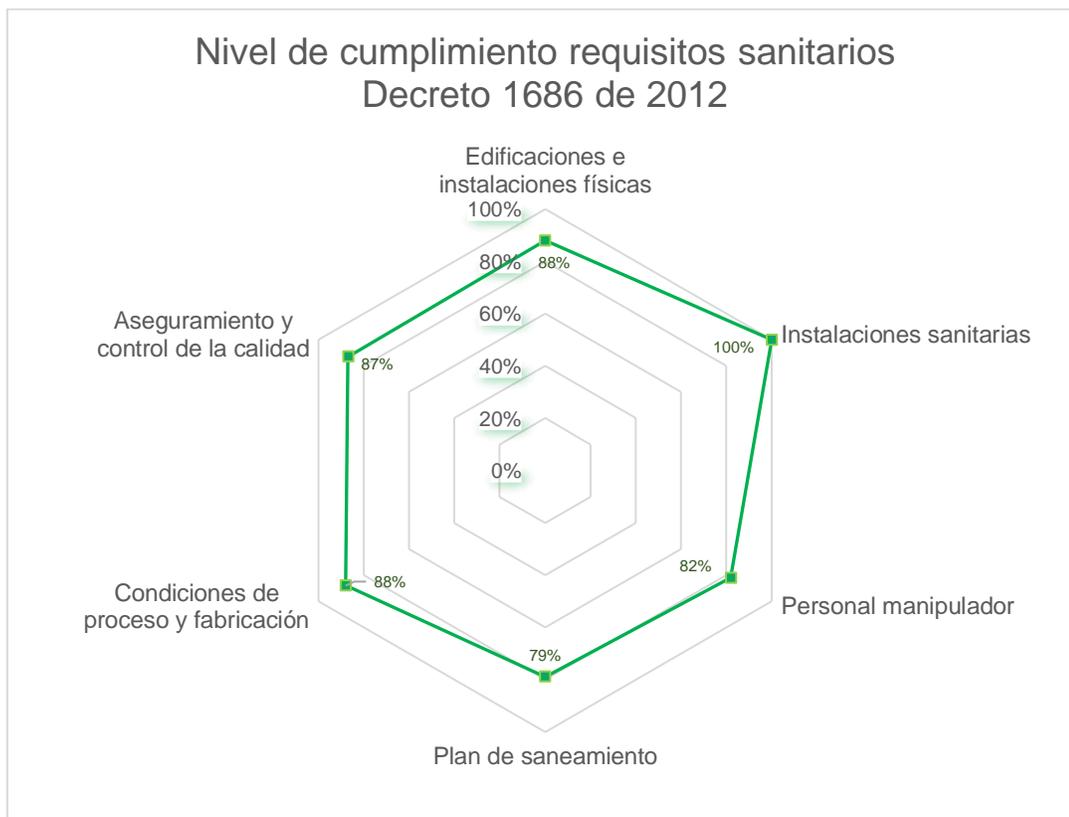


Figura 10. Nivel de cumplimiento de los requisitos sanitarios establecidos en el Decreto 1686 de 2012 específico para establecimiento que producen bebidas alcohólicas. Fuente: Elaboración propia.

4.2.1 Edificaciones e instalaciones físicas.

El propósito principal de realizar seguimiento a las edificaciones e instalaciones físicas radica en evaluar si las mismas son fuente de contaminación para el producto (FAO, 1969). Por lo anterior, en el diagnóstico se verificaron aspectos que permitieran evidenciar, en primera instancia, que la ubicación de la planta fuera la más adecuada al garantizar que no existieran focos de insalubridad en sus alrededores y que su funcionamiento no pusiera en riesgo el bienestar de la comunidad. En cuando a su construcción, se revisó que el tipo de material de la edificación permitiera todas las operaciones de limpieza y desinfección e impidiera

el ingreso de contaminantes provenientes de la lluvia, polvos, plagas, entre otros., garantizando a su vez que el tamaño de todas las áreas fuera el adecuado para el manejo de los equipos y el tránsito de operarios, materias primas y producto terminado, manteniendo la secuencia lógica del proceso. En total para este aspecto se revisaron trece (13) criterios, obteniendo un porcentaje de cumplimiento del 88%.

Si bien el porcentaje de cumplimiento se considera alto, los aspectos que se calificaron como “cumple parcialmente” fueron los relacionados a la comunicación directa de las áreas de proceso con el ambiente exterior y la falta de separación con el área de material de empaque.

4.2.2 Instalaciones sanitarias.

Para este aspecto, se verificó la existencia y estado de las instalaciones sanitarias tales como baños, lavamanos de accionamiento no manual en áreas de producción e instalaciones adecuadas para la limpieza y desinfección de los equipos y utensilios de trabajo.

Aunque se obtuvo una calificación del 100% de cumplimiento, se evidenció que no se cuenta con un filtro para la limpieza del calzado de los colaboradores a la entrada del área de proceso. Para la desinfección, se cuenta con un tapete en donde se aplica desinfectante granular, pero no es eficiente ya que dicho producto se dispersa constantemente fuera del tapete.

4.2.3 Personal manipulador

En este aspecto se dividió en dos partes: por un lado, las prácticas higiénicas y medidas de protección del personal manipulador y, por otro, la educación y capacitación de éste (Ver Figura 11).

Para las prácticas higiénicas y medidas de protección se evaluó, a través de la higiene personal, los hábitos que adoptan los colaboradores con respecto al lavado de manos y el no uso de accesorios, sin embargo, se evidenció que no se hace uso permanente de protectores para barba.

Por otro lado, se presentaron falencias en la dotación, evidenciando botones en los pantalones y botas en mal estado; no se evidenció un sitio adecuado para la ubicación de los guantes y al personal visitante (o ajeno a la empresa) no se le dota de la indumentaria adecuada para el ingreso a la planta.

En cuanto al criterio de educación y capacitación, se revisaron los planes de capacitación junto con sus registros y la existencia de letreros alusivos a la obligatoriedad de la adopción de prácticas higiénicas por parte de los colaboradores.

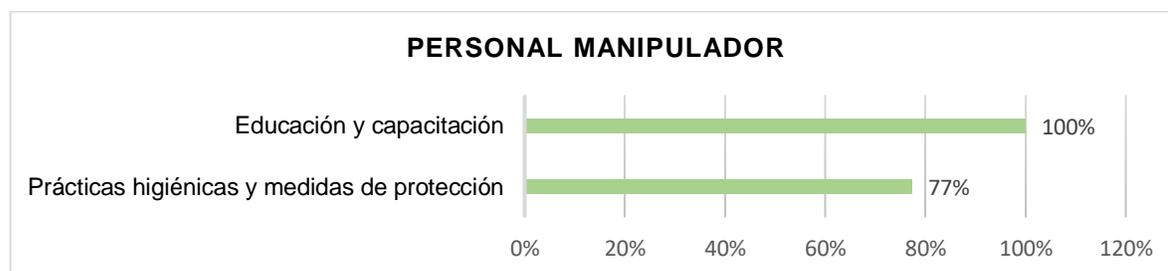


Figura 11. Nivel de cumplimiento aspecto "Personal manipulador". Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Plan de saneamiento

El plan de abastecimiento analizado dentro del diagnóstico comprendió los programas y criterios relacionados con el abastecimiento de agua, la disposición de residuos sólidos y líquidos, la limpieza y desinfección y el control de plagas. El nivel de cumplimiento para cada uno se observa en la Figura 12.

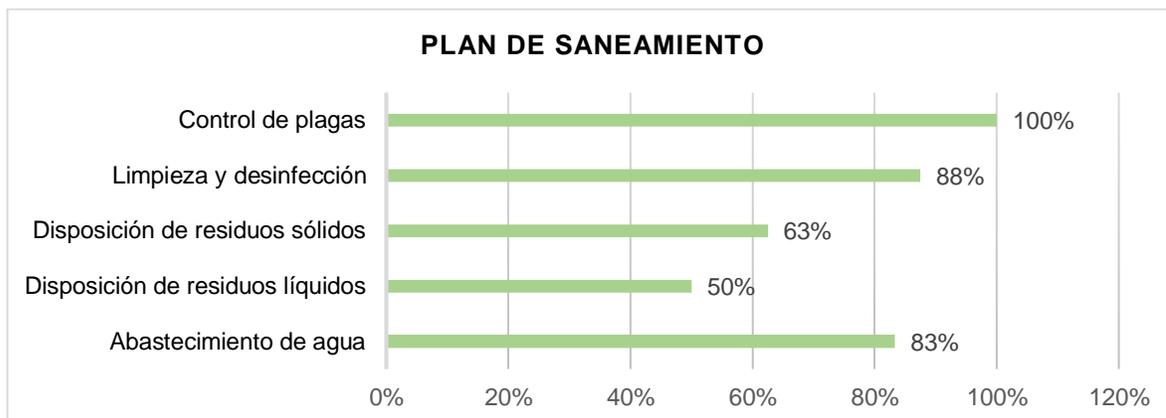


Figura 12. Nivel de cumplimiento aspecto "Plan de saneamiento". Fuente: Elaboración propia.

El primer aspecto revisado, correspondió al abastecimiento de agua en el cual se identificó si la misma era de calidad potable y si cumplía con los parámetros de calidad establecidos en la legislación nacional y los propios establecidos por la empresa. Se observó la existencia de un tanque para el almacenamiento suficiente para las labores de un día de trabajo.

Dentro de los procesos que le son propios, en la planta de producción se realiza tratamiento del agua mediante filtros de carbón activado, arena y microfiltración. Del mismo, no se observaron registros de mantenimiento de tipo preventivo para el equipo.

Respecto a la disposición de residuos líquidos, una de las mayores preocupaciones recae en que la planta de tratamiento de agua residual – PTAR queda al interior de un área aislada dentro la planta de producción, sin embargo, no se evidenció una hermeticidad efectiva.

En cuanto a la disposición de residuos sólidos, se evidenció la falta de recipientes suficientes para su recolección, además de que cuentan con recipientes en madera para la recolección de los residuos reciclables.

Para el aspecto de la limpieza y desinfección, se evidenció de manera correcta la existencia del programa en donde se especificaban todas las características de los productos de desinfección utilizados y los respectivos registros de limpieza y desinfección de áreas y equipos.

Por último, en relación con el control de plagas, durante la visita no se evidenció presencia de roedores y se revisaron los registros de revisión preventiva. Todos los dispositivos instalados, se encontraron en óptimo estado funcional y de limpieza.

4.2.5 Condiciones de proceso y fabricación

Dentro de este aspecto se evaluaron criterios que iban desde la condición del material de empaque, hasta las condiciones de transporte. El nivel de cumplimiento y las demás evaluaciones se observan en la Figura 13.

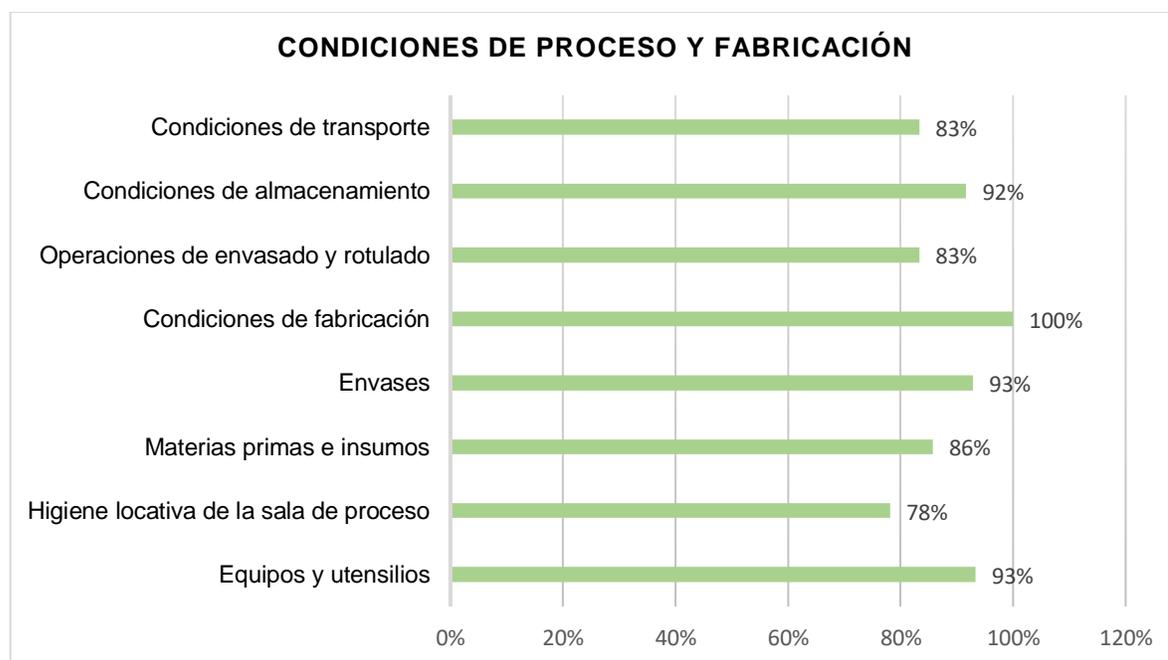


Figura 13. Nivel de cumplimiento aspecto "Condiciones de proceso y fabricación".
Fuente: Elaboración propia.

Para la evaluación de equipos y utensilios se analizaron 30 criterios, dentro de los cuales se identificó la falta de soportes a la resolución 683 de 2013, relacionada con los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos destinados a entrar en contacto con alimentos, que permitieran identificar si el tipo de material se encontraba dentro de las listas positivas; adicional, se evidenciaron puntos de soldadura sin pulir en la malla imantada del molino. Por otro lado, en este punto se revisó el programa de mantenimiento preventivo de los equipos, evidenciando la falta de cumplimiento en el cronograma establecido.

En cuanto a la higiene locativa de la sala de proceso, se observó el estado de las uniones entre la pared y el piso, evidenciado grietas; se presenta empozamiento de agua en el área de cocina y en la cava de fermentación; y no se observó la debida protección a los sifones al interior de las canaletas de desagüe.

Respecto a las materias primas e insumos, se revisaron los registros de ingreso en donde se evidencia el estado de los productos que ingresan y la evaluación a las condiciones sanitarias de llegada. Si bien para las maltas y el lúpulo, se presentaron los certificados fitosanitarios donde se certifica que están libres de pesticidas, los mismos no se encuentran de acuerdo con los análisis solicitados en las resoluciones 2906 de 2007 (límites máximos de residuos de plaguicidas) y 4506 de 2013 (niveles máximos de contaminantes en los alimentos).

Referente a los envases, se observaron los certificados de migración de las latas de aluminio, pero no se evidenció el procedimiento escrito de limpieza y desinfección previo a su uso. Para garantizar el estado sanitario de las mismas, las latas se mantienen cubiertas permanentemente con plástico y solo se retira durante el proceso de envasado; previo a su uso, se realiza un enjuague con agua a la cual se le realiza análisis de luminometría antes de iniciar el proceso cuyo resultado debe ser inferior a 150 Unidades relativas de Luz –URL (ver más información del análisis en el ANEXO 3). Si el resultado es superior, deben cambiarse los filtros del sistema de microfiltración del agua que se usa al interior de la planta.

Para las condiciones de fabricación, se evidenció que se contaba con las áreas, equipos y utensilios requeridos para el proceso. Además, se revisó la trazabilidad de los lotes hasta la fecha producidos, mediante los registros de elaboración.

Sobre las operaciones de envasado y rotulado, se observó que en algunas latas no era legible la información en la etiqueta sobre el lote y la fecha de vencimiento del producto.

En cuanto a las condiciones de almacenamiento, se resalta el orden de almacenamiento al interior del área de producto terminado, el cual se encuentra sobre estibas en buen estado. Dentro de la misma área se encuentra almacenada varias de las materias primas del proceso, lo que puede conllevar a una posible contaminación cruzada cuando estas no se sellan debidamente.

En lo que concierne a las condiciones de transporte, el camión de distribución cuenta con el sistema de refrigeración necesario para conservar las condiciones del producto, sin embargo, en el momento de la visita se observó un nivel inapropiado de limpieza al interior de este.

4.2.6 Aseguramiento y control de la calidad

Para este aspecto se verificó la documentación y los procedimientos y se evaluó el criterio de servicios de laboratorio, obteniendo el nivel de cumplimiento mostrado en la Figura 14.

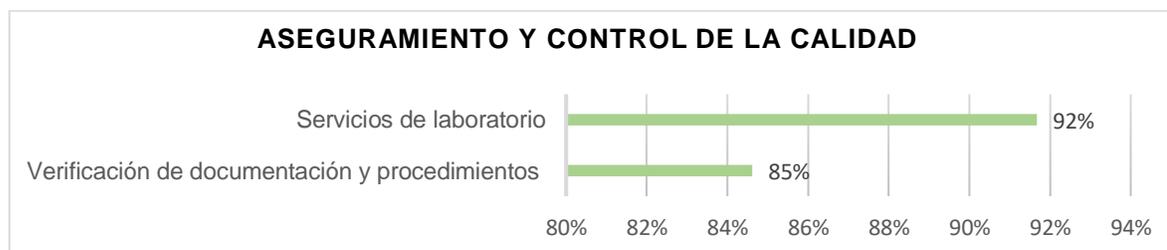


Figura 14. Nivel de cumplimiento aspecto "Aseguramiento y control de la calidad".
Fuente: Elaboración propia.

Para el aspecto de verificación de la documentación y los procedimientos, los resultados de la lista de chequeo permitieron evidenciar que no se cuentan con registros donde se lleve control de las muestras testigo de cada lote elaborado, al igual que los de los lotes retenidos. En cuanto a los servicios de laboratorio, hace falta documentar los procedimientos de control organoléptico que permita prevenir incumplimientos.

4.3 Propuesta de medidas asociadas a la reducción del riesgo de contaminación de acuerdo con los resultados del diagnóstico

Tabla 9. Medidas a ejecutar para reducir el riesgo de contaminación

	HALLAZGO	MEDIDA	PLAZO
EDIFICACIONES E INSTALACIONES FÍSICAS	La operación de recepción de materias primas y salida de productos terminados permite comunicación directa entre ambiente exterior y áreas de proceso.	Realizar la instalación de una esclusa que permita aislar el área de proceso cuando haya actividades de recepción y despacho.	Mediano plazo
	No hay protección contra la entrada de roedores en la puerta del comedor de los colaboradores.	Instalar una barrera de tipo en la puerta de comedor de los colaboradores.	Corto plazo
	El almacenamiento de latas y barriles se realiza en área compartida con las de elaboración y envase.	Debido a la carencia de espacio, se propone reforzar los procesos de limpieza y desinfección del material de empaque, cuando éste ingrese a la planta.	Corto plazo

	HALLAZGO	MEDIDA	PLAZO
INSTALACIONES SANITARIAS	No se cuenta con un filtro para la limpieza de las botas de los colaboradores.	Realizar la instalación de una poceta dotada de cepillos para el lavado de botas del personal.	Corto plazo
	No se cuenta con filtro de desinfección de calzado para visitantes y demás personal.	Instalar un pediluvio para desinfección de calzado, adecuado y que impida la remoción del desinfectante granulado.	Corto plazo
PERSONAL MANIPULADOR	Los pantalones de la dotación del personal poseen botones.	Establecer los criterios claros para entregar al proveedor de la dotación. Se hace necesario evaluar nuevos proveedores.	Corto plazo
	No se hace uso permanente de protectores para barba.	Incluir dentro de la dotación por lo menos tres protectores para barba. Colocar letreros alusivos a la obligatoriedad del uso de estos, sobre todo en área de cocina y empaque.	Corto plazo
	Las botas del personal no se encuentran en buen estado.	Establecer un cronograma de entrega, que evite malgastar la actual dotación hasta niveles inapropiados. Evaluar un nuevo proveedor de botas.	Corto plazo
	No se cuenta con un sitio de ubicación para los guantes.	Solicitar e instalar un soporte en acero inoxidable para la colocación de los guantes, que garantice su adecuado escurrido una vez sean sometidos a limpieza y desinfección.	Corto plazo
	No se ingresa de forma permanente con batas desechables y no existe protección para el calzado de los visitantes.	Solicitar y mantener batas y zapatones desechables. Colocar letreros alusivos a la obligatoriedad del uso de estos cuando haya visitas.	Corto plazo

	HALLAZGO	MEDIDA	PLAZO
PLAN DE SANEAMIENTO	No se cuenta con soportes de mantenimiento para el equipo de tratamiento de agua.	Revisar la ficha técnica para identificar la frecuencia de manteniendo. Si éste no se ha realizado, se debe solicitar con el proveedor.	Corto plazo
	La separación física entre la PTAR y los ambientes de proceso no garantiza hermeticidad suficiente.	Realizar la instalación de una esclusa que permita aislar herméticamente la PTAR del área de elaboración.	Mediano plazo
	Se corre con el riesgo de empozamiento de agua residual en las canaletas cuando el sistema de PTAR no funciona.	Implementar un procedimiento en donde se identifiquen las acciones a tomar. La PTAR debe proveerse de bidones en donde se pueda almacenar temporalmente el agua y debe contratarse el servicio de váctor para el retiro de ésta.	Corto plazo
	Los residuos reciclables no son removidos de manera frecuente.	Socializar al personal el cronograma de retiro de residuos. El mismo debe colocarse en la zona de almacenamiento de residuos. Solicitar contenedores adicionales del material adecuado y con la capacidad necesaria.	Corto plazo
	Los recipientes para la recolección no son suficientes.		
	El recipiente para la recolección de residuos reciclables no es del material adecuado (es en madera).		
	Las canaletas para desagüe evidencian falta de limpieza.	Reforzar al personal el procedimiento de limpieza de canaletas.	

	HALLAZGO	MEDIDA	PLAZO
CONDICIONES DE PROCESO Y ELABORACIÓN	La malla imantada del molino presenta puntos de soldadura sin pulir. No cuenta con soporte para la resolución 683 de 2012 para los equipos y utensilios en contacto con alimentos donde indique que los mismos estén autorizados en las listas positivas de materias primas para la elaboración de equipamientos.	Realizar mantenimiento al molino. Solicitar los soportes a los proveedores de los equipos.	Corto plazo
	No presenta registros de mantenimiento preventivo de todos los equipos incluidos en el cronograma. Algunas abrazaderas para mangueras, codos y acoples entre líneas de vapor en sala de cocción y accesorios externos de la envasadora presentan fallas de mantenimiento y oxidación.	Actualizar y completar el programa de mantenimiento de equipos. Realizar cambio de accesorios que se encuentren oxidados.	Corto plazo
	Se evidencian grietas en las uniones del piso y pared en todas las áreas.	Realizar mantenimiento a los acabados de infraestructura, en espacios de tiempo donde no haya producción.	Mediano plazo
	En el área de la cocina, se evidencia empozamiento de agua debido a que la inclinación no es la adecuada. Se evidencia empozamiento de agua en la parte trasera de los tanques de adecuación.	Realizar mantenimiento al piso de las áreas que presenten desnivel, en espacios de tiempo donde no haya producción.	Mediano plazo

	HALLAZGO	MEDIDA	PLAZO
CONDICIONES DE PROCESO Y ELABORACIÓN	Los sifones del área de elaboración no cuentan con rejilla.	Realizar la adquisición e instalación de la rejilla para los sifones de las canaletas para evitar la presencia de roedores.	Corto plazo
	El cuarto eléctrico evidencia falta de limpieza.	Implementar un procedimiento para la limpieza en seco del cuarto eléctrico.	Corto plazo
	En el cuarto frío se evidencian alimentos de consumo de los colaboradores.	Reforzar las capacitaciones al personal, sobre los hábitos de higiene en el área de producción. Colocar letreros alusivos a la prohibición de almacenar en el cuarto frío alimentos ajenos al proceso.	Corto plazo
	No se presentan soportes de cumplimiento a las resoluciones 2906 de 2007 (límites máximos de residuos de plaguicidas) y 4506 de 2013 (niveles máximos de contaminantes en los alimentos) para las materias primas que aplique.	Realizar la consecución de laboratorios externos que realicen los análisis en mención y enviar las correspondientes muestras. Incluir en el plan de muestreo, cuando el mismo se construya.	Corto – Mediano plazo
	No se cuenta con procedimientos de desinfección para latas y barriles.	Implementar el procedimiento correspondiente. Los barriles deben ser lavados antes de ingresar al área de empaque.	Corto plazo
	En algunas latas no es legible la información correspondiente al lote y fecha de vencimiento.	Realizar mantenimiento al equipo fechador. Revisar e incluir en el cronograma de mantenimiento preventivo.	

	HALLAZGO	MEDIDA	PLAZO
CONDICIONES DE PROCESO Y ELABORACIÓN	El lúpulo se encuentra almacenado en la misma área de almacenamiento de producto terminado.	Debido a que esta materia prima debe mantenerse en condiciones de refrigeración, se debe aislar completamente la zona donde está siendo almacenado para que pueda mantenerse dentro del área sin riesgo de contaminación cruzada.	Corto plazo
	Se observa inadecuada limpieza en el camión de transporte de producto terminado.	Reforzar en el personal los procedimientos y frecuencias de limpieza y desinfección del camión de transporte.	Corto plazo
ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD	No existen registros donde se evidencie lotes retenidos o rechazados.	Revisar el programa de control de la calidad e incluir y actualizar los procedimientos y registros faltantes.	Corto plazo
	No se cuenta con los registros de muestras testigos del producto elaborado		
	No se cuenta con procedimientos organolépticos.		
	No se cuenta con ficha técnica para la totalidad de los equipos.	Actualizar el programa de mantenimiento preventivo de equipos, e incluir las fichas técnicas faltantes.	Corto plazo

En la Tabla 9 se evidencian las medidas preventivas a implementar para controlar y/o evitar los posibles focos de contaminación que se derivan tanto de la materia prima, como de los ambientes de producción.

4.3.1 Análisis de las medidas preventivas de mayor impacto establecidas

En primera instancia, es imperativo analizar los aspectos relacionados con las instalaciones físicas debido a que, si bien la planta de producción se encuentra ubicada al interior de un parque industrial, en el mismo existen organizaciones que manufacturan otro tipo de productos (como cemento) y la circulación de vehículos es constante, siendo un riesgo de contaminación para el ambiente en los periodos en los cuales se realizan operaciones como cargue de producto, recepción de materia prima, retiro de residuos, entre otros. Observando la ubicación actual de los equipos (ANEXO 4), se evidencia que el área de cocina queda cerca a la puerta donde se realizan dichas operaciones; adicionalmente, partiendo de la premisa del proceso de reutilización de levadura, se corre con el riesgo de que la misma se contamine con microorganismos presentes en el ambiente, principalmente con levaduras salvajes. Teniendo en cuenta estos escenarios, de manera preventiva se realizan controles de desinfección ambiental, sin embargo, se hace necesaria la instalación de una esclusa para aislar completamente el ambiente de producción

En cuanto al personal manipulador, uno de los aspectos de mayor relevancia es lo referente a la limpieza y desinfección de los guantes y la falta de un soporte para su apropiada ubicación. El personal tiene la obligación de usar los guantes en dos de las operaciones más importantes del proceso: cosecha de levadura y durante el enlatado, por lo cual es importante evitar que éstos se dejen situados en espacios donde se puedan contaminar. El proceso resulta aún más impactante en el momento en que se manipulan las cepas de levadura consideradas “salvajes”, en donde el proceso de limpieza y desinfección es determinante para evitar una posible contaminación cruzada.

Respecto al plan de saneamiento, la principal preocupación radica en la disposición de los residuos líquidos, especialmente por la ubicación de la PTAR. En esta área

no solo se encuentra el sistema de tratamiento, sino que es la zona de almacenamiento de los residuos; por lo anterior, las puertas del área se abren constantemente, exponiendo el ambiente del proceso. Adicionalmente, estas puertas no son lo suficientemente herméticas para causar un debido aislamiento de las áreas, haciendo necesaria la instalación de una esclusa.

Como se ha mencionado, uno de los principales riesgos que deriva de la materia prima es la posible contaminación por hongos generadores de toxinas de la cebada tanto en la etapa de cultivo, como en la de almacenamiento. Dentro de los aspectos de condiciones de proceso y elaboración, éste es uno de los que recalca mayor impacto. Es importante contar con los análisis que permitan conocer que la posible presencia de toxinas no supera los niveles máximos permisibles y de esta manera se pueda evitar afectaciones en la salud del consumidor.

Por otro lado, a pesar de que se conoce que el material de construcción de los equipos en contacto con el producto es acero inoxidable, no se cuenta con los soportes que garanticen dicha información, siendo necesario realizar los debidos análisis.

En cuanto al aspecto de aseguramiento y control de la calidad, dentro de las situaciones ya identificadas, se observó adicionalmente que no existe el proceso/programa de recogida de producto, conocido como retiro (*recall* en inglés). A su vez, tampoco existen registros de los productos que se retienen o que se devuelven a la planta por parte de terceros, impidiendo realizar la debida trazabilidad del producto y la mejora de los procesos. Es importante construir dichos programas y registros, para tener un mayor control.

4.4 Identificación de programas prerequisites

Los programas prerequisite son documentos en donde se describen todas aquellas actividades y controles preventivos dirigidos a asegurar que todas las condiciones establecidas protejan la inocuidad del producto. Dentro del documento “Principios generales de higiene de los alimentos CXC 1-1969” del Codex Alimentarius, se establece que los programas prerequisite incluidos en las BPM, deben proveer una base sólida para la implementación de un sistema APPCC eficaz; dichos programas son fundamentales para el control de los de los peligros tanto en el producto, como en el ambiente de procesamiento de este (ICONTEC, 2010; FAO, 1969).

En tal sentido, en la Figura 15 se indican los programas necesarios de acuerdo con los lineamientos de BPM de la normatividad específica de la industria. En el mismo, se muestra el estado de su implementación, así como los programas que no son exigidos en la norma pero que resultan importantes en las actividades desarrolladas en la organización. En la Tabla 10 se proponen las mejoras a establecer en los programas para su óptima ejecución.

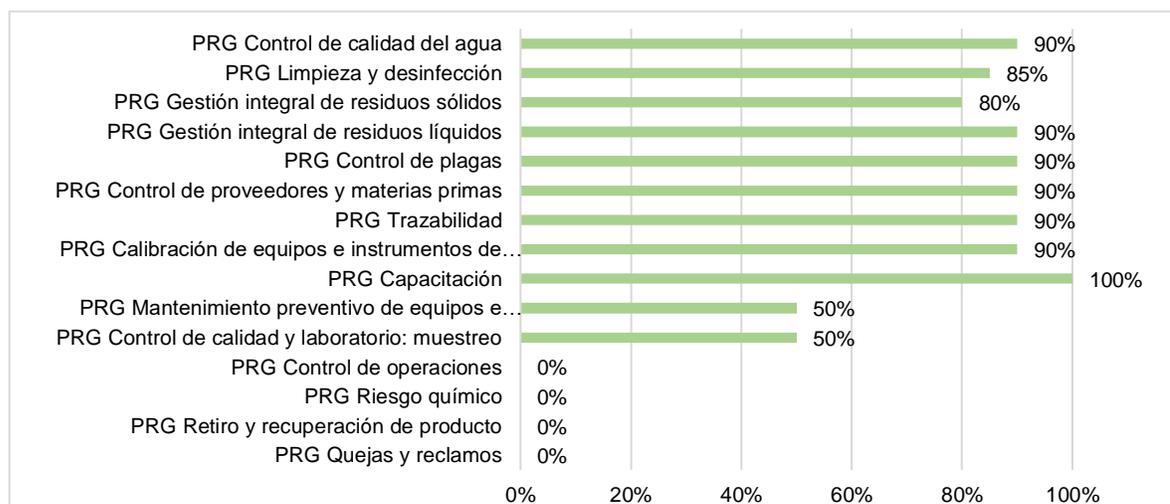


Figura 15. Programas prerequisite implementados en la organización y su estado. Fuente: Elaboración propia.

4.4.1. Propuesta de medidas asociadas a la mejora de los programas prerequisites con enfoque al sistema APPCC

Tabla 10. Propuesta de mejora a los programas prerequisite

Programa	Propuesta de mejora
Control de calidad del agua	<p>Adquirir el tanque de almacenamiento de agua potable que cubra con las necesidades de las instalaciones sanitarias en caso de que no haya suministro de agua, con el fin de se encuentre en el estado óptimo para el lavado de manos del personal, especialmente en situaciones de emergencia sanitaria como la vivida actualmente por la COVID 19.</p> <p>Una vez se cuente con el tanque, debe actualizarse su capacidad en el programa.</p>
Limpieza y desinfección	<p>Realizar procedimientos específicos de desinfección de la materia prima e insumos que ingresan a la planta, en refuerzo también debido a la emergencia sanitaria.</p> <p>Reforzar el procedimiento específico de limpieza exterior de barriles sucios que ingresan a la planta.</p> <p>Reforzar el proceso de limpieza interna del camión que transporta producto terminado, cambiando su frecuencia a “diario”.</p> <p>Actualizar todos los procedimientos operativos estandarizados de saneamiento-POES.</p> <p>Adquirir e instalar la poceta de lavado de calzado previo al ingreso a la planta. Una vez adquirida, incluirla en el programa.</p>
Control de plagas	<p>Realizar las mejoras locativas establecidas en el diagnóstico realizado por parte de la empresa gestora externa de manejo integrado de plagas.</p> <p>Efectuar un análisis de cantidad de plagas atrapadas, con el fin de evaluar la opción de reducir o aumentar el número de tratamientos realizados en el mes.</p>

Gestión integral de residuos sólidos	<p>Adquirir contenedores en el material adecuado y haciendo cumplimiento al nuevo código de colores establecido en la legislación nacional para la disposición de residuos.</p> <p>Reforzar en el personal los horarios establecidos de extracción de residuos para evitar contaminación cruzada.</p> <p>Continuar con el uso de caneca exclusiva para la disposición de tapabocas usados como medida preventiva para evitar el contagio de COVID 19, independientemente de que su uso ya no sea obligatorio.</p> <p>Realizar las mejoras locativas en el área de almacenamiento de residuos para evitar la contaminación en el ambiente de producción.</p>
Gestión integral de residuos líquidos	<p>Reforzar el cumplimiento de la frecuencia establecida para la medición de la demanda química de oxígeno como medida preventiva que permite verificar el estado del sistema de tratamiento del agua residual.</p>
Control de proveedores y materias primas	<p>Incluir los resultados de las visitas a proveedores y preparar los planes de mejora para cada uno.</p> <p>Verificar el cumplimiento de los planes de mejora en la próxima visita.</p>
Trazabilidad	<p>Actualizar el formato de remisión incluyendo las nuevas referencias. Producto en presentación unidad de lata 269 ml, 330 ml y 473 ml; barril de 30 litros; caja de 16 latas de en presentación de 473 ml, caja de 24 latas de en presentación de 330 ml y caja de 24 latas de en presentación de 269 ml.</p>
Calibración de equipos e instrumentos de medición	<p>Reforzar el cumplimiento de la frecuencia establecida para la verificación de termómetros de los equipos del área de cocción y de los manómetros del área de fermentación y maduración.</p>

Capacitación	Verificar de manera constante el cumplimiento del cronograma de las capacitaciones programadas.
Mantenimiento preventivo de equipos e instalaciones	<p>Solicitar las fichas técnicas de los equipos que aún no las tienen.</p> <p>Verificar de manera constante el cumplimiento del cronograma de los mantenimientos programados.</p> <p>Verificar el diligenciamiento de las listas de chequeo preoperativas de los equipos.</p> <p>Organizar los soportes de mantenimientos aportados por las empresas prestadoras del servicio.</p>
Control de calidad	<p>Elaborar el plan de muestreo con componente estadístico.</p> <p>Actualizar el programa estableciendo las frecuencias y procedimientos relacionados con la determinación de inoculación y viabilidad de levadura, cinética de fermentación, control de propagación de levadura, revisión línea de enlatado, revisión de producto enlatado, liberación de procesos de limpieza y desinfección y control de temperaturas y humedades de almacenamiento.</p> <p>Elaborar los procedimientos de análisis sensorial.</p> <p>Elaborar formatos para el control de muestras testigo, que permitan verificar el estado del producto y realizar la trazabilidad cuando se presente alguna queja o reclamo de un lote específico por parte del consumidor.</p>
Control de operaciones	<p>Elaborar el programa con alcance al proceso de producción y compuesto por:</p> <p>Procedimientos de cada etapa</p> <p>Diagramas de flujo de cada etapa</p> <p>VARIABLES controladas en cada etapa</p> <p>Secuencia lógica del proceso</p> <p>Fichas técnicas de productos</p>

Riesgo químico	Elaborar el programa con alcance al proceso de producción y al laboratorio compuesto por: Manejo en la recepción de sustancias químicas Identificación Almacenamiento y ubicación Medidas en caso de emergencia por derrames Matriz de compatibilidad Fichas de seguridad
Quejas y reclamos	Elaborar el programa compuesto por: Clasificación de tipo de quejas: por inocuidad y calidad, de tipo comercial o logística o por atención al cliente. De acuerdo con esta categoría, se decide quién debe atender la queja Sistema de recolección de información: quien atiende las quejas y formato de reporte Acciones correctivas Procesamiento de la información: informes
Recall	Elaborar el programa compuesto por: Árbol de decisiones Sistema de comunicación con los clientes Instrumentos y procedimientos de retiro (estrategia) Medidas de almacenamiento temporal y disposición del producto retirado, incluyendo las medidas durante una situación de emergencia sanitaria Sistema de comunicación con las autoridades sanitarias Formatos para incluir información sobre el producto y el motivo del retiro

4.5 Propuesta de aplicación de los principios APPCC

De acuerdo con la FAO (1969), el sistema APPCC debe combinarse con las BPM cuando por sí solas no sean suficientes para controlar los peligros en los alimentos. En Colombia se recomienda la adopción del sistema como herramienta de fortalecimiento para asegurar la inocuidad de los productos, pero el mismo no es de carácter obligatorio. En este sentido, la organización ha invertido recursos económicos y humanos para implementar las BPM, sin embargo, ante la emergencia sanitaria mundial por la COVID 19, se hace necesario la adopción a corto plazo del sistema con el objetivo de fortalecer las medidas para una producción que no sólo proteja la inocuidad del producto, sino que salvaguarde la salud del personal.

Por lo anterior, en el presente proyecto se elaboró una propuesta de aplicación de los principios de APPCC basada en los lineamientos establecidos por la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2017), en donde se desarrollaron las etapas previas a la implementación del sistema y posteriormente los principios.

4.5.1. Etapas previas del sistema APPCC

4.5.1.1. Conformación del equipo APPCC

Para la conformación del equipo, inicialmente se realiza un análisis de los perfiles profesionales de los colaboradores y de la gerencia.

Debido a que la cantidad de personal relacionada con el proceso es limitada y no cuentan con la experiencia apropiada, se hace necesario realizar un plan de capacitaciones específico del sistema para su preparación, por parte de un especialista experto, mismo que va a realizar el acompañamiento a la persona

designada como coordinador del equipo. Se deberá contar con la siguiente información:

- Para el especialista: nombre, experiencia, cursos recibidos: nombre del curso, sitio, fecha, impartido por; experiencias profesionales relacionadas con el APPCC.
- Para el coordinador del equipo: nombre, cargo y experiencia
- Para los miembros del equipo: nombre, cargo y números de contacto

4.5.1.2. Descripción del producto

El producto en cuestión es una cerveza ale que se encuentra en la categoría Belgian Ale, dentro del estilo Witbier. Este tipo de estilo tiene dentro de su composición un alto porcentaje de trigo sin maltear y especias como coriandro, cáscara de naranja y hierbas aromáticas. Una de sus características principales y que se considera como un aspecto de riesgo, es que no se somete a proceso de filtración, lo que puede ocasionar que la línea de enlatado contenga trazas de levadura, al igual que el producto final. En la Tabla 11, se especifican sus características.

Tabla 11. Ficha técnica producto cerveza Witbier

NOMBRE DEL PRODUCTO	CERVEZA TIPO WITBIER TRIGO																												
COMPOSICIÓN DEL PRODUCTO	1. Agua purificada 2. Cebada malteada 3. Trigo 4. Avena 5. Lúpulo 6. Levadura cervecera	7. Cáscara de naranja 8. Semilla de cilantro 9. Limonaria 10. Manzanilla																											
PRESENTACIONES COMERCIALES	Barril capacidad de 30 L Lata capacidades de 330 ml y 473 ml																												
TIPO Y MATERIAL DE ENVASE	Barril: Acero inoxidable 304 grado alimenticio Lata: Aluminio de dos piezas para bebidas (apto para contacto con alimentos)																												
CONDICIONES DE CONSERVACION	Refrigeración a temperatura de 2°C ± 2°C																												
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parámetro</th> <th>Lata</th> <th>Barril</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Volumen de CO₂</td> <td>2,45 – 2,55 PSI</td> <td>2,45 – 2,55 PSI</td> </tr> <tr> <td>Oxígeno empacado</td> <td>< 1 ml</td> <td>n/a</td> </tr> <tr> <td>Contenido neto</td> <td>330 ml - 473 ml</td> <td>30 L</td> </tr> <tr> <td>Alcohol</td> <td>4,5% v/v ± 1% v/v</td> <td>4,5% v/v ± 1% v/v</td> </tr> <tr> <td>Grafado de la lata:</td> <td>0,041 – 0,045 in</td> <td>n/a</td> </tr> <tr> <td>Grafado de la lata: alto</td> <td>0,093 – 0,148 in</td> <td>n/a</td> </tr> <tr> <td>Rotulado</td> <td>Lote y fecha de vencimiento visibles en etiqueta</td> <td>Lote y fecha de vencimiento visibles en collarin</td> </tr> <tr> <td>Sensorial</td> <td>Característico</td> <td>Característico</td> </tr> </tbody> </table>		Parámetro	Lata	Barril	Volumen de CO ₂	2,45 – 2,55 PSI	2,45 – 2,55 PSI	Oxígeno empacado	< 1 ml	n/a	Contenido neto	330 ml - 473 ml	30 L	Alcohol	4,5% v/v ± 1% v/v	4,5% v/v ± 1% v/v	Grafado de la lata:	0,041 – 0,045 in	n/a	Grafado de la lata: alto	0,093 – 0,148 in	n/a	Rotulado	Lote y fecha de vencimiento visibles en etiqueta	Lote y fecha de vencimiento visibles en collarin	Sensorial	Característico	Característico
Parámetro	Lata	Barril																											
Volumen de CO ₂	2,45 – 2,55 PSI	2,45 – 2,55 PSI																											
Oxígeno empacado	< 1 ml	n/a																											
Contenido neto	330 ml - 473 ml	30 L																											
Alcohol	4,5% v/v ± 1% v/v	4,5% v/v ± 1% v/v																											
Grafado de la lata:	0,041 – 0,045 in	n/a																											
Grafado de la lata: alto	0,093 – 0,148 in	n/a																											
Rotulado	Lote y fecha de vencimiento visibles en etiqueta	Lote y fecha de vencimiento visibles en collarin																											
Sensorial	Característico	Característico																											
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Microorganismo</th> <th>Especificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recuento total de microorganismos mesófilos aerobios</td> <td><100 UFC/ml</td> </tr> <tr> <td>Recuento total de mohos y levaduras</td> <td><20 UFC/ml</td> </tr> <tr> <td>Recuento Coliformes Totales</td> <td><3 NMP/ml</td> </tr> <tr> <td>Recuento Coliformes Fecales</td> <td><3 NMP/ml</td> </tr> </tbody> </table>		Microorganismo	Especificación	Recuento total de microorganismos mesófilos aerobios	<100 UFC/ml	Recuento total de mohos y levaduras	<20 UFC/ml	Recuento Coliformes Totales	<3 NMP/ml	Recuento Coliformes Fecales	<3 NMP/ml																	
Microorganismo	Especificación																												
Recuento total de microorganismos mesófilos aerobios	<100 UFC/ml																												
Recuento total de mohos y levaduras	<20 UFC/ml																												
Recuento Coliformes Totales	<3 NMP/ml																												
Recuento Coliformes Fecales	<3 NMP/ml																												
GRUPO POBLACIONAL	Mayores de 18 años																												
VIDA UTIL ESTIMADA	Lata: 6 meses	Barril: 6 meses																											

4.5.1.3. Uso propuesto y principales consumidores del producto

El producto está listo para su consumo directo. La población objetivo son personas mayores de 18 años; no se recomienda su consumo a mujeres en estado de embarazo y personas que no tenga permitido su consumo por razones de salud.

4.5.1.4. Diagrama de flujo del proceso y verificación

El equipo APPCC realizó el diagrama de flujo de proceso específico para al estilo de cerveza es cuestión, que permitió visualizar cada etapa. El diagrama debió ser verificado *in situ* por parte el coordinador del sistema con el fin de confirmar que las etapas establecidas si corresponden con el proceso real.



Figura 16. Diagrama de flujo del producto Cerveza Witbier elaborado por el equipo APPCC

Después de la verificación se realizaron las debidas correcciones y se estableció el diagrama que se visualiza en la Figura 16. Durante la verificación, se observaron y establecieron también los respectivos flujos de proceso adecuados que permitieran evitar contaminación cruzada en las operaciones de transporte de insumos, materia prima, producto terminado y transporte de personal (Figura 17).

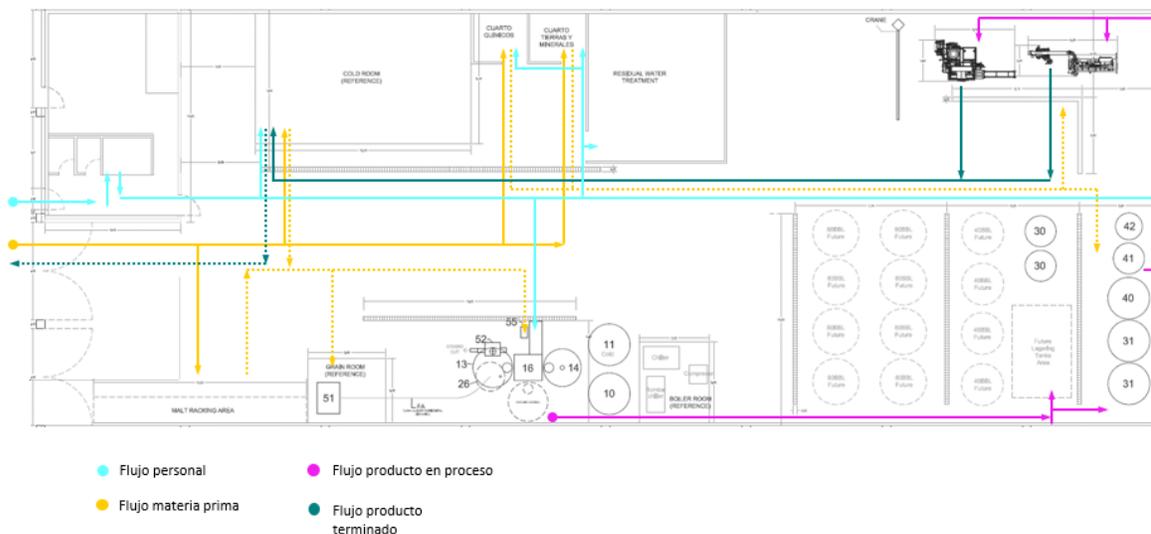


Figura 17. Flujos de proceso en la planta de producción. Fuente: Elaboración propia.

4.5.2. Propuesta para el desarrollo de los principios del sistema APPCC

4.5.2.1. Principio 1. Análisis de peligros

Para el análisis de peligros, el equipo APPCC trabajó en la matriz establecida en el ANEXO 5. Los mismos fueron clasificados de acuerdo con su severidad y su probabilidad de ocurrencia y para determinar inicialmente si los mismos resultan significativos o no para la inocuidad del producto (nivel de impacto) ver Tabla 12.

Tabla 12. Cálculo de probabilidad por severidad y nivel de impacto de los peligros identificados

Severidad de ocurrencia	Probabilidad de ocurrencia del peligro significativo				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

Nivel de impacto	BAJA	MODERADA	SIGNIFICATIVA	ALTA	MUY ALTA
		1 a 5	6 a 9	10 a 15	16 a 20

Fuente: Adaptado de ACHIPIA (2018)

Para la determinación de los peligros se partió de la premisa del nivel preventivo con el que se cuenta actualmente debido a la ejecución de los programas prerequisites ya establecidos, como el de limpieza y desinfección.

4.5.2.2. Principio 2. Determinación de Puntos Críticos de Control (PCC)

Se identificaron los peligros de naturaleza química, física y microbiológica derivados tanto de la materia prima como de cada etapa del proceso de producción y, a través de la herramienta del árbol de decisiones, se establecieron tres (3) PCC:

- recepción de materia prima, por la posible presencia de toxinas en la cebada malteada;
- cocción del mosto, debido a que no existe una etapa posterior que reduzca o elimine los posibles peligros que se presente en etapas posteriores
- y; el proceso de fermentación, en donde se pueden generar producción de alcoholes superiores por un inadecuado control de fermentación o por una posible contaminación cruzada con levaduras salvajes.

4.5.2.3. Principio 3. Establecimiento de los límites críticos para los PCC

En el ANEXO 6 se establecieron los posibles límites críticos para controlar los PCC, así como las medidas correctivas para mantenerlos dentro de los parámetros establecidos.

Uno de los PCC que resulta más críticos es la posible presencia de toxinas producidas por hongos que contaminan la cebada malteada, una vez generadas no se pueden eliminar fácilmente. Debido a que los análisis de este tipo de compuestos son de alto costo, se propone realizar pruebas de por lo menos dos lotes al año para hacer seguimiento (y contar con el sustento ante el ente de vigilancia), teniendo en cuenta que la empresa de la cual se adquiere la cebada malteada cuenta con certificación FSSC 22000, misma que garantiza los procesos llevados a cabo por parte de ellos con respecto al control de este tipo de peligros. Se propone de igual manera, solicitar los análisis de micotoxinas realizados por el proveedor de los lotes que se importan.

El segundo PCC, se relaciona con el proceso de cocción del mosto. Este punto se determinó debido a que no existen etapas posteriores que reduzcan o eliminen los posibles peligros microbiológicos que se puedan presentar (como se ha mencionado, en este tipo de industria, no es frecuente la etapa de pasteurización como medida de control y tampoco hay un proceso de filtración por la naturaleza del estilo). Como límites de control, se estableció una temperatura de ebullición (en Cundinamarca, normalmente de 90°C) y un tiempo de 60 minutos, siendo estos los parámetros mínimos que se deben cumplir para que el mosto pueda ser enfriado y pasado al proceso de fermentación. En caso de que se supere el tiempo de ebullición (entendiendo que no es posible exceder la temperatura de ebullición) se corre el riesgo de generar una mayor evaporación y un descenso en la eficiencia del proceso.

Por último, el tercer PCC determinado corresponde al proceso de fermentación. En este proceso, se controlan las variables de temperatura, densidad, pH y crecimiento celular y viabilidad de la levadura. Del proceso, se espera el comportamiento observado en la Figura 18.

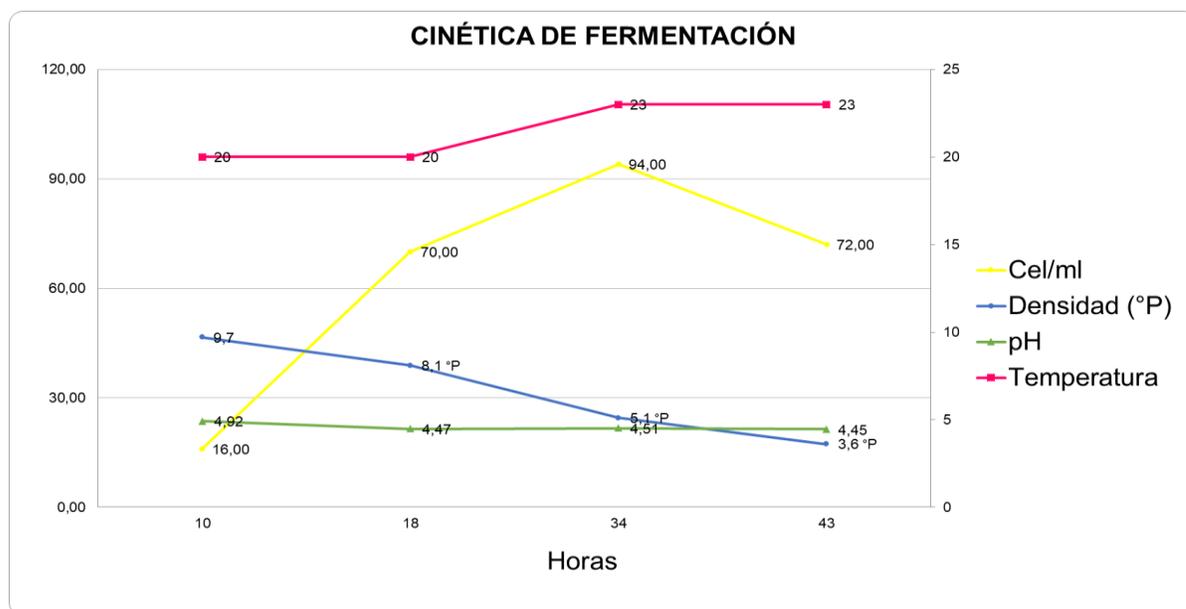


Figura 18. Comportamiento normal en una cinética de fermentación. Fuente: Elaboración propia.

A medida que disminuye el sustrato (densidad), aumenta la reproducción de células de levadura; una vez el sustrato empieza a acabarse, se puede observar que la levadura empieza a disminuir su reproducción. Durante el proceso, la levadura va generando un ambiente ácido, motivo por el cual se ve un descenso en el pH.

La temperatura de fermentación inicia en 20°C y a las 24 horas, se aumenta a 23°C para el que el diacetilo (*off-flavor*) generado por el microorganismo pueda ser reabsorbido; además, se observa que la viabilidad de este se encuentre por encima del 90%. Debido a lo anterior, no se establecen límites estrictos, sino que el proceso debe obedecer propiamente al comportamiento descrito (Hanna Instruments, 2019).

4.5.2.4. Principio 4. Establecimiento de un sistema de vigilancia y monitoreo para los PCC

A partir de los programas prerequisites por establecer se encuentran los procedimientos y registros de monitoreo que se pretende ejecutar. A este respecto, se propone:

- Para el PCC relacionado con la contaminación por toxinas en las materias primas, debe construirse el plan de muestreo en donde se establezca cómo y cuándo se deben realizar los análisis de micotoxinas y bajo qué criterios se rechaza y devuelve al proveedor. Los criterios a tener en cuenta son los establecidos en la Resolución 4506 de 2013, la cual establece los límites máximos de contaminantes en alimentos, para este caso en el ANEXO 7 se indican los relacionados a cereales no elaborados.
- Para el PCC concerniente a la cocción del mosto, debe establecerse inicialmente el procedimiento particular que hace parte del programa de control de operaciones, sin embargo, ya se cuenta con el debido formato que establece las variables a controlar, además del responsable del control.
- En cuanto al PCC relacionado con la etapa de fermentación, hace falta documentar el procedimiento tanto para el programa de control de operaciones, como en el de control de calidad. El debido monitoreo se realiza en dos registros ya elaborados asociado con los nombres “control producción, fermentación, maduración y filtración” y “cinética de fermentación” este control se realiza diariamente hasta que finaliza el proceso y se encuentra a cargo del departamento de calidad. La cinética de fermentación se realiza monitoreando los datos de pH, densidad, conteo celular en microscopio y temperatura, durante la fase de fermentación (es decir, durante las primeras 48 horas) y se construye una gráfica como la observada en la Figura 18.

4.5.2.5. Principio 5. Establecimiento de acciones correctivas para los desvíos que ocurran

Como aspecto fundamental, los programas y registros que ya se encuentran establecidos, deben contar con un apartado particular que permita hacer registro a las acciones tomadas cuando los PCC se encuentran por fuera de los criterios establecidos. Bajo este principio, se propone realizar un programa prerequisite para las acciones correctivas, que contemple la descripción de la herramienta ideal (por ejemplo, el diagrama de Ishikawa descrito en el ANEXO 8) para realizar los respectivos análisis de causas, y se permita dejar evidencia de las observaciones recogidas.

4.5.2.6. Principio 6. Establecimiento de procedimientos de verificación del sistema APPCC

Bajo este principio, se propone la implementación de un programa prerequisite relacionado con la planeación y ejecución de auditorías, en donde se establece bajo qué criterios se debe verificar la eficiencia del sistema y su correcta y frecuente actualización.

La verificación debe incluir una revisión holista y científica del análisis de peligros y de los PCC, sus límites y acciones correspondientes; la misma puede estar a cargo del equipo APPCC con apoyo del asesor externo, quienes deben revisar también la documentación existente.

El sistema debe ser actualizado cuando se presente alguna novedad en el proceso en materia de nuevos proveedores, nuevos/cambios de equipos, nuevas materias primas, nuevos procesos, ante resultados microbiológicos por fuera de los criterios y cuando se presentan desvíos de manera recurrente.

4.5.2.7. Principio 7. Documentación: registros y documentación pertinente

Se debe mantener un sistema documental que incluya información que apoye el montaje del sistema, los registros generados, los procedimientos usados y los registros de capacitación; el mismo debe ser revisado por personal experto ajeno a la organización.

De la misma manera, se propone la elaboración de un listado maestro de documentos dentro del plan de inocuidad y calidad, que permita acceder de manera eficiente a la información recolectada.

4.5.3. Principales retos para la adopción sistema APPCC

De acuerdo con el análisis realizado a lo largo de este proyecto, se identifican dos principales retos: 1) asociado a las mejoras locativas, las cuales no deben poner en riesgo el producto ante un escenario de producción constante y; 2) la disponibilidad del recurso humano debido a que, aunque se cuenta con diferentes perfiles, el mismo escenario de producción no permite una disponibilidad y disposición por parte de los posibles integrantes del equipo.

5 CONCLUSIONES

- Se diseñó un programa de prerequisites APPCC enfocado a la prevención de la contaminación en la línea de cerveza artesanal, cuyo análisis inicial permitió estudiar los programas preexistentes e identificar los faltantes y elaborar una propuesta en donde se priorizaron los principales factores para mejorarlos y/o construirlos.
- Se elaboró y aplicó un diagnóstico de carácter práctico, a partir de la legislación vigente específica para bebidas alcohólicas, teniendo en consideración los diagnósticos aplicados previamente por la autoridad sanitaria nacional.
- Se analizaron los resultados del diagnóstico identificando que se obtuvo un nivel de cumplimiento superior al 80% para todos los aspectos relacionados en el diagnóstico de los requisitos sanitarios establecidos en el Decreto 1686 de 2012; el mismo, permitió identificar las posibles medidas que se deben llevar a cabo para evitar posibles focos de contaminación cruzada, tales como mejoras locativas que protejan el ambiente de producción e instalación de elementos para mejorar las prácticas higiénicas del personal manipulador.
- Se identificaron los componentes que la legislación específica aún no contempla dentro de sus requerimientos y que son de gran relevancia para el sistema de trazabilidad, como el programa de quejas y reclamos y de proceso *recall*.
- Por medio del diagnóstico realizado a los programas prerequisite, el análisis de los principios de sistema, la evaluación de cada una de las etapas del proceso de elaboración y el análisis de peligros, se identificaron los programas faltantes y que son relevantes para el control preventivo en el proceso, resaltando la falta de un plan de muestreo con componente estadístico en donde se haga énfasis en la necesidad de realizar pruebas a la materia prima, especialmente en lo que concierne a los análisis de micotoxinas de la cebada malteada.

- Se realizó una integración de los programas prerrequisito teniendo en cuenta tanto las necesidades de prevención reales del proceso, como lo propuesto por parte del Ministerio de Salud (Decreto 60 de 2022 en la cual se promueve la aplicación del sistema), a fin de construir un sistema eficaz.
- Se identificaron las mejoras a implementar en los programas prerrequisito, con respecto a las prácticas que se deben adoptar y priorizar ante una situación de emergencia sanitaria con énfasis en la protección del personal manipulador.
- Mediante la propuesta de aplicación sistemática de los principios del sistema, fue posible realizar un primer análisis de peligros y la detección de los posibles puntos críticos de control. Si bien el enfoque del sistema se dirige principalmente a la producción inocua de alimentos, también es apropiadamente aplicable a los riesgos que afectan la calidad y que disminuyen la vida útil de la cerveza artesanal. A su vez se reconocieron los posibles retos a asumir para la aplicación del sistema, resaltando la disponibilidad por parte del equipo APPCC.
- A través del análisis realizado al estado del arte respecto a la situación de incremento de consumo de bebidas alcohólicas durante una emergencia sanitaria mundial como la de la COVID 19, la organización comprendió la importancia de la adopción de este sistema como una medida más robusta para la prevención de riesgos que, de una parte, afectan la salud de los consumidores y de otra, que afectan a la de los colaboradores en un escenario de mayor producción.

6 RECOMENDACIONES

- Realizar una propuesta que contemple el presupuesto necesario para la implementación del sistema. Partiendo de la premisa que no se cuenta con un equipo APPCC disponible de manera permanente para las actividades propias en la articulación del sistema, el presupuesto debe contener el rubro necesario para la contratación de más de una persona experta o, en su defecto, la contratación de más personal de planta.
- Realizar la propuesta de diseño correspondiente a las líneas de producto diferente a cerveza, con el propósito de controlar los peligros emergentes, como por ejemplo la contaminación cruzada con pulpas de frutas utilizadas para la elaboración de gaseosas.
- Enfatizar en las capacitaciones de sensibilización sobre la importancia de la implementación de los sistemas de control preventivo como medida de aseguramiento de la inocuidad del producto, con el fin de que exista mayor compromiso por parte de todo el personal. Teniendo en cuenta situaciones de emergencia sanitaria, es imperativo fortalecer el programa de capacitación, haciendo énfasis en la prevención de peligros que puedan afectar la salud de los consumidores y del personal colaborador.

7 BIBLIOGRAFÍA

- 3M. (2016). *multimedia.3m*. Obtenido de Clean-Trace™ Luminómetro: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1237170O/3m-clean-trace-luminometer-user-manual-lm1.pdf>
- ABInBev. (28 de octubre de 2021). Anheuser-Busch InBev Reports Third Quarter 2021 Results. Brussels, Belgium. Obtenido de https://www.abinbev.com/content/dam/abinbev/news-media/press-releases/2021/10/AB%20InBev_Press%20Release_3Q21_EN.pdf
- ACHIPIA. (2018). Guía para el diseño, desarrollo e implementación del Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control en establecimientos de alimentos - HACCP. Chile. Obtenido de <https://www.achipia.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Manual-HACCP.pdf>
- Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria. (enero de 2019). Guía de prácticas correctas de higiene para pequeños productores de cerveza. Barcelona, España. Obtenido de http://coli.usal.es/web/Guias/pdf/GPCH_productores_cerveza.pdf
- Baiano, A. (2020). Craft beer: An overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20, 1829-1856. Obtenido de <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1541-4337.12693>
- Baiano, A. (24 de diciembre de 2020). Craft beer: An overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20, 1829-1856. doi:<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12693>
- Bamforth, C. (2003). *Beer: Tap into the Art and Science of Brewing*. New York, United States: Oxford University Press, Inc.
- Basílio dos Santos, G., & Campos, G. (2021). El uso del diagrama de Ishikawa para identificar las causas de contaminación en la línea de producción de matanza de ganado. *La Técnica*, 13-21. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8232842.pdf>
- Bavaria. (2017). Su cata cervecera. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://www.bavaria.co/sites/g/files/phfypu1316/f/201709/cata-cervecera-bavaria.pdf>
- Baxter, D., & Hughes, P. (2001). *Beer: Quality, safety and nutritional aspects*. London, United Kingdom: The Royal Society of Chemistry.
- Bonilla, E., & Rodríguez, P. (2013). *Más allá del dilema de los métodos: La investigación en ciencias sociales*. Bogotá: Norma. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=ccJdDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=M%C3%A1s+all%C3%A1+del+dilema+de+los+m%C3%A9todos:+La+investigaci%C3%B3n+en+ciencias+sociales&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=M%C3%A1s%20all%C3%A1%20del%20dilema%20de%20los%20m%C3
- Boulton, C. (2013). *Encyclopaedia of brewing*. Oxford, United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd.

- Briggs, D. E., Boulton, C. A., Brookes, P. A., & Stevens, R. (2004). *Brewing Science and practice*. Boca Raton, Florida, United States: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Brucas, M. (24 de marzo de 2022). *Expansión*. Obtenido de Los principales tipos de cerveza que existen y cuál elegir según cada gusto: <https://www.expansion.com/fueradeserie/gastro/2022/03/24/622f2192468ae8b8c558b4671.html>
- Calvillo, E. (2017). La cerveza artesanal. Una experiencia multisensorial. México. Obtenido de <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/consumer-business/2017/Cerveza-Artesanal-Mexico-2017.pdf>
- Chávez, N., & Onofre, A. (2020). Determinación del proceso de elaboración de cerveza tipo Ale para cuatro variedades cebada (*Hordeum vulgare* L.) Cultivadas en Huancavelica. Huancavelica, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/3701/TESIS-2021-ING.%20AGROINDUSTRIAL-CH%C3%81VEZ%20SOLANO%20Y%20ONOFRE%20CARRILO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Coletto, E. (2019). Efecto del tratamiento del agua en la elaboración de la cerveza: aplicación en una microcervecería artesanal. Sevilla, España. Obtenido de <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/92442/fichero/TFG-2442-COLETO+CANO.pdf>
- DANE. (30 de julio de 2020). Boletín Técnico de la Encuesta Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/encspa/bt-encspa-2019.pdf>
- El Tiempo. (03 de agosto de 2021). Consumo de alcohol en el hogar aumentó 5,2 por ciento durante la pandemia. *El Tiempo*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/consumo-de-alcohol-en-el-hogar-aumento-durante-la-pandemia-607687>
- El Tiempo. (3 de agosto de 2021). Consumo de alcohol en el hogar aumentó 5,2 por ciento durante la pandemia. *El Tiempo*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/consumo-de-alcohol-en-el-hogar-aumento-durante-la-pandemia-607687>
- El Tiempo. (05 de noviembre de 2021). En Colombia se consumen al año un promedio de 51,4 litros de cerveza por persona, según estudio. *El Tiempo*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/colombia-logro-el-mayor-consumo-de-cerveza-en-25-anos-630329>
- FAO. (1969). Principios generales de higiene de los alimentos. Roma, Italia. Obtenido de https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXC%2B1-1969%252FCXC_001s.pdf

- FAO. (1997). Codex Alimentarius - Higiene de los Alimentos - Textos Básicos - Segunda Edición. Roma, Italia. Obtenido de <https://www.fao.org/3/y1579s/y1579s03.htm#bm3.2>
- FAO. (2 de marzo de 2022). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Obtenido de <https://www.fao.org/WAICENT/faoinfo/economic/faodef/FAODEFS/H275F.HTM#>
- García, J. H. (marzo de 2017). Distribución de bacterias contaminantes de cerveza *Lactobacillus* y *Pediococcus* en el ambiente de elaboración de cerveza. San Nicolás de los Garza, México. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi18JXihOz1AhVCVzABHSpUDXwQFnoECA4QAQ&url=http%3A%2F%2Feprints.uanl.mx%2F13964%2F1%2F1080218472.pdf&usq=AOvVaw251Q5BdVlzBFfYm6vhSrBp>
- García, J. H. (marzo de 2017). Distribución de bacterias contaminantes de cerveza *Lactobacillus* y *Pediococcus* en el ambiente de elaboración de cerveza. San Nicolás de los Garza, México. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi18JXihOz1AhVCVzABHSpUDXwQFnoECA4QAQ&url=http%3A%2F%2Feprints.uanl.mx%2F13964%2F1%2F1080218472.pdf&usq=AOvVaw251Q5BdVlzBFfYm6vhSrBp>
- Google Maps. (s.f.). 4.960311081897137, -73.96346091216401. Recuperado el 01 de junio de 2022, de <https://www.google.com/maps/place/4%C2%B057'37.1%22N+73%C2%B057'48.5%22W/@4.9603164,-73.9656496,17z/data=!4m9!1m2!10m1!1e2!3m5!1s0x8e40713ec213f39f:0x0!7e2!8m2!3d4.9603111!4d-73.9634609?hl=es-ES>
- Guzmán, F. A., Soto, A., López, P., & Román, A. D. (febrero de 2020). Valoración y uso de una nueva variedad de cebada para elaboración de cerveza artesanal. *Ingeniería agrícola y biosistemas*, 81-95. doi:<https://doi.org/10.5154/r.inagbi.2018.01.001>
- Hanna Instruments. (2019). Obtenido de <https://www.hannacolombia.com/blog/post/209/ph-cerveza-y-usted-la-importancia-del-ph-en-la-elaboracion-cerveza>: <https://www.hannacolombia.com/blog/post/209/ph-cerveza-y-usted-la-importancia-del-ph-en-la-elaboracion-cerveza>
- Hernández, J., & Rojas, J. (4 de diciembre de 2004). Análisis de los factores que intervienen en la convivencia de los residentes de un colegio residencial. Caso: Ray Lindley: Metodología de la investigación. Puebla, México. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/hernandez_s_j/capitulo3.pdf

- ICONTEC. (15 de diciembre de 2010). Norma Técnica Colombiana 5830 - Requisitos para el análisis de peligros y puntos de control crítico APPCC (HACCP). Bogotá, Colombia.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-IICA. (junio de 1999). Industria de la cerveza: Guía para la aplicación del Sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos. San José, Costa Rica. Obtenido de <http://repiica.iica.int/docs/B0403e/B0403e.pdf>
- IVAMI. (8 de abril de 2014). Cerveza alterada por microorganismos - microorganismo/s implicado/s: Diagnóstico molecular (PCR); Identificación molecular de especie (secuenciación). Valencia, España. Obtenido de <https://www.ivami.com/es/microbiologia-de-alimentos/645-cerveza-alterada-por-microorganismos-microorganismo-s-implicado-s-b-diagnostico-molecular-pcr-identificacion-molecular-de-especie-secuenciacion>
- La República. (19 de mayo de 2021). Durante la pandemia, 36% de las personas en el mundo aumentaron consumo de alcohol. *La República*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/globoeconomia/durante-la-pandemia-36-de-las-personas-en-el-mundo-aumentaron-consumo-de-alcohol-3172147>
- Lalleman. (s.f.). "*Dentro del lúpulo*". Obtenido de <https://www.lallemandbrewing.com/pt-br/brazil/aromazyme/>
- Latorre, M., Hutzler, M., Michel, M., Zarnkow, M., Jacob, F., & Libkind, D. (March de 2006). Genotypic diversity of *Saccharomyces cerevisiae* spoilers in a community of craft microbreweries. *BrewingScience*, 73, 51-57. doi:10.23763/BrSc20-06latorre
- Ministerio de la protección social, de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (22 de junio de 2007). Resolución 2115. Bogotá, Colombia. Obtenido de https://laboratoriodeanalis.lasalle.edu.co/wcm/connect/LIAC/d951c109-a227-44a3-8a42-1d1f87db2b43/Resoluci%C3%B3n_2115-2007.pdf?MOD=AJPERES&CVID=IMo0SFe
- Ministerio de Salud y Protección Social. (22 de julio de 2013). *Resolución 2674 de 2013*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2674-de-2013.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. (9 de agosto de 2013). Decreto 1686 de 2013. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjNgJvqhuz1AhXhRzABHeKVCvMQFnoECAUQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.invima.gov.co%2Fdocuments%2F20143%2F430828%2FDecreto%2B1686%2Bde%2B2012.pdf%2F42a26f06-69d9-ebd1-d9c9-2a01b162f572&usg=AOv>
- MinSalud. (16 de febrero de 2021). Decreto 162 de 2021. Bogotá, Colombia. Obtenido de https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Decreto%20No.162%20de%202021.pdf

- Monroy, M. (agosto de 2019). Evaluación de parámetros fisicoquímicos en una cerveza utilizando Titalca como adjunto. Toluca, México. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/104878/Magaly%20tesis%20%28sin%20dato%20sensibles%29.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Muñoz, J. C. (noviembre de 2021). La cerveza artesanal en Bélgica. Sevilla, España. Obtenido de https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/129465/2021-22-179-77138009-MU%C3%91OZ_CARMONA_JC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Oddone, S. (febrero de 2021). Uso de adjuntos cerveceros. Argentina. Obtenido de <https://capacitacioneselmolino.com/wp-content/uploads/2021/02/Usode-Adjuntos-Cerveceros.pdf>
- OMS. (9 de mayo de 2018). *Micotoxinas*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins>
- OPS. (2015). *Justificación e importancia del Sistema HACCP*. Obtenido de https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10834:2015-justificacion-e-importancia-del-sistema-haccp&Itemid=41432&lang=es
- OPS. (2017). Análisis de peligros y puntos críticos de control APPCC. Obtenido de <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2017/food-safety-hacpp-cha-analisis-peligros-puntos-criticos-control.pdf>
- OPS. (7 de diciembre de 2020). El consumo de alcohol durante la pandemia de COVID-19 en América Latina y el Caribe. Washington, D.C., Estados Unidos. Obtenido de <https://iris.paho.org/handle/10665.2/53113>
- OPS. (s.f.). *Educación en inocuidad de alimentos: Glosario de términos*. Obtenido de https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10433:educacion-inocuidad-alimentos-glosario-terminos-inocuidad-de-alimentos&Itemid=41278&lang=es
- OPS/OMS. (12 de abril de 2021). *Organización Panamericana de la Salud*. Obtenido de Nuevo estudio de la OPS/OMS indica que 85 mil personas al año en las Américas pierden la vida exclusivamente por consumo de alcohol: <https://www.paho.org/es/noticias/12-4-2021-nuevo-estudio-opsoms-indica-que-85-mil-personas-al-ano-americas-pierden-vida>
- Organización Panamericana de la Salud - OPS. (2019). Informe sobre la situación mundial del alcohol y la salud 2018. Resumen. Washington, D.C., EE. UU. Obtenido de https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51352/OPSNMH19012_sp.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pardo, L. (julio de 2017). Microorganismos termorresistentes en la producción de cerveza. Estudio inicial. La Coruña, España. Obtenido de https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/19612/PardoRipoll_Luc%C3%ADa_TFG_2017.pdf?sequence=2
- Pardo, L. (julio de 2017). Microorganismos termorresistentes en la producción de cerveza. Estudio inicial. La Coruña, España. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=>

- ria&uact=8&ved=2ahUKEwjUvaKehez1AhWMRjABHfQpC1AQFnoECBIQA
Q&url=https%3A%2F%2Fruc.udc.es%2Fdspace%2Fbitstream%2Fhandle%
2F2183%2F19612%2FPardoRipoll_Luc%25C3%25ADa_TFG_2017.pdf%3
Fsequence%3D
- Perez, J. M. (3 de junio de 2010). *La cebada*. Obtenido de <http://lacebada10.blogspot.com/2010/06/morfologia-y-taxonomia-de-la-cebada.html>
- Perez, S. (noviembre de 2019). Propuesta de mejora de microcervecería mediante la implantación de un sistema de inocuidad alimentaria basado en la Norma ISO 22000 e innovación en el desarrollo de cerveza artesanal. Badajoz, España. Obtenido de https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/10309/1/TFGUEx_2019_Perez_Gordillo.pdf
- Priest, F., & Stewart, G. (2006). *Handbook of Brewing*. Boca Ratón, Florida, United States: Taylor & Francis Group, LLC.
- RENAPRA. (2018). *Red Nacional de Protección de Alimentos*. Obtenido de Historia de la cerveza: <https://mascapacitacionencerveza.files.wordpress.com/2018/01/historia-cerveza.pdf>
- RENAPRA. (s.f.). *Red Nacional de Protección de Alimentos*. Obtenido de Ingredientes esenciales: Cebada Malteada: <https://mascapacitacionencerveza.wordpress.com/ingredientes-esenciales-cebada-malteada/>
- Reyna, M., & Krammer, J.-P. (2017). *Apuntes para la historia de la cerveza en México*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=yYpnDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=historia+de+la+cerveza+pdf&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwic7MLM7qj4AhUDt4QIHTHmCjoQ6AF6BAgJEAI#v=onepage&q&f=true>
- Rodríguez, M. (octubre de 2021). Cerveza artesanal: innovaciones biotecnológicas en cervecería y sobre su impacto en la microbiota y salud intestinal. Madrid, España. Obtenido de <https://digital.csic.es/bitstream/10261/263763/3/Tesis%20Magaly%20Rodriguez%20Saavedra12-2021.pdf>
- Rodríguez, P. A. (2021). Análisis al consumidor cervecero artesanal en la ciudad de Bogotá y su razón de compra frente a la marca Lubianka. Bogotá, Colombia. Obtenido de https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/4197/Rodriguez_Paula_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ruso, C. (18 de Noviembre de 2020). *AINIA*. Obtenido de Las 3 tendencias de consumo de bebidas sin alcohol: <https://www.ainia.es/ainia-news/tendencias-consumo-bebidas-sin-alcohol/>
- Sakamoto, K., & Konings, W. (2003). Beer spoilage bacteria and hop resistance. *ELSEVIER*, 89, 105-124. Obtenido de

- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168160503001533?via%3Dihub>
- Semana. (05 de noviembre de 2021). País 'pocholero': según informe, colombianos toman más de 50 litros de cerveza al año. *Semana*. Obtenido de <https://www.semana.com/nacion/articulo/pais-pocholero-segun-informe-colombianos-toman-mas-de-50-litros-de-cerveza-al-ano/202102/>
- Suárez, C., Garrido, N. A., & Guevara, C. A. (enero de 2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica. *Redalyc*, *50*(1), 20-28. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf>
- Suárez, M. (julio de 2013). Cerveza: Componentes y propiedades. Oviedo, España. Obtenido de <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/19093/?sequence=8>
- Suiker, I., & Wösten, H. (april de 2022). Spoilage yeasts in beer and beer products. *Current Opinion in Food Science*, *44*, 1-7. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100815>
- Sun, S., Wang, X., Yuan, A., Liu, J., Li, Z., Xie, D., . . . Zhang, H. (23 de febrero de 2022). Chemical constituents and bioactivities of hops (*Humulus lupulus* L.) and their effects on beer-related microorganisms. *Food and Energy Security*, *11*(2). doi:<https://doi.org/10.1002/fes3.367>
- Universidad de Guadalajara. (s.f.). Clasificación general de las fuentes de información. Guadalajara, Jalisco, México. Obtenido de <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/portal/clasificacion-general-de-las-fuentes-de-informacion>
- White, C., & Zainasheff, J. (2010). *Yeast: The Practical Guide to Beer Fermentation*. Boulder, Colorado, United States: Brewers Publications.

8 ANEXOS

ANEXO 1. CHÁRTER

ACTA (CHARTER) DEL PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)

Nombres y apellidos: Erika Maritza López Linares

Lugar de residencia: Cota, Cundinamarca, Colombia

Institución: microcervecería ubicada en el Municipio de Tocancipá, Cundinamarca, Colombia

Cargo: Encargado del área de calidad

Información principal y autorización del PFG	
Fecha: 7 de febrero de 2022	Nombre del proyecto: Diseño de un programa de prerrequisitos de APPCC en una la Microcervecería en Colombia y su impacto como medida preventiva para la contaminación en cerveza artesanal, en tiempos de la Covid 19.
Fecha de inicio del proyecto: 7 de febrero de 2022	Fecha tentativa de finalización: 3 de agosto de 2022
Tipo de PFG (tesina/artículo): Tesina	
Objetivos del proyecto	
General: <p>Diseñar un programa de prerrequisitos de APPCC en una microcervecería en Colombia, para el control preventivo de un posible foco de contaminación en cerveza artesanal, en tiempos de la COVID 19.</p>	
Específicos: <ul style="list-style-type: none"> - Aplicar un diagnóstico en la en la planta de producción de la microcervecería, para identificar el nivel de cumplimiento de la normatividad sanitaria específica para cerveza en Colombia. - Analizar los resultados del diagnóstico, con el fin de proponer las medidas que permitan reducir el riesgo de contaminación cruzada en el proceso de producción y empaque del producto final. - Integrar los programas prerrequisitos de APPCC para el control preventivo de la inocuidad y calidad de la cerveza artesanal. 	

Descripción del producto:

El presente PFG, tiene como finalidad el proponer un diseño de un programa de prerequisites de APPCC en una planta dedicada a la producción de cervezas artesanales y otras bebidas alcohólicas y no alcohólicas. Del programa, se busca hacer especial énfasis en el establecimiento de los procesos de limpieza y desinfección que permitan reducir y evitar la contaminación tanto por microorganismos patógenos como por microorganismos contaminantes (llamados comúnmente en la industria como bacterias nocivas), para de esta manera asegurar la inocuidad y calidad del producto final.

Necesidad del proyecto:

En Colombia, la certificación en Buenas Prácticas de Manufactura para alimentos y bebidas es de índole voluntaria; mientras que, para la industria de bebidas alcohólicas, es de **carácter obligatorio**. Lo anterior, se establece debido a la importancia de garantizar la inocuidad de las bebidas alcohólicas a través del establecimiento de los requisitos sanitarios que permitan proteger la salud de los consumidores. Uno de los requerimientos para esta certificación es contar con la implementación del Plan de Saneamiento Básico, que comprende los programas de Limpieza y desinfección, manejo integrado de plagas, manejo de desechos sólidos y control de calidad del agua (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2013).

El presente proyecto buscar llevarse a cabo principalmente ante el compromiso del cumplimiento de la normativa vigente por parte Microcervecería y ante la necesidad de fortalecer todas las prácticas que conlleven a una producción segura de cerveza artesanal en términos de inocuidad y calidad en un escenario de incremento del consumo por parte de la población.

Justificación del impacto del proyecto:

De acuerdo el Ministerio de Salud de Colombia (2013), el consumo de bebidas alcohólicas se da con fines de socialización y recreación, así como también existen casos en donde la razón de consumo es para enfrentar diversos estados emocionales de las personas.

Durante los primeros meses de la crisis por la pandemia de la Covid-19, los gobiernos de varios países tomaron medidas que permitieran reducir el contagio en la población, tales como cierre de establecimientos no esenciales, toques de queda, cuarentenas, entre otros, que conllevaron a que, a medida que pasaba el tiempo, en las personas se aumentaran las tasas de incertidumbre, temor, aburrimiento y ansiedad (OPS, 2020). A pesar de que aún no se conoce la influencia que causó la pandemia sobre el consumo de bebidas alcohólicas, se tienen datos de que éste aumentó en un 5,2% en los hogares colombianos

durante la crisis en el 2020, siendo la cerveza una de las bebidas preferidas (El Tiempo, 2021). A nivel mundial, de acuerdo con el diario La República (2021), durante esta coyuntura el 36% de las personas aumentaron su consumo de alcohol como una nueva forma de entretenimiento en medio del encierro.

A la industria de cerveza artesanal, no solo la caracteriza sus volúmenes de producción (que generalmente son bajos), sino la inclusión constante de innovación y adaptación de los múltiples estilos de cerveza que existen en el mundo. Varios de estos estilos se caracterizan por tener modificaciones tanto en su materia prima, como en sus procesos de producción. Dependiendo del estilo, algunas cervezas no son filtradas para conservar algunas características sensoriales propias y por ende no se presenta una retención completa de la levadura del proceso y esta va al producto final. Adicionalmente, por temas de costos, en esta industria a menudo no hay un proceso de pasteurización (Baiano, Craft beer: An overview, 2020).

Debido a las características antimicrobianas que posee la cerveza, la cantidad de microorganismos presentes suele ser limitado, sin embargo, muchos de los que están presentes tienen la capacidad de adaptarse al entorno característico de este producto (presencia de alcohol, baja acidez, ambiente anaerobio, etc.) (García, Distribución de bacterias contaminantes de cerveza *Lactobacillus* y *Pediococcus* en el ambiente de elaboración de cerveza, 2017). La presencia de estos microorganismos contaminantes puede darse principalmente por contaminaciones en la materia prima y en el ambiente de producción; los mismos, traen importantes consecuencias negativas en la calidad del producto final y, a pesar de que no producen efectos nocivos importantes en la salud de los consumidores, se han detectado la supervivencia de microorganismos patógenos como *Bacillus cereus* o *Escherichia coli* O157:H (Pardo, Microorganismos termorresistentes en la producción de cerveza. Estudio inicial., 2017) y otros que se presentan como indicadores de malas prácticas de manufactura en el proceso.

Ante esta situación y como parte del compromiso de en la organización, este proyecto permitirá implementar y fortalecer todas las acciones que conlleven a la producción de bebidas seguras en términos de inocuidad y calidad.

Restricciones:

El PFG debe culminarse antes de agosto de 2022
Falta de disponibilidad de laboratorios comerciales que realicen análisis microbiológicos con medios selectivos para cerveza.

Entregables: <ul style="list-style-type: none"> • Avances periódicos del desarrollo del PFG al tutor (a). • Entrega del documento aprobado al lector (a) para su revisión y para su posterior aprobación y calificación. Tribunal evaluador (tutor (a) y lector(a), entregan calificación promediada.	
Identificación de grupos de interés: Cliente(s) directo(s): Empresa de carácter privado Cliente(s) indirecto(s): Consumidores de cerveza artesanal	
Aprobado por Director MIA: Félix Modesto Cañet Prades, PhD	Firma:
Aprobado por profesora Seminario Graduación: MIA. Ana Cecilia Segreda Rodríguez	Firma:
Estudiante: Erika López Linares	Firma:

ANEXO 2. APLICACIÓN DE LA LISTA DE CHEQUEO

ASPECTOS A VERIFICAR		CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES
1	EDIFICACIONES E INSTALACIONES FÍSICAS		
1.1	La planta está ubicada en un lugar alejado de focos de insalubridad o contaminación. (Núm. 1.1 Art. 23 Dec. 1686/2012)	2	
1.2	El funcionamiento de la planta coloca en riesgo la salud y el bienestar de la comunidad. (Núm. 1.2 Art. 23 Dec. 1686/2012)	2	
1.3	El acceso y los alrededores de la planta se encuentran limpios libres de acumulación de basura. (Núm. 1.3 Art. 23 Dec. 1686/2012)	2	
1.4	La edificación y sus instalaciones están construidas de manera que se facilitan las operaciones de limpieza y desinfección, según lo establecido en el plan de saneamiento del establecimiento. (Núm. 2.4 Art. 23 Dec. 1686/2012)	2	
1.5	El acceso de la planta tiene superficies pavimentadas o recubiertas con materiales que facilitan el mantenimiento sanitario e impiden la generación de polvo o el estancamiento de aguas. (Núm. 1.3 Art. 23 Dec. 1686/2012)	2	
1.6	La construcción está diseñada de manera tal que protege los ambientes de producción e impide la entrada de polvo, lluvia, suciedades u otros contaminantes. (Núm. 2.1 Art. 23 Dec. 1686/2012)	1	La operación de recepción de materias primas y salida de productos terminados permite comunicación directa entre ambiente exterior y áreas de proceso.
1.7	La construcción presenta aislamiento y protección contra el ingreso y refugio de plagas y animales domésticos. (Núm. 2.1 Art. 23 Dec. 1686/2012)	1	Hace falta protección contra entrada de roedores en la puerta de comedor de los colaboradores.
1.8	Las áreas están separadas de cualquier tipo de vivienda y no pueden ser utilizadas como dormitorio. (Núm. 2.6 Art. 23 Dec. 1686/2012)	2	
1.9	Las áreas tienen el tamaño adecuado para la instalación operación y mantenimiento de los equipos, así como para la circulación del personal y el traslado de materiales o productos. (Núm. 2.3 Art. 23 Dec. 1686/2012)	2	
1.10	Existe secuencia lógica del proceso, desde la recepción de los insumos hasta el despacho del producto terminado, de tal manera que se evita la contaminación cruzada. (Núm. 2.3 Art. 23 Dec. 1686/2012)	2	
1.11	Existen condiciones de temperatura, humedad u otras necesarias para la ejecución higiénica de las operaciones de elaboración. (Núm. 2.3 Art. 23 Dec. 1686/2012)	2	
1.12	El tamaño de los almacenes o depósitos está en proporción a los volúmenes de insumos y de productos terminados manejados por el establecimiento. (Núm. 2.5 Art. 23 Dec. 1686/2012)	1	El almacenamiento de latas y barriles se realiza en área compartida con las de elaboración y envase. No se cuenta con un espacio suficiente para el almacenamiento de barriles y latas.
1.13	Los almacenes o depósitos disponen de espacios para la circulación del personal, el traslado de materiales o productos y para realizar la limpieza y el mantenimiento de las áreas respectivas. (Núm. 2.5 Art. 23 Dec. 1686/2012)	2	

2	INSTALACIONES SANITARIAS		
2.1	La planta dispone de instalaciones sanitarias en cantidad suficiente, independiente para hombres y mujeres, separadas de las áreas de elaboración y dotadas de elementos de aseo y limpieza para la higiene del personal. (Núm. 6.1 Art. 23 Dec. 1686/2012)	2	
2.2	La planta tiene instalados lavamanos (deseable, de accionamiento no manual) en las áreas de producción o próximos a éstas para la higiene personal que manipule las bebidas alcohólicas, y se facilita la supervisión de estas prácticas. (Núm. 6.2 y 6.3 Art. 23 Dec. 1686/2012)	2	
2.3	Se dispone de instalaciones adecuadas para la limpieza y desinfección de los equipos y utensilios de trabajo. (Núm. 6.4 Art. 23 Dec. 1686/2012)	2	
3	PERSONAL MANIPULADOR		
3.1	PRÁCTICAS HIGIÉNICAS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN		
3.1.1	Los empleados cumplen con las buenas prácticas higiénicas en sus labores y observan una excelente limpieza e higiene personal, de manera que se evita la contaminación de las bebidas alcohólicas y de las superficies en contacto con éstas. (Núm. 1 Art. 28 Dec. 1686/2012)	2	
3.1.2	Todos los empleados usan vestimenta de trabajo de color claro; con cierres o cremalleras y/o broches en lugar de botones u otros accesorios que puedan caer en la bebida alcohólica; sin bolsillos ubicados por encima de la cintura y los delantales se usan de manera adecuada y segura. (Núm. 2 Art. 28 Dec. 1686/2012)	1	Los pantalones de la dotación del personal poseen botones.
3.1.3	El personal que manipula bebidas alcohólicas se lava y desinfecta las manos antes de empezar su trabajo y cada vez que sea necesario. (Núm. 3 Art. 28 Dec. 1686/2012)	2	
3.1.4	El personal que manipula bebidas alcohólicas utiliza malla, gorro u otro medio efectivo para recubrir el cabello, tapabocas y protectores de barba, bigote o patillas de forma adecuada y permanente. (Núm. 4 Art. 28 Dec. 1686/2012)	1	No se hace uso permanente de protectores para barba.
3.1.5	Las manos se encuentran limpias, con uñas cortas y sin esmalte. (Núm. 5 Art. 28 Dec. 1686/2012)	2	
3.1.6	Los empleados usan calzado cerrado de material resistente e impermeable. (Núm. 6 Art. 28 Dec. 1686/2012)	1	Las botas del personal no se encuentran en buen estado.
3.1.7	Los guantes están limpios y desinfectados, sin roturas o desperfectos, adecuados para la operación a realizar y se ubican en un lugar donde se previene su contaminación. (Núm. 7 Art. 28 Dec. 1686/2012)	1	No se cuenta con un sitio de ubicación para los guantes.
3.1.8	El personal que manipula bebidas alcohólicas no utiliza anillos, aretes, joya u otros accesorios. En caso de usar lentes o gafas, estos se aseguran a la cabeza. (Núm. 8 Art. 28 Dec. 1686/2012)	2	
3.1.9	Los manipuladores evitan prácticas higiénicas como comer, beber, fumar, u otra práctica inadecuada en las áreas de producción o en cualquier otra zona donde exista riesgo de contaminación del producto. (Núm. 9 Art. 28 Dec. 1686/2012)	2	

3.1.10	El personal que manipula directamente los productos cuenta con estado de salud apto, no presenta afecciones de la piel o enfermedad infecciosa, se llevan los registros respectivos. (Núm. 10 Art. 28 Dec. 1686/2012)	2	
3.1.11	Los visitantes cumplen con las medidas de protección y sanitarias estipuladas por el establecimiento. (Núm. 11 Art. 28 Dec. 1686/2012)	1	No se ingresa de forma permanente con batas desechables y no existe protección para el calzado de los visitantes.
3.2	EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN		
3.2.1	Existe plan de capacitación continua y permanente en temas higiénico-sanitarios, debidamente documentado y con registros. (Núm. 1 y 4 Art. 27 Dec. 1686/2012)	2	
3.2.2	El plan de capacitación está bajo la responsabilidad de personas idóneas. (Núm. 2 Art. 27 Dec. 1686/2012)	2	
3.2.3	Existen avisos alusivos en prácticas higiénico-sanitarias, en sitios estratégicos. (Núm. 3 Art. 27 Dec. 1686/2012)	2	
4	PLAN DE SANEAMIENTO		
4.1	ABASTECIMIENTO DE AGUA		
4.1.1	El agua utilizada en la planta es potable. (Núm. 3.1 Art. 23 Dec. 1686/2012)	2	
4.1.2	Existen parámetros de calidad para el agua potable. (Núm. 3.1 Art. 23 Dec. 1686/2012)	2	
4.1.3	La fábrica cuenta con registros de laboratorio fisicoquímicos y microbiológicos que verifiquen la calidad del agua. (Núm. 3.1 Art. 23 Dec. 1686/2012)	2	
4.1.4	El suministro de agua potable se realiza la temperatura y presión requeridas para el proceso. (Núm. 3.2 Art. 23 Dec. 1686/2012)	2	
4.1.5	El agua no potable, usada para actividades indirectas (vapor o refrigeración) se transporta por un sistema de tuberías completamente independientes e identificadas por colores, no existen conexiones cruzadas ni sifonaje de retroceso con las tuberías de agua potable. (Núm. 3.3 Art. 23 Dec. 1686/2012)	N/A	No se hace uso de agua no potable.
4.1.6	La planta tiene tanque de almacenamiento de agua potable con capacidad suficiente para un día de producción, se lava y desinfecta periódicamente y se cuenta con registros de esta actividad. (Núm. 3.4 Art. 23 Dec. 1686/2012)	2	
4.1.7	Cuando se cuenta con equipo desmineralizador, ozonizador, entre otros, para el tratamiento del agua, se cuenta con procedimientos y registros de mantenimiento y limpieza. (Núm. 1 Art. 25 Dec. 1686/2012)	0	No se cuenta con soportes de mantenimiento para el equipo de tratamiento de agua.
4.2	DISPOSICIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS		
4.2.1	La fábrica dispone de sistemas sanitarios adecuados para la recolección, el tratamiento y disposición de aguas residuales. (Núm. 4.1 Art. 23 Dec. 1686/2012)	1	La separación física entre la PTAR y los ambientes de proceso no garantiza hermeticidad suficiente.
4.2.2	El manejo de residuos líquidos dentro del establecimiento se realiza de manera que impida la contaminación del producto, del ambiente y del personal de la empresa. (Núm. 4.2 Art. 23 Dec. 1686/2012)	1	Se corre con riesgo de empozamiento de agua residual en las canaletas cuando el sistema de PTAR no funciona.

4.3	DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS		
4.3.1	La fábrica remueve con frecuencia los residuos sólidos de las áreas de producción, de manera que no generen olores y plagas. (Núm. 5.1 Art. 23 Dec. 1686/2012)	1	Los residuos reciclables no son removidos de manera frecuente.
4.3.2	La fábrica dispone de recipientes e instalaciones para la recolección y almacenamiento temporal de residuos sólidos. (Núm. 5.2 Art. 23 Dec. 1686/2012)	1	Los recipientes para la recolección no son suficientes.
4.3.3	Los recipientes utilizados para materiales no comestibles y desechos son a prueba de fugas, debidamente identificados, de material impermeable, resistente a la corrosión, de fácil limpieza y provisto de tapa. (Núm. 7 Art. 25 Dec. 1686/2012)	1	El recipiente para la recolección de residuos reciclables no es del material adecuado (es en madera).
4.3.4	La fábrica cuenta con instalaciones, elementos, áreas y recursos que garantizan una eficiente labor de recolección, conducción, manejo, almacenamiento temporal, clasificación, transporte y disposición de residuos sólidos que evite la contaminación de los productos, áreas, dependencias y equipos. (Núm. 2 Art. 35 Dec. 1686/2012)	2	
4.4	LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN		
4.4.1	Existe programa escrito específico de limpieza y desinfección y se cumplen conforme a lo programado. (Núm. 1 Art. 35 Dec. 1686/2012)	2	
4.4.2	Se realiza inspección, limpieza y desinfección periódica en las diferentes áreas, equipos, utensilios y manipuladores y existen registros correspondientes. (Núm. 1 Art. 35 Dec. 1686/2012)	1	Las canaletas para desagüe evidencian falta de limpieza.
4.4.3	Se tienen claramente definidos los productos utilizados: fichas técnicas, concentraciones, modo de preparación y empleo y rotación de los mismos. (Núm. 1 Art. 35 Dec. 1686/2012)	2	
4.4.4	Los detergentes y desinfectantes cuentan con un área específica para su almacenamiento y los productos están rotulados y separados según su uso. (Núm. 8 Art. 82 Dec. 1686/2012)	2	
4.5	CONTROL DE PLAGAS (ANTRÓPODOS, ROEDORES Y AVES)		
4.5.1	Existen procedimientos escritos específicos y registros de control integrado de plagas con enfoque preventivo y se ejecutan conforme al programa previsto. (Núm. 3 Art. 35 Dec. 1686/2012)	2	
4.5.2	No hay evidencia, huellas de la presencia o daños de plagas. (Núm. 3 Art. 35 Dec. 1686/2012)	2	
4.5.3	Existen dispositivos en buen estado y bien ubicados para el control de plagas (electrocutores, rejillas, coladeras, trampas, cebos, etc.). (Núm. 3 Art. 35 Dec. 1686/2012)	2	
4.5.4	Los plaguicidas y otras sustancias peligrosas cuentan con un área específica para su almacenamiento y los productos están rotulados y separados según su uso. (Núm. 7 Art. 82 y Núm. 3 Art. 35 Dec. 1686/2012)	N/A	No se almacenan este tipo de sustancias en la planta.

5	CONDICIONES DE PROCESO Y FABRICACIÓN		
5.1	EQUIPOS Y UTENSILIOS		
5.1.1	Existe adecuada separación física entre aquellas áreas donde se realizan operaciones de elaboración susceptibles de ser contaminadas por otras operaciones o un medio de contaminación presentes en las áreas adyacentes. (Núm. 2.2 Art. 23 Dec. 1686/2012)	2	
5.1.2	La planta cuenta con los equipos mínimos requeridos para el proceso de producción. (Núm. 1 Art. 25 Dec. 1686/2012)	2	
5.1.3	El diseño y la ubicación de los equipos evitan la contaminación cruzada y permiten llevar a cabo de manera adecuada las operaciones de limpieza, desinfección y mantenimiento. (Núm. 1 Art. 25 Dec. 1686/2012)	2	
5.1.4	Los equipos, utensilios y las superficies en contacto con el producto están libres de polvo, suciedad y se encuentran en buen estado. (Núm. 1 Art. 25 Dec. 1686/2012)	2	
5.1.5	Los equipos y superficies en contacto con los productos están fabricados con materiales lisos, inertes, no tóxicos, resistentes a la corrosión, no recubierto con pinturas o materiales desprendibles. (Núm. 2 Art. 25 Dec. 1686/2012)	1	La malla imantada del molino presenta puntos de soldadura sin pulir. No cuenta con soporte para la resolución 683 de 2012 para los equipos y utensilios en contacto con alimentos donde indique que los mismos estén autorizados en las listas positivas de materias primas para la elaboración de equipamientos.
5.1.6	Las áreas circundantes de los equipos son de fácil limpieza y desinfección. (Núm. 2 Art. 25 Dec. 1686/2012)	2	
5.1.7	Los equipos están ubicados, según la secuencia lógica del proceso tecnológico y evitan la contaminación cruzada. (Núm. 1 Art. 25 Dec. 1686/2012)	2	
5.1.8	Los equipos en donde se realizan operaciones críticas cuentan con instrumentos y accesorios para medición y registro de variables de proceso. (termómetros, termógrafos, pH-metros, etc.). (Núm. 1 Art. 25 Dec. 1686/2012)	2	
5.1.9	Las mesas y mesones son lisos, de bordes redondeados, de material impermeable, inoxidable y se encuentran limpias. (Núm. 2 Art. 25 Dec. 1686/2012)	2	
5.1.10	Las tuberías, válvulas y ensambles no presentan fugas y están localizados en sitios donde no significan riesgo de contaminación del producto. (Núm. 4 Art. 25 Dec. 1686/2012)	2	
5.1.11	Los tornillos, remaches, tuercas o clavijas están asegurados para prevenir que caigan dentro del producto o equipo en proceso. (Núm. 5 Art. 25 Dec. 1686/2012)	2	
5.1.12	Los equipos y sus partes que requieren lubricación están diseñados de manera que no hay riesgo de contaminación de los productos que se elaboran, los lubricantes son de grado alimenticio. (Núm. 6 Art. 25 Dec. 1686/2012)	2	
5.1.13	Los tanques y recipientes están identificados o rotulados con la información del producto que contiene. (Núm. 8 Art. 25 Dec. 1686/2012)	2	

5.1.14	Existen programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos utilizados para el proceso de producción. (Núm. 9 Art. 25 Dec. 1686/2012)	1	No presenta registros de mantenimiento preventivo de todos los equipos incluidos en el cronograma. Algunas abrazaderas para mangueras CO dos y acoples entre líneas de vapor en sala de cocción y accesorios externos de la envasadora presentan fallas de mantenimiento y oxidación.
5.1.15	Los equipos e instrumentos utilizados en las mediciones de control de calidad son verificados y calibrados periódicamente y están debidamente documentados. (Núm. 5 Art. 37 Dec. 1686/2012)	2	
5.2	HIGIENE LOCATIVA DE LA SALA DE PROCESO		
5.2.1	Los pisos son resistentes, no porosos impermeables, no absorbentes, no deslizantes y libres de grietas o defectos que dificulten la limpieza y desinfección y se encuentran limpios y en buen estado. (Núm.1.1 Art. 24 Dec. 1686/2012)	1	Se evidencian grietas en las uniones del piso y pared en todas las áreas.
5.2.2	El piso tiene la inclinación adecuada para efectos de drenaje y el sistema de tuberías para la conducción de agua residual permite una rápida y efectiva evacuación de los volúmenes generados. (Núm.1.2 y 1.3 Art. 24 Dec. 1686/2012)	1	En el área de la cocina, se evidencia empozamiento de agua debido a que la inclinación no es la adecuada. Se evidencia empozamiento de agua en la parte trasera de los tanques de adecuación.
5.2.3	Los sifones están equipados con rejillas adecuadas. (Núm. 1.3 Art. 24 Dec. 1686/2012)	0	Los sifones del área de elaboración no cuentan con rejilla.
5.2.4	Existen trampas para grasas y sólidos adecuadas (si se requiere) diseñadas de forma que permitan su limpieza. (Núm. 1.3 Art. 24 Dec. 1686/2012)	2	
5.2.5	En las áreas de elaboración y envasado las paredes son de materiales resistentes, impermeables, no absorbentes y se encuentran limpios y en buen estado. (Núm. 2 Art. 24 Dec. 1686/2012)	2	
5.2.6	Los techos presentan adecuado diseño, son de fácil limpieza y se encuentran en buen estado y no hay signos de condensaciones o humedad. (Núm. 3.1 Art. 24 Dec. 1686/2012)	2	
5.2.7	Las ventanas y otras aberturas en las paredes están construidas de modo que evitan la acumulación de polvo, suciedades y facilitan la limpieza; aquellas provistas de barreras físicas son de fácil limpieza y mantenimiento. (Núm. 4 Art. 24 Dec. 1686/2012)	2	
5.2.8	Las áreas de la elaboración no tienen comunicación directamente con el exterior. (Núm. 5.2 Art. 24 y Núm. 2.1 Art. 29 Dec. 1686/2012)	0	La operación de recepción de materias primas y salida de productos terminados permite comunicación directa entre ambiente exterior y áreas de proceso.
5.2.9	Las escaleras, elevadores y estructuras complementarias (rampas, plataformas) están construidas de manera que no dificulten el flujo regular del proceso y son de fácil limpieza. (Núm. 6 Art. 24 Dec. 1686/2012)	2	
5.2.10	Las instalaciones eléctricas, mecánicas y de prevención de incendios están diseñadas de tal manera que impiden la acumulación de sus ciudades y el albergue de plagas. (Núm. 6.2 Art. 24 Dec. 1686/2012)	1	El cuarto eléctrico evidencia falta de limpieza.
5.2.11	Las áreas tienen una adecuada iluminación natural y/o artificial. (Núm. 7.1 Art. 24 Dec. 1686/2012)	2	
5.2.12	Las lámparas y accesorios en las áreas de elaboración y envasado son de seguridad y están protegidas para evitar la contaminación. (Núm. 7.2 Art. 24 Dec. 1686/2012)	2	

5.2.13	La ventilación y la temperatura del ambiente de la sala de proceso es adecuada y no afecta la calidad del producto ni influye en la comodidad de los operarios. (Núm. 8.1 Art. 24 Dec. 1686/2012)	2	
5.2.14	El sistema de ventilación natural o artificial garantiza la remoción de vapores y olores que pueden ser peligrosos, insalubres y pongan en riesgo la calidad de los procesos y productos. (Núm. 8.1 Art. 24 Dec. 1686/2012)	2	
5.2.15	Las aberturas para circulación de aire están protegidas con mallas de un material sanitario y son fácilmente removibles para su limpieza y mantenimiento. (Núm. 8.2 Art. 24 Dec. 1686/2012)	2	
5.2.16	La sala de máquinas está separada de las diferentes áreas del proceso, evitando contaminación de los productos y materias primas. (Art. 33 Dec. 1686/2012)	2	
5.3	MATERIAS PRIMAS E INSUMOS		
5.3.1	La recepción de primas e insumos se realiza en condiciones que eviten su contaminación, alteración y daños físicos. (Núm. 1.1 Art. 29 Dec. 1686/2012)	2	
5.3.2	Previo al uso las materias primas e insumos son clasificadas y sometidos a análisis de laboratorio (cuando así se requiera) y control de calidad para determinar si cumplen con las especificaciones establecidas. (Núm. 1.2 Art. 29 Dec. 1686/2012)	2	
5.3.3	Las condiciones y equipo utilizado en descargue y recepción de la materia prima son adecuadas y evitan la contaminación, alteración y daños físicos. (Núm. 1.1 Art. 29 Dec. 1686/2012)	2	
5.3.4	Las materias primas empleadas se encuentran dentro de su vida útil y están debidamente identificadas y rotuladas de conformidad con la reglamentación sanitaria y vigente. (Núm. 1.4 Art. 29 Dec. 1686/2012)	2	
5.3.5	En las áreas de producción se evidencia únicamente las materias primas e insumos requeridos para el proceso. (Núm. 3 Art. 82 Dec. 1686/2012)	1	En el cuarto frío se evidencian alimentos de consumo de los colaboradores.
5.3.6	Se llevan registros de rechazos de materias primas y productos. (Núm. 2 Art. 37 Dec. 1686/2012)	2	
5.3.7	Se tienen procedimientos de recepción de materias primas que estipulen las especificaciones de calidad de las materias primas: procedencia, volumen, rotación, condiciones de conservación, etcétera. (Núm. 1 Art. 37 Dec. 1686/2012)	1	No se presentan soportes de cumplimiento a las resoluciones 2906 de 2007 (límites máximos de residuos de plaguicidas) y 4506 de 2013 (niveles máximos de contaminantes en los alimentos) para las materias primas que aplique.
5.4	ENVASES		
5.4.1	La fábrica cuenta con los equipos y utensilios adecuados para el lavado de envases reutilizados. (Núm. 1 Art. 25 Dec. 1686/2012)	N/A	No se hace uso de envases reutilizados.
5.4.2	Los envases en lavan y se infectan previo uso, se encuentran debidamente identificados, existe procedimiento y se lleva un registro. (Núm. 3 Art. 29 y Núm. 2 Art. 31 Dec. 1686/2012)	1	No se cuenta con procedimientos de desinfección para latas y barriles.
5.4.3	Los envases y materiales complementarios para envases de bebidas alcohólicas (tapas, empaques, cartones, sellos, bandas, embalajes y otros) se encuentran almacenados. En adecuadas condiciones de sanidad, limpieza y alejados de focos de contaminación. (Núm. 1, 2, 4 Art. 82 Dec. 1686/2012)	2	

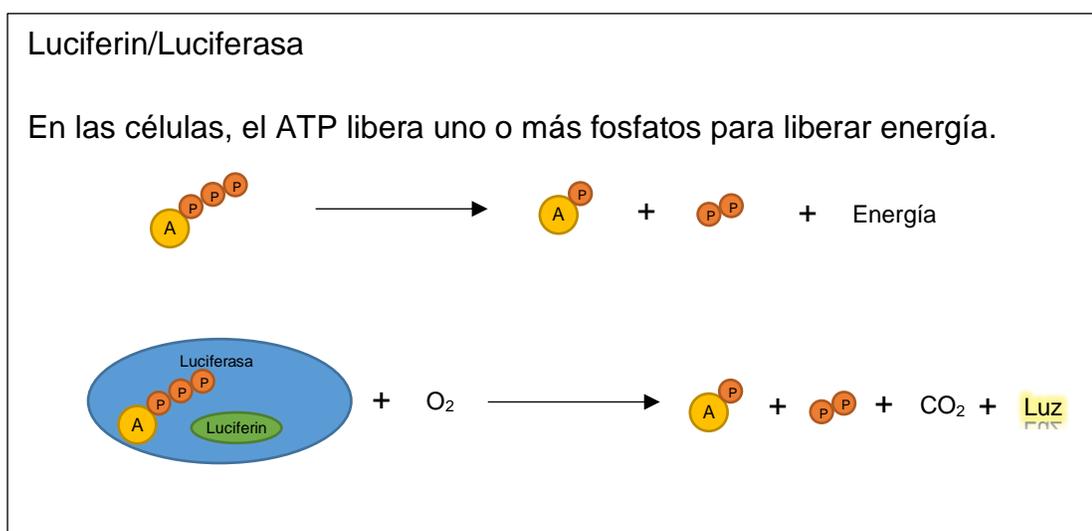
5.4.4	Los envases son adecuados y están fabricados con materiales apropiados para estar en contacto con la bebida alcohólica, conforme lo previsto en la reglamentación sanitaria vigente sobre la materia. (Núm. 1 y párrafo del Art. 30 Dec. 1686/2012)	2	
5.4.5	Los envases le confieren al producto una adecuada protección durante la distribución, almacenamiento, transporte y expendio, con un cierre que impida la contaminación. (Art. 30 Dec. 1686/2012)	2	
5.4.6	Los envases no evidencian marcas o leyendas correspondientes a otros fabricantes o productos o presentan señales de la utilización de mecanismos para ocultarlas. (Párrafo Art. 31 Dec. 1686/2012)	2	
5.4.7	No hay evidencia de la utilización previa de los envases para fines diferentes que pudiesen contaminar el producto a contener. (Núm. 2 Art. 30 Dec. 1686/2012)	2	
5.4.8	Los envases son inspeccionados antes de su uso. (Núm. 3 Art. 30 Dec. 1686/2012)	2	
5.5	CONDICIONES DE FABRICACIÓN		
5.5.1	La planta cuenta con las diferentes áreas y secciones requeridas para el proceso. (Art. 23 Dec. 1686/2012)	2	
5.5.2	Los procesos de fermentación, destilación, preparación y envasado cuentan con los recipientes, equipos de producción y regulación, medición y control suficientes y adecuados que permitan ofrecer la confiabilidad de las especificaciones técnicas atribuidas a cada bebida alcohólica. (Núm. 2.2 Art. 29 Dec. 1686/2012)	2	
5.5.3	Los tanques de almacenamiento o procesamiento de productos están identificados y permiten realizar la inspección. (Núm. 2.3 Art. 29 Dec. 1686/2012)	2	
5.5.4	Se evidencia registros de los lotes de producción que incluya los detalles de la elaboración. (Núm. 2.4 Art. 29 Dec. 1686/2012)	2	
5.5.5	Las bebidas alcohólicas que no cumplen con los requisitos específicos están separadas e identificadas para su posterior reclasificación, rechazo o disposición final. (Núm. 2.6 Art. 29 Dec. 1686/2012)	N/O	No se observó producto con estas características.
5.6	OPERACIONES DE ENVASADO Y ROTULADO		
5.6.1	El envasado de las bebidas alcohólicas se realiza en condiciones sanitarias adecuadas que evitan la contaminación del producto. (Núm. 1 Art. 31 Dec. 1686/2012)	2	
5.6.2	El marcado del lote y/o fecha de vencimiento es claro, visible y legible, e indeleble en el producto final. (Núm. 2 Art. 31 Dec. 1686/2012)	1	En algunas latas no es legible la información.
5.6.3	Los productos se encuentran rotulados de conformidad con la reglamentación sanitaria. (Art. 46 Dec. 1686/2012)	2	
5.7	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO		
5.7.1	Las áreas de almacenamiento de materias primas, insumos y productos terminados se encuentran limpias y desinfectadas. (Núm. 1 Art. 82 Dec. 1686/2012)	2	
5.7.2	El almacenamiento de productos terminados no afecta la inocuidad, funcionalidad e integridad de los mismos. (Núm. 2 Art. 82 Dec. 1686/2012)	2	

5.7.3	Las materias primas e insumos se almacenan en sitios adecuados e independientes, que eviten su contaminación y alteración y debidamente identificadas y rotuladas. (Núm. 1.3 y 1.4 Art. 29 Dec. 1686/2012)	1	EL lúpulo se encuentra almacenado en la misma área de almacenamiento de producto terminado.
5.7.4	Se llevan registros de control de entrada, salida y rotación de productos. (Núm. 3 Art. 82 Dec. 1686/2012)	2	
5.7.5	El almacenamiento de los insumos, materias primas o productos terminados se realiza ordenadamente en pilas o estibas, sobre palés en buen estado, con adecuada separación con respecto a las paredes, de manera que se permita la inspección, limpieza y control de plagas. (Núm. 4 Art. 82 Dec. 1686/2012)	2	
5.7.6	El almacenamiento de bebidas alcohólicas y materias primas devueltas a la empresa o que se encuentran dentro de las instalaciones con fecha de vencimiento caducada se encuentran en un área o depósito exclusivo para tal fin. (Núm. 6 Art. 82 Dec. 1686/2012)	N/O	No se observó producto bajo estas características.
5.7.7	Se llevan registros en los que se consigna fecha, cantidad de producto y salidas parciales o totales de los productos y materias primas con fechas de vencimiento caducada. (Núm. 6 Art. 82 Dec. 1686/2012)	2	
5.8	CONDICIONES DE TRANSPORTE		
5.8.1	Los vehículos se encuentran en adecuadas condiciones sanitarias de aseo y operación para el transporte de los productos. (Art. 83 Dec. 1686/2012)	1	Se observa inadecuada limpieza en el camión de transporte de producto terminado.
5.8.2	El transporte garantiza las condiciones adecuadas de conservación requeridas para el producto. (Art. 83 Dec. 1686/2012)	2	
5.8.3	Los productos no son transportados juntamente con sustancias peligrosas o tóxicas. (Art. 83 Dec. 1686/2012)	2	
6	ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD		
6.1	VERIFICACIÓN DE DOCUMENTACIÓN Y PROCEDIMIENTOS		
6.1.1	La planta cuenta con un Sistema de Aseguramiento y Control de Calidad esencialmente preventivo, con políticas claras e indicadores, y cubre todas las etapas, desde la obtención de materias primas e insumos, hasta la distribución y venta de productos terminados. (Art. 36 Dec. 1686/2012)	2	
6.1.2	La fábrica cuenta con un responsable idóneo para el manejo de Aseguramiento y Control de la Calidad. (Parágrafo Art. 82 Dec. 1686/2012)	2	
6.1.3	Se cuenta con registros que soporten la implementación del programa de control de calidad. (Art. 36 Dec. 1686/2012)	2	
6.1.4	Las actividades relacionadas con la inspección y ensayo están bajo la responsabilidad del director técnico o profesionales o técnicos capacitados. (Art. 37 Dec. 1686/2012)	2	
6.1.5	La planta cuenta con programas de verificación de cumplimiento de calidad de las materias primas, insumos y productos terminados. (Núm. 1 Art. 37 Dec. 1686/2012)	2	

6.1.6	Existen registros de los lotes de producción retenidos o rechazados con el fin de evitar que los mismos sean vendidos o distribuidos. (Núm. 2 Art. 37 Dec. 1686/2012)	0	No existen registros donde se evidencie lotes retenidos o rechazados.
6.1.7	Existen especificaciones de fichas técnicas de materias primas y producto terminado, en donde se incluyen criterios de aceptación, retención, liberación y rechazo y planes de muestreo para los análisis de rutina. (Núm. 1 Art. 37 Dec. 1686/2012)	2	
6.1.8	La planta cuenta con programa de control a proveedores, se ejecuta conforme lo previsto y se tienen los registros correspondientes. (Núm. 3 Art. 37 Dec. 1686/2012)	2	
6.1.9	Existen manuales, guías, instrucciones y fichas técnicas para verificar el cumplimiento de la calidad de equipos, procesos y procedimientos requeridos para la fabricación del producto. (Núm. 3 Art. 37 Dec. 1686/2012)	1	No se cuenta con ficha técnica para la totalidad de los equipos.
6.1.10	Los equipos e instrumentos utilizados en las mediciones de control de los diferentes procesos son verificados y calibrados periódicamente y existen soportes documentados. (Núm. 5 Art. 37 Dec. 1686/2012)	2	
6.1.11	Poseen registros y muestras testigos del producto elaborado. (Núm. 6 Art. 37 Dec. 1686/2012)	1	No se cuenta con los registros.
6.1.12	La identificación de los lotes y la fecha de producción permiten la trazabilidad de los productos y materias primas. (Núm. 8 Art. 37 Dec. 1686/2012)	2	
6.1.13	Los registros generados en los diferentes procesos garantizan seguridad y confiabilidad de los datos. (Núm. 7 y 8 Art. 37 Dec. 1686/2012)	2	
6.2	SERVICIOS DE LABORATORIO		
6.2.1	La fábrica cuenta con un director técnico idóneo que acredite el título de: químico, ingeniero químico, químico farmacéutico o ingeniero de alimentos. (Art. 40 Dec. 1686/2012)	2	
6.2.2	El laboratorio de calidad cuenta con un área adecuada de almacenamiento y muestras, patrones de referencias y registros. (Art. 38 Dec. 1686/2012)	2	
6.2.3	La planta cuenta con un laboratorio propio para el control de calidad rutinario de bebidas alcohólicas y éste se encuentra en un área independiente. (Art. 39 Dec. 1686/2012)	2	
6.2.4	La empresa tiene establecidos los procedimientos de control fisicoquímico, organoléptico y microbiológico en las distintas etapas del proceso de elaboración de bebidas alcohólicas, para prevenir cualquier incumplimiento o no conformidad con las especificaciones o cualquier otro defecto de calidad de los productos, material de envase o de producto terminado. (Art. 39 Dec. 1686/2012)	1	No se cuenta con procedimientos organolépticos.
6.2.5	Se tienen establecidos los controles microbiológicos en aquellos productos que así lo requieren dentro de los análisis rutinarios. (Art. 39 Dec. 1686/2012)	2	
6.2.6	La planta cuenta con laboratorio de calidad externo. (Art. 39 Dec. 1686/2012).	2	

ANEXO 3. FUNDAMENTO DE LA TÉCNICA DE LUMINOMETRÍA

Las 3M Clean-Trace Pruebas usan la enzima Luciferina/Luciferasa para producir luz que es proporcional a la cantidad de ATP presente. El 3M Clean-Trace Luminómetro mide la intensidad de la luz que emite una muestra y presenta el resultado de la prueba en Unidades Relativas de Luz (URL). Los usuarios realizan un estudio de validación sobre sus muestras superficiales o de agua para determinar los umbrales de resultados URL para pasa, falla y precaución (3M, 2016).



Para la liberación después del proceso de limpieza y desinfección, se debe realizar una prueba de luminometría en el agua de desinfección o enjuague cuyo valor de Unidades Relativas de Luz (URL) debe ser inferior de 149 URL basado en la recomendación del consultor científico de la marca del equipo, como se muestra en la siguiente tabla:

SUPERFICIE DEL PRODUCTO	URL		
	APROBACIÓN	PRECAUCIÓN	RECHAZO
Lácteos (Leches, natas y derivados)	<150	151 - 299	> 300
Productos de Zumo	<150	151 - 299	> 300
Embotellado de Agua	<150	151 - 299	> 300
Equipos Cervecedores	<150	151 - 299	> 300
Sistemas CIP en General	<150	151 - 299	> 300

Fuente: 3M Colombia S.A. "Ajuste e interpretación de los niveles de aprobación y rechazo para lograr una gestión rápida de la higiene".

A su vez, este valor se encuentra respaldado mediante análisis microbiológicos con el fin de comprobar que efectivamente es el adecuado para el proceso de liberación. En caso de que el valor sobrepase el parámetro, deberá repetirse el proceso de desinfección o esterilización hasta el resultado óptimo.

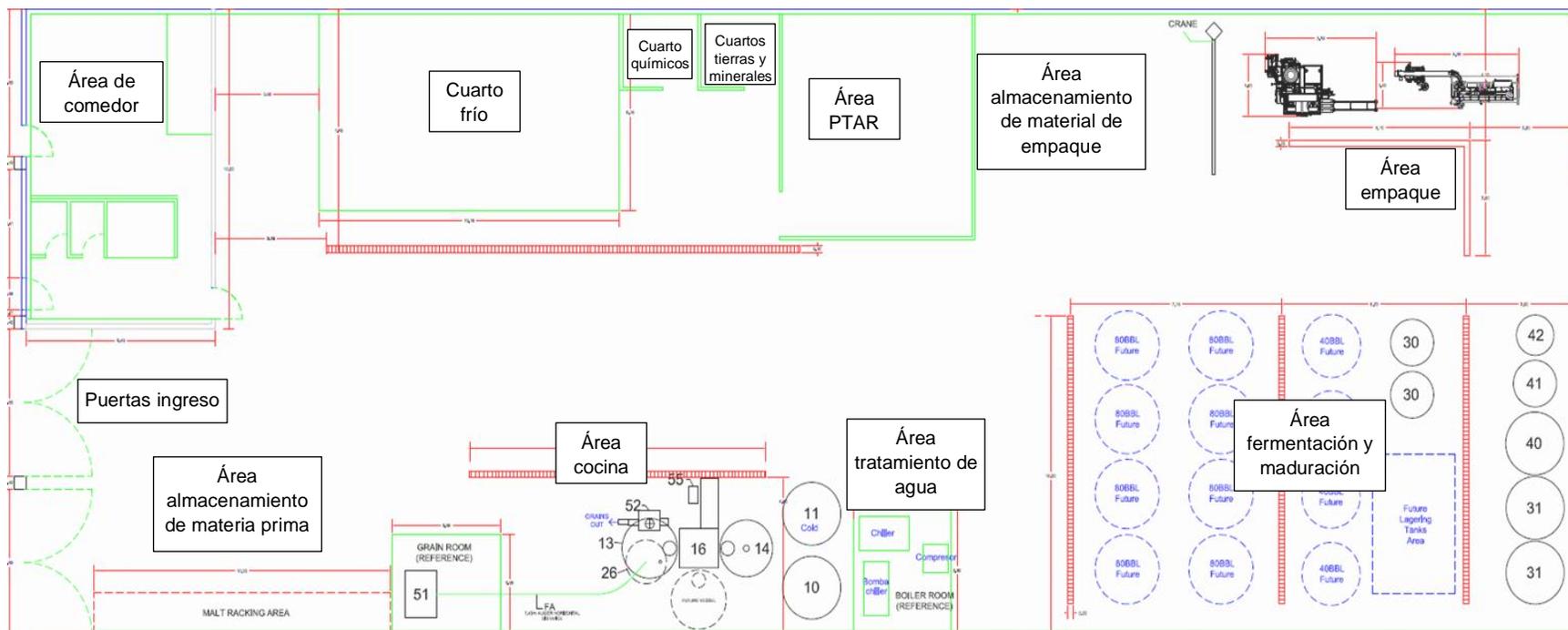
INFORMACIÓN DEL PRODUCTO							
Proveedor	Cantidad	Presentación	Lugar Muestra	Lote	Vencimiento	Temp. °C	Condiciones específicas de la muestra
N.A.	300 ml	BOLSA PLASTICA ESTERIL	PLANTA	N.A.	N.A.	16.8	BOQUILLA PREVIAMENTE SANITIZADA
RESULTADOS							
Descripción de la muestra	# LAB	Recuento					
		Coliformes Totales UFC/100 cm ³	Recuento E coli UFC/100 cm ³				
AGUA POTABLE INTERCAMBIADOR ENLATADORA	A0865	0	0				
NORMA: MINSALUD RESOLUCION 2115 22-JUN-07 AGUA POTABLE		0	0				
MÉTODO DE ANÁLISIS EMPLEADO		ISO 9308-1: 2014*	ISO 9308-1: 2014*				

La muestra CUMPLE con los parámetros especificados por MINSALUD para AGUA POTABLE en los análisis realizados.

Para emitir el concepto de cumplimiento se tuvo en cuenta la regla de decisión adoptada por el laboratorio, comunicada al cliente y descrita en el documento interno INMF-002. Nulab con acreditación ONAC vigente a la fecha, con código de acreditación 16-LAB-002, bajo la norma ISO/IEC 17025:2017, manifiesta que los análisis identificados con este símbolo (*) se encuentran cubiertos por el alcance de acreditación

FIN DEL REPORTE

ANEXO 4. PLANO ÁREA DE PRODUCCIÓN



ANEXO 5. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE PELIGROS PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA CERVEZA ESTILO WITBIER

ETAPA	PELIGRO		EVALUACION DE PELIGROS			JUSTIFICACION DE LA DECISION	P1. ¿Existen medidas preventivas de control?			P2. ¿Ha sido específicamente concebida la fase para eliminar o reducir a un nivel aceptable la probabilidad de que se produzca un peligro?			P3. ¿Podría producirse una contaminación con peligros identificados en niveles superiores a los aceptables o podrían estos aumentar hasta niveles inaceptables?		P4. ¿ Se eliminaran los peligros identificados o se reducirá a un nivel aceptable la probabilidad de se produzca en una fase posterior?		¿PCC? S/NO
	TIPO	DESCRIPCIÓN	PROBABILIDAD	SEVERIDAD DE OCURRENCIA	IMPORTANCIA DEL PELIGRO		**Si la respuesta es si, Pasar a contestar la pregunta (P2)	Si su respuesta es No, responda la pregunta P3	Si la respuesta es Si es un PCC	Respuesta NO	Si su respuesta es Si	Si su respuesta es No	Si su respuesta es SI	No es un PCC y pare	Responda la P4.	Si es un PCC	
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	BIOLOGICO	Riesgo de hongos como <i>Aspergillus</i> spp. productores de toxinas en la malta	2	5	10	Si la malta se encuentra contaminada con el hongo, se corre el riesgo de producción de la toxina	NO	NO				SI		SI		NO	
	FISICO	La malta puede venir con partículas de material extraño como piedras e insectos.	2	2	4	Es una materia prima que generalmente esta asociadas a estos riesgos de material extraño. De no ser tamizadas, podrían llegar al producto terminado.	SI	NO			NO					NO	
	QUIMICO	Riesgo de contaminación por toxinas producidas por hongos presentes en las maltas.	3	5	15	Es una materia prima que generalmente está asociada a este tipo de riesgos y una vez producida la toxina, no puede eliminarse.	NO	NO				SI	NO			SI	
		Riesgo de contaminación por pesticidas en la malta y lúpulo.	1	5	5	Es una materia prima controlada desde la producción primaria, debido a que respetan los tiempos de espera y a su vez se tienen certificados de calidad por parte del proveedor.	SI	NO			NO					NO	
MOLIENDA DE MALTA	BIOLOGICO	No aplica.														NO	
	FISICO	Presencia de metales por desgaste del equipo.	2	3	6	La malla imatada del molino puede tener problemas de pulido	SI	NO			NO					NO	
	QUIMICO	No aplica.															
MACERACIÓN	BIOLOGICO	No aplica.															
	FISICO	No aplica.															
	QUIMICO	Exceso de adición de minerales	1	3	3	Las cantidades de minerales se encuentran en el formato de receta utilizado en la elaboración de cada lote.	SI	NO			NO					NO	

ANEXO 6. LÍMITES CRÍTICOS PARA LOS PCC

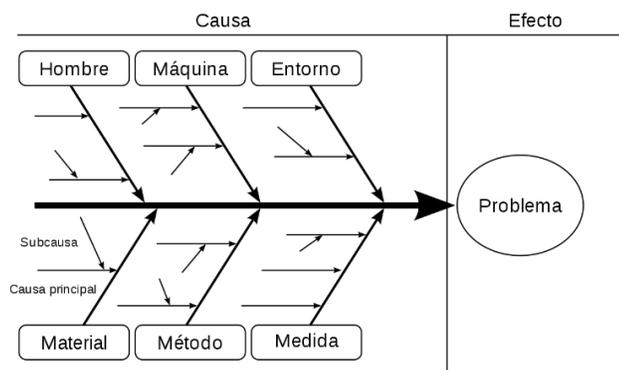
FASE	PELIGRO	MEDIDAS PREVENTIVAS	LÍMITE CRÍTICO	PROCEDIMIENTOS DE VIGILANCIA	MEDIDAS RECTIFICADORAS	REGISTRO
RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS	Es posible la presencia de toxinas producidas por hongos presentes en el cultivo y en el almacenamiento de cebada malteada, tales como <i>Fusarium</i> spp. y <i>Aspergillus</i> spp.	Realización de determinación de toxina en laboratorio externo.		El procedimiento de vigilancia es el programa control de materias primas y proveedores y el plan de muestreo. En el plan de muestreo se establece la frecuencia de análisis de toxinas de la cebada malteada.	Si se obtienen resultados de presencia de toxinas por encima de los niveles permitidos, se procederá con la toma de otra muestra y no se deberá usar la materia prima hasta obtener el segundo resultado. Deberá remitirse los resultados al proveedor, así como la devolución del producto contaminado.	Resultados de análisis de laboratorio.
COCCIÓN	Es posible la presencia de hongos productores de toxinas provenientes de la cebada malteada.	Controles en la recepción de materias primas: se realiza inspección de los lotes que ingresan y previo a su utilización. Adicionalmente se tienen controles de temperatura y tiempo durante el proceso de cocción.	Temperatura de ebullición (90 °C) 60 minutos	Control de variables de temperatura y tiempo, mediante instrumentos de medición automatizados y a través de termocuplas calibradas debidamente de acuerdo con lo establecido en el programa de calibración de instrumentos y equipos de medición. El control del PCC es realizado por el operario.	TEMPERATURA Si está por encima: Se busca que la temperatura llegue a temperatura de ebullición Si está por debajo: Si la temperatura está por debajo de 70°C, es posible que haya sobrevivencia de microorganismos provenientes de la malta. Debe alcanzarse la temperatura establecida. TIEMPO Si está por encima Si el tiempo supera los 60 minutos en temperatura de ebullición es posible que se presente una mayor tasa de evaporación y se reduzca el volumen esperado Si está por debajo El tiempo mínimo del proceso de cocción es de 60 minutos. Si ocurre alguna falla que impida esta variable, el mosto deberá dejarse en la olla de cocción hasta que se pueda realizar la ebullición por los 60 minutos establecidos.	Registro de control de tiempo y temperatura en el formato de proceso.
FERMENTACIÓN	Es posible la producción de alcoholes superiores si no se controla el proceso de fermentación.	Control de fermentación: medición de temperatura, densidad, pH y viabilidad de levadura.	Temperatura 20°C a 23°C pH 5,2 a 4,0 Viabilidad >90%	*Control de variables de temperatura, mediante instrumentos de medición automatizados y a través de termocuplas calibradas debidamente de acuerdo con lo establecido en el programa de calibración de instrumentos y equipos de medición. *Medición de pH, a través de multiparamétrico calibrado debidamente de acuerdo con lo establecido en el programa de calibración de instrumentos y equipos de medición. Control de viabilidad de levadura a través de microscopio. El control del PCC es realizado por el departamento de calidad.	TEMPERATURA Si está por encima y por debajo: Debe revisarse el paso de glicol en la línea de enfriamiento del tanque de fermentación y mantenerse la temperatura en el rango ideal. pH Si está por encima Se debe analizar el estado de la levadura a través del microscopio. Si su viabilidad no es la ideal, debe oxigenarse el mosto para fortalecer la levadura y que inicie su proceso de fermentación. Si está por debajo Es posible que se esté presentando autólisis de levadura y puede ser una señal de presencia de levadura salvaje. VIABILIDAD Si está por debajo Debe oxigenarse el mosto para fortalecer la levadura y que inicie su proceso de fermentación.	Registro de control de cinética de fermentación.

ANEXO 7. NIVELES MÁXIMOS DE CONTAMINANTES EN CEREALES NO TRANSFORMADOS DE ACUERDO CON LA RESOLUCIÓN 4506 DE 2013

Contaminante	Nivel máximo
Suma de Aflatoxinas B ₁ , B ₂ , G ₁ y G ₂	4,0 µg/Kg
Ocratoxina A	5,0 µg/Kg
Deoxinivalenol	1250 µg/Kg
Zearalenona	100 µg/Kg

ANEXO 8. DIAGRAMA ISHIKAWA

El diagrama Ishikawa, comúnmente llamado como diagrama de causa y efecto o espina de pescado, es una herramienta mediante la cual es posible identificar y estudiar las causas por las cuales se presenta un problema; normalmente estas causas están relacionadas entre sí. Se representa de la siguiente manera:



Como bien se observa, cuenta con 6 tipos de causas llamados procesos, los cuales no se refieren específicamente al proceso de manufactura, sino a los factores que tienen algún tipo de influencia en él y que deben ser controlados. Estos procesos se refieren a: hombre (mano de obra), material, máquina, método, entorno (ambiente) y medida (Basílio dos Santos & Campos, 2021).

Para llevarse a cabo, se deben seguir los siguientes pasos:

