



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**“Directrices para la aplicación del HACCP en la
elaboración de cerveza.”**

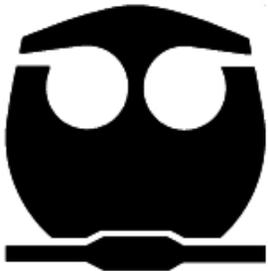
**TRABAJO ESCRITO VÍA CURSOS DE
EDUCACIÓN CONTINUA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

QUÍMICO DE ALIMENTOS

P R E S E N T A:

RODRIGO ESCOBEDO VÁZQUEZ



MEXICO, D.F.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE: Profesor: FEDERICO GALDEANO BIENZOBAS.

VOCAL: Profesor: MARÍA DE LOURDES GÓMEZ RÍOS.

SECRETARIO: Profesor: EDUARDO MORALES VILLAVICENCIO.

1^{er} SUPLENTE: Profesor: MARCELA OLIVARES PAZ.

2^{do} SUPLENTE: Profesor: JORGE RAFAEL MARTÍNEZ PENICHE.

FACULTAD DE QUÍMICA, EDIFICIO "A" 4° PISO

Asesor:

I. Q. Federico Galdeano Bienzobas

Sustentante:

Rodrigo Escobedo Vázquez

AGRADECIMIENTOS

Me faltarían palabras para poder expresar mi profundo agradecimiento a mi madre Sara y a mi padre Mario, a los cuales les debo mi vida y mi educación escolar, gracias por el amor que me han dado.

Gracias Selina por creer en mí y por todo el amor que me has dado.

Gracias hermanas, Sandra y Andrea, por ser un gran apoyo.

Gracias a todos las personas que han compartido un momento de su vida como familiares, como compañeros y como amigos.

Gracias a la UNAM y a todas las escuelas por las que he pasado.

Gracias a todos mis maestros.

Y sobre todo gracias a la grandiosa oportunidad que tengo dentro de mí, que me hace pensar, soñar, amar y ser feliz.

Mother Knows Best...



“A beer before bed means a better night’s
sleep for the whole family!”

Índice

1. Introducción	1
2. Pre- requisitos para el establecimiento del sistema HACCP	6
2.1. Requisitos generales para los locales	7
2.2. Requisitos específicos del lugar donde se preparan, trata o transforma el alimento	9
2.3. Transporte	10
2.4. Requisitos del equipo	11
2.5. Subproductos y desperdicios	12
2.6. Seguridad y suministro de agua	12
2.7. Higiene personal	13
2.8. Disposiciones aplicables a productos alimenticios	13
2.9. Formación	14
3. Visión general del proceso de elaboración de cerveza	15
3.1 Malteado	15
3.2 Maceración	16
3.3 Ebullición del mosto	17
3.4 Clarificación del mosto	18
3.5 Fermentación	19
3.6 Maduración	20
3.7 Envasado	20
4. Tareas preliminares para el diseño del HACCP	21
4.1. Formar un equipo HACCP	21
4.2. Describir el producto	22
4.3. Elaborar un diagrama de flujo del proceso	22
4.4. Verificación del diagrama de flujo	24
5. Principios del sistema HACCP	25
5.1. Principio 1: Realizar un análisis de peligros	25
5.2. Principio 2: Determinar los puntos críticos de control (PCC)	27
5.3. Principio 3: Establecer los límites críticos para cada PCC	28
5.4. Principio 4: Establecer un sistema de monitoreo que asegure el control de los PCC	28
5.5. Principio 5: Establecer las acciones correctivas	29
5.6. Principio 6: Establecer los procedimientos de verificación.	30
5.7. Principio 7: Establecer un sistema de documentación	32
6. Consideraciones Finales	34
6.1 Materias Primas	35
6.1.1 Agua	35
6.1.2 Cereales y Malta	38
6.1.3 Adjuntos	39
6.1.4 Lúpulo	40
6.1.5 Levaduras	41
6.2 Proceso de Elaboración	42
7. Discusión	46
8. CONCLUSION	48
BIBLIOGRAFÍA	49

1. Introducción.

La calidad de un producto alimenticio puede ser definida como las características que le confiere la aptitud para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas. Esta calidad debe estar garantizada por un sistema de control implementado a lo largo del proceso productivo, mediante mediciones, métodos de muestreo, control y análisis, que son en principio responsabilidad del productor de alimentos, pero que deben obedecer a requerimientos legales y especificidades de cada producto exigidas por los consumidores.¹

En este sentido, cada día son más rigurosas las normas y regulaciones que controlan a la industria alimentaria. Sin embargo, a pesar del control al que son sometidas las plantas de procesamiento, se siguen dando casos de contaminación alimenticia, ya sea por causas naturales, introducidas de forma accidental o por negligencia.

Con la idea de garantizar la calidad de los alimentos, se han desarrollado diversos modelos operativos que permiten un mejor desempeño de las empresas para asegurar sus resultados, dentro de ellos se destacan los Sistemas de Gestión de la calidad, los cuales tienen una relación estrecha con el cumplimiento de Códigos de Higiene que a su vez, contienen medidas para garantizar un producto libre de contaminaciones.

La mayoría de las empresas del sector alimentario en todo el mundo, han tomado como base para producir alimentos inocuos, el sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos (HACCP). Este concepto fue desarrollado por la Compañía Pillsbury, la Armada de los Estados Unidos y Administración Aeroespacial Estadounidense en un proyecto destinado a garantizar la seguridad de los alimentos para el programa espacial. En los años sucesivos, el sistema fue perfeccionado por la Comisión Internacional de Microbiología y Especificaciones de Alimentos (ICMSF) y en los últimos 15 años por el CODEX, hasta convertirse hoy en un enfoque documentado y verificable para la identificación de los riesgos o peligros, las medidas preventivas y los puntos críticos de control; así mismo, para la puesta en práctica de un sistema de monitoreo o vigilancia de la calidad e inocuidad de alimentos.

El sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP) es un programa preventivo de carácter sistemático que busca la segura elaboración de alimentos; esta basado en la aplicación de técnicas y bases científicas para los procesos de producción. Para que la aplicación del sistema HACCP de buenos resultados, es necesario que tanto la dirección como el personal se comprometan y participen plenamente. También se requiere un enfoque multidisciplinario en el cual se deberá incluir, cuando sea necesario, expertos y especialistas según sea el enfoque del estudio.⁷

La aplicación de un sistema HACCP es compatible con la implementación de sistemas de gestión de calidad como las ISO 9001, ISO 22000, etc., y es el método utilizado de preferencia para controlar la inocuidad de los alimentos en el marco de tales sistemas.¹

Además de mejorar la inocuidad de los alimentos, la aplicación de un sistema HACCP puede ofrecer otras ventajas significativas, como facilitar la inspección por parte de las autoridades de reglamentación, y promover el comercio internacional al aumentar la confianza en la inocuidad de los alimentos.

Los principios de HACCP son aplicables a todas las fases de producción de alimentos, incluyendo la producción de materias primas, preparación, manejo, procesamiento, sistemas de distribución y consumo. La mayoría de los conceptos básicos de HACCP tratan de sustituir los procesos de inspección – corrección por los de prevención. El producto alimenticio, el distribuidor y el procesador de alimentos, deben tener suficiente información concerniente a los alimentos y a los procesos que utilizan, de modo que sean capaces de identificar dónde y cómo pueden ocurrir los problemas de seguridad en el alimento que manejan. Si el “dónde” y el “cómo” son conocidos, la prevención se hace obvia y más fácil, mientras la inspección y evaluación del producto se tornan triviales.²⁴

El concepto HACCP cubre todos los tipos de riesgos potenciales en la producción de alimentos (riesgos biológicos, químicos y físicos) ya sea que ocurran naturalmente en el alimento, que el medio ambiente contribuya, o que sean generados por un error en el proceso. A pesar de que los riesgos químicos son los más temidos por el consumidor, y los físicos los más comúnmente identificables, los riesgos microbiológicos son los más serios desde una perspectiva de salud pública. La identificación y control de los riesgos microbiológicos trae como consecuencia una disminución de la carga bacteriana, lo que se refleja significativamente en la vida de anaquel de los productos. Por dichas razones, aunque los sistemas HACCP conciernen los tres tipos de riesgos, un gran énfasis se hace en cuestiones microbiológicas.¹¹

La elaboración de cerveza se considera a menudo como el proceso biotecnológico más antiguo.⁴ Existen ilustraciones que pertenecen al apogeo de las civilizaciones Egipcia y Babilónica, de unos 4300 años de antigüedad que muestran el proceso de elaboración de esta bebida¹⁶. La industria cervecera ha sufrido una serie de cambios a través del tiempo, desde la producción de cerveza en la cocina de las civilizaciones antiguas, hasta el nacimiento de grandes industrias transnacionales.

A principios de los años ochentas surgió el auge de las microcervecías en Estados Unidos, en dos décadas pasaron de tener 47 fábricas a un total de 1,300. Este auge se extendió poco a poco a la mayoría de los países del mundo.²³

Las microcervecías han resurgido y adquirido un gran impacto, ya que ofrecen una característica adicional determinada por la selección de la materia prima y la exposición de una mayor variedad de estilos de cerveza, dando así una distinción notable a este nicho del mercado cervecero.¹²

El mercado cervecero mexicano actual se encuentra monopolizado por 2 grandes compañías cerveceras (Grupo Modelo y Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma), las cuales representan el 99% de las ventas del país, sin embargo desde 1996, ha surgido un nuevo mercado en la industria mexicana cervecera, las microcervecías.¹²

En menos de 14 años, la “microcervecía moderna mexicana” ha logrado un rápido desarrollo manifestándose en más de 10 microcervecías en el territorio nacional, con un número creciente de variedades de cerveza. Aunque México fue el primer país de América en el que existió una cerveza comercial a mediados del siglo XVI, somos un país relativamente nuevo en el surgimiento de microcervecías, comparado con países como Estados Unidos ó Canadá.

Aunque la mayoría de las cervecerías más importantes a nivel mundial cuentan con sistemas HACCP, las nuevas microcervecerías, tendrán la necesidad de adecuar un sistema HACCP para garantizar la inocuidad de sus productos, incrementar la competitividad de la empresa frente a las cervecerías establecidas, y estar dentro de los estándares y reglamentaciones que se exigen actualmente dentro y fuera del país.

El propósito del presente trabajo es crear un documento que asista al responsable de implementar un sistema HACCP en una cervecería, enfocándose en los prerrequisitos, las tareas preliminares y los principios necesarios para poder diseñar el sistema, además de tocar puntos importantes de la elaboración del producto alimenticio.

Cada microcervecería deberá adaptar individualmente este documento a las particularidades de la empresa y a los elementos característicos de su modelo de fabricación. Todo el sistema HACCP es susceptible de cambios que pueden derivar de los avances en el diseño de equipos, los procedimientos de elaboración (lo cual es algo muy frecuente en las microcervecerías) debidos a reformulaciones, o la aplicación de nuevas tecnologías (que pueden incluir desde el uso de nuevas variedades de cereales, levaduras, lúpulos, estabilizadores, maquinaria, etc.).

2. Pre- requisitos para el establecimiento del sistema HACCP

Antes de implementar un sistema HACCP en una cervecería, deben de tomarse en cuenta ciertos requerimientos conocidos como prerrequisitos o requisitos previos. El nombre de requisito previo hace referencia al hecho de que son sistemas que deben estar funcionando antes de que se desarrolle el plan HACCP, ya que son esenciales para el control de la seguridad alimentaria. Los prerrequisitos son actividades que reducen algunos riesgos de seguridad alimentaria, (y con ello se reduce el número de puntos críticos de control) y que son requeridos para operar el sistema HACCP de forma efectiva.⁷

Los requisitos previos controlarán eficazmente los peligros generales que afectan al conjunto de procesos dentro de la fabricación de cerveza, además son una condición operacional básica necesaria para obtener un producto inócuo, dejando que el HACCP se encargue de los peligros específicos de la cerveza o proceso.

En cualquier sistema de control alimentario, el seguimiento de unas correctas prácticas de higiene supone un pre-requisito imprescindible, para que se considere que una empresa cumple las buenas prácticas de manufactura, se deben tener en cuenta diversos requisitos de higiene referentes a los locales, el transporte, el equipo, los residuos, el suministro de agua, la higiene personal y las características propias del producto alimenticio de que se trate.

El diseño higiénico de las zonas donde se manipulan alimentos, y el de los equipos y utensilios, debe estar contemplado en cualquier código de prácticas de higiene. Un adecuado diseño debe tener en cuenta el suministro de agua, la eliminación de residuos y la selección de líneas de proceso adecuadas, que permitan facilitar la limpieza y mantenimiento, la protección de la contaminación y contar con los medios para comprobar y controlar su funcionamiento.¹¹

Antes de verificar que en un establecimiento se llevan a cabo buenas prácticas de manipulación, debe asegurarse que se realiza una correcta limpieza y desinfección de aquellos elementos, máquinas y útiles que intervienen en el proceso.

El personal que trabaja en cervecería y que manipula materias primas y cualquier otro elemento presente en el proceso de elaboración de cerveza, debe tener conciencia de la importancia y repercusión que tiene el correcto desempeño de su labor, así como también de su influencia en la calidad sanitaria y comercial del producto final.

A continuación se mencionan algunos de los prerrequisitos que una microcervecería debe tomar en cuenta, aunque cabe mencionar que ninguno de ellos tiene formación obligatoria para el establecimiento del HACCP:

2.1. Requisitos generales para los locales

1. Los locales por donde circulen tanto las materias primas, como la cerveza en cualquiera de sus etapas de producción, deben estar limpios y mantenidos en buen estado.

2. La disposición de conjunto, el diseño, la construcción y las dimensiones de locales por donde se llevará a cabo la fabricación de la cerveza:

a) Permitirán una limpieza y desinfección adecuadas. Sobre todo las tuberías y los equipos que tienen contacto con el mosto después de haber sido enfriado.

b) Evitarán la acumulación de suciedad, el contacto con materiales tóxicos, el depósito de partículas, la formación de condensación y/o la proliferación de microorganismos y plagas indeseables en las superficies.

c) Posibilitarán las prácticas correctas de higiene de los alimentos, incluidas la prevención de la contaminación causada durante las diferentes operaciones provocada por los alimentos, el equipo, los materiales, el agua, el suministro de aire, el personal o fuentes externas de contaminación.

d) Dispondrán, cuando sea necesario, de condiciones térmicas adecuadas para el tratamiento y el almacenamiento higiénico de productos. Materias primas como el lúpulo, tienen que ser necesariamente almacenadas a temperaturas menores a 0°C y en ausencia de oxígeno para evitar la pérdida de diferentes ácidos y aceites esenciales presentes en el lúpulo.

3. Existirá un número suficiente de lavabos, debidamente localizados y señalizados para la limpieza de las manos, así como de inodoros conectados a un sistema de desagüe eficaz.²¹

4. Los lavabos para la limpieza de las manos estarán provistos de agua corriente fría y caliente, así como también de material de limpieza y secado higiénico de las manos. Cuando fuese necesario, las instalaciones para lavar los productos alimenticios estarán separadas de las instalaciones destinadas a lavarse las manos.²¹

5. Habrá medios apropiados y suficientes de ventilación mecánica o natural. Se evitará toda corriente de aire mecánica desde una zona contaminada a otra limpia; es importante evitar corrientes la entrada de aire si se llevan acabo fermentaciones abiertas. Los sistemas de ventilación estarán contruidos de tal forma que se pueda acceder fácilmente a los filtros y a otras partes que deban limpiarse o sustituirse.²⁴

6. Todos los servicios sanitarios instalados en los locales por donde circulen los productos alimenticios dispondrán de adecuada ventilación, natural o mecánica.

7. Los locales por donde circulen los productos estarán suficientemente iluminados por medios naturales o artificiales.

8. Los sistemas de desagüe serán los adecuados para los objetivos previstos. En su construcción y diseño se evitará cualquier riesgo de contaminación de los productos alimenticios.

9. Donde fuera necesario, habrá vestuarios suficientes para el personal de la empresa.

2.2. Requisitos específicos del lugar donde se preparan, trata o transforma el alimento.

1. En los locales donde se preparen, traten o transformen los alimentos:

a) Las superficies de los suelos se conservarán en buen estado y serán fáciles de limpiar y, cuando sea necesario, de desinfectar. Ello requerirá el uso de materiales impermeables, no absorbentes, lavables y no tóxicos, la cerveza es un producto muy susceptible a cambios sensoriales cuando se encuentran pequeñas cantidades de cloro u otras sustancias, en fermentadores y/o tanques de maduración. Cuando proceda, los suelos tendrán un adecuado desagüe.

b) Las superficies de las paredes se conservarán en buen estado y serán fáciles de limpiar y, cuando sea necesario, de desinfectar. Ello requerirá el uso de materiales impermeables, no absorbentes, lavables y no tóxicos y su superficie será lisa hasta una altura adecuada para las operaciones.

c) Los techos, techos falsos y demás instalaciones suspendidas estarán diseñadas, construidas y acabadas de tal forma que impidan la acumulación de suciedad y reduzcan la condensación, la formación de microorganismos y el desprendimiento de partículas.²¹

d) Las ventanas y demás huecos practicables estarán contruidos de manera que impidan la acumulación de suciedad; aquellos que comuniquen con el exterior estarán provistos de pantallas contra insectos que puedan desmontarse con facilidad para proceder a la limpieza. Cuando de la apertura de ventanas, pudiera resultar la contaminación de los productos alimenticios, éstas permanecerán cerradas durante la producción.

e) Las puertas serán fáciles de limpiar y, cuando fuera necesario, de desinfectar. Ello requerirá que sus superficies sean lisas y no absorbentes.

f) Las superficies, incluidas las del equipo, que estén en contacto con los alimentos, se mantendrán en buen estado, serán fáciles de limpiar y, cuando fuera necesario, de desinfectar, como es el caso de fermentadores, tanques de maduración, intercambiadores de calor, tuberías, botellas, etc.

2. En caso necesario, se dispondrá de las debidas instalaciones de limpieza y desinfección de los instrumentos y materiales de trabajo. Dichas instalaciones estarán construidas con un material resistente a la corrosión, como el acero inoxidable, además de ser fáciles de limpiar y tener un suministro adecuado de agua fría y caliente.

3. Se tomarán las medidas adecuadas para el lavado de los alimentos que lo requieran (como puede ser el caso de adjuntos y granos). Todos los fregaderos o instalaciones similares destinadas al lavado de alimentos tendrán un suministro adecuado de agua potable caliente, fría o de ambas y se mantendrán limpios.

2.3. Transporte

1. Los receptáculos o contenedores de los vehículos utilizados para transportar las materias primas para la elaboración de cerveza estarán limpios y en condiciones adecuadas de mantenimiento, a fin de protegerlos de alguna contaminación. Estarán diseñados y contruidos de manera que permitan una limpieza y, cuando sea necesario, una desinfección adecuada.²¹

2. Es conveniente que los receptáculos de los vehículos y/o los contenedores no se utilicen para transportar otros productos que no sean alimentos.

3. Los productos alimenticios a granel en estado líquido, en forma granulada o en polvo, como lúpulos ó levaduras, se transportarán en receptáculos o contenedores/cisternas reservados para su transporte. En los contenedores figurará una indicación, claramente visible e indeleble, sobre su utilización para el transporte de productos alimenticios, o bien la indicación "exclusivamente para productos alimenticios".

4. Cuando se utilice el mismo receptáculo de vehículo o contenedor para el transporte de diversos alimentos a la vez, o de productos no alimenticios junto con alimentos, existirá una separación efectiva de los mismos, cuando fuera necesario, para protegerlos del riesgo de contaminación.

5. Cuando se utilice el mismo receptáculo de vehículo o contenedor para el transporte de diversos alimentos o productos no alimenticios, se procederá a una limpieza eficaz, entre una carga y otra, para evitar el riesgo de contaminación.

6. Los productos alimenticios cargados en receptáculos de vehículos o en contenedores se colocarán y protegerán de tal forma que se reduzca al mínimo el riesgo de contaminación.

7. Cuando fuera necesario, los receptáculos de vehículos o contenedores utilizados para el transporte de materias primas como el lúpulo, serán transportados a la temperatura adecuada.

2.4. Requisitos del equipo

Todos los artículos, instalaciones y equipos que entren en contacto con los productos alimenticios estarán limpios y, además:¹¹

a) Su construcción, composición y estado de conservación reducirán al mínimo el riesgo de contaminación de los productos alimenticios.

b) Su construcción, composición y estado de conservación permitirán que se limpien perfectamente y, cuando fuera necesario, que se desinfecten en la medida necesaria para los fines perseguidos, a excepción de recipientes y envases no recuperables. Esto tiene especial importancia en los intercambiadores de calor y filtros.

b) Su instalación permitirá la limpieza adecuada de la zona circundante.

2.5. Subproductos y desperdicios.

1. Los desperdicios producidos durante la fabricación de la cerveza (como las cascarillas y el grano sobrante después de la maceración) no podrán acumularse en locales en los que circulen alimentos, excepto cuando fuera imprescindible para el correcto funcionamiento de la microcervecería.
2. Los desperdicios de alimentos y de otro tipo se depositarán en contenedores provistos de cierre, a menos que la autoridad competente permita el uso de otros contenedores. Dichos contenedores presentarán características de construcción adecuadas, estarán en buen estado y serán de fácil limpieza y, cuando fuera necesario, de desinfección.
3. Se tomarán las medidas adecuadas para la evacuación y el almacenamiento de los desperdicios de alimentos y otros desechos como los sedimentos que se producen después de la ebullición del mosto. Los depósitos de desperdicios estarán diseñados de manera que puedan mantenerse limpios e impedir el acceso de insectos y otros animales indeseables y la contaminación de los alimentos, del agua potable, del equipo o de los locales. Gran parte de los desperdicios durante la fabricación de cerveza (como sedimentos y el grano remanente de la maceración) son un medio ideal para la proliferación de insectos roedores y microorganismos.

2.6. Seguridad y suministro de agua

Cualquiera que sea la fuente de obtención del agua para la elaboración de cerveza, el abastecimiento debe ser monitoreado con la frecuencia suficiente para asegurar que el agua es segura para su utilización en el proceso de elaboración y en las superficies que estarán en contacto con cualquier materia prima. Es muy importante conocer el perfil fisicoquímico del agua que se emplea para la elaboración de cerveza, ya que de este análisis se determinará si es necesario un pre-tratamiento del agua empleada.

1. Se contará con un suministro de agua potable suficiente. El agua potable utilizada para evitar la contaminación de los productos alimenticios cumplirá con las especificaciones de potabilidad definidas en la reglamentación correspondiente (norma oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, y NOM-120-SSA1-1994)

2. El vapor utilizado en contacto directo con los productos alimenticios no contendrá ninguna sustancia que entrañe peligro para la salud o pueda contaminar el producto.

3. El agua no potable utilizada para la producción de vapor, la refrigeración, la prevención de incendios y otros usos semejantes no relacionados con los productos alimenticios se canalizará mediante tuberías independientes que sean fácilmente identificables, no tengan ninguna conexión con la red de distribución de agua potable y de tal forma que no exista posibilidad alguna de reflujo hacia ésta.

2.7. Higiene personal

1. Todas las personas que trabajen en una zona de producción mantendrán un elevado grado de limpieza y llevarán una vestimenta adecuada, limpia, y en algunos casos, protectora.

2. Las personas de quienes se sepa o se cuente con indicios de que padecen una enfermedad de transmisión alimentaria o que estén afectadas por heridas infectadas, infecciones cutáneas o diarrea, entre otras patologías, no estarán autorizadas a trabajar en modo alguno en zonas de manipulación de productos alimenticios cuando exista la posibilidad de contaminación directa o indirecta de los alimentos con microorganismos patógenos¹¹.

2.8. Disposiciones aplicables a productos alimenticios

1. Las microcervecería realizará una selección minuciosa de materias primas o ingredientes, con el propósito de evitar que dichas materias primas o ingredientes originen en los productos finales riesgos para la salud del consumidor. Esto es quizás una de los puntos más trascendentes que tienen un impacto directo en la calidad de la cerveza y que debe ser tomado muy por el encargado del diseño del producto o maestro cervecero.

2. Las materias primas e ingredientes almacenados en el establecimiento se conservarán en las condiciones adecuadas previstas para evitar su deterioro y protegerlos de la contaminación.

3. Todos los productos alimenticios que se manipulen, almacenen, envasen, expongan y transporten estarán protegidos contra cualquier foco de contaminación que pudiera hacerlos no aptos para el consumo humano o nocivos para la salud, o pudiera contaminarlos de manera que fuera desaconsejable su consumo en ese estado. En particular, los productos alimenticios se colocarán y protegerán de tal forma que se reduzca al mínimo todo el riesgo de contaminación. Un control efectivo de la contaminación cruzada es necesario el evaluar y monitorear todas las áreas de proceso que puedan permitir la contaminación.

4. Las materias primas, ingredientes, productos semi-acabados y productos acabados en los que pueda producirse la multiplicación de microorganismos patógenos o la formación de toxinas se conservarán a temperaturas que no den lugar a riesgos para la salud, como lo es el almacenamiento del grano y/o adjuntos. Siempre que ello sea compatible con la seguridad y salubridad de los alimentos, se permitirán períodos limitados no sometidos al control de temperatura cuando se presenten necesidades prácticas de manipulación durante la preparación, transporte, almacenamiento, presentación y entrega de los alimentos.

5. Cuando los productos alimenticios deban conservarse, se enfriarán cuanto antes, una vez concluida la fase final del tratamiento térmico, o la fase final de la preparación, en caso de que éste no se aplique, a una temperatura que no dé lugar a riesgos para la salud.

6. Las sustancias peligrosas o no comestibles, llevarán su pertinente etiqueta y se almacenarán en recipientes separados y bien cerrados.

2.9. Formación

Se debe garantizar que los manipuladores de productos alimenticios dispongan de una formación adecuada en cuestiones de higiene de los alimentos, de acuerdo con su actividad laboral. Además de capacitación y actualización constante de acuerdo a las políticas de la planta cervecera.

3. Visión general del proceso de elaboración de cerveza

Se denomina cerveza a una bebida alcohólica, no destilada, de sabor amargo que se fabrica con granos de cebada u otros cereales cuyo almidón, una vez modificado, es fermentado en agua y frecuentemente aromatizado con lúpulo.⁹ De ella se conocen múltiples variantes con una amplia gama de matices debidos a las diferentes formas de elaboración y a los ingredientes utilizados. Generalmente presenta un color ambarino con tonos que van del amarillo oro al negro pasando por colores marrones rojizos. Contiene CO₂ disuelto en saturación que se manifiesta en forma de burbujas a la presión ambiente y suele estar coronada de una espuma más o menos persistente. Su aspecto puede ser cristalino o turbio. Su graduación alcohólica puede alcanzar hasta cerca de los 30% vol., aunque principalmente se encuentra entre los 3% vol. y 9% vol.

3.1 Malteado

A diferencia de las bebidas obtenidas a partir de zumos de frutas fermentados (como los vinos), en la cerveza el cereal base no contiene originalmente ni agua ni azúcar, caracterizando ambas circunstancias el proceso de elaboración. Para conseguir azúcar a partir del almidón del cereal, es necesario primero modificarlo mediante el malteado.⁴

El objetivo global del proceso de malteado es el de deshacerse de la mayor parte posible del beta glucano (polímero de moléculas de glucosa unidas mediante enlaces beta glicosídicos) de las paredes celulares del grano y parte de la fracción proteica insoluble, los cuales, de otro modo restringirían el acceso de las enzimas a los gránulos de almidón. Al mismo tiempo, se desarrollan las enzimas que transformarán el almidón en sólidos solubles.

En el malteado se remoja la cebada hasta que alcance un contenido en agua que aumenta del 12% hasta alrededor del 45%. Este proceso lleva alrededor de 48 horas y consta de dos o tres periodos cuando el grano se encuentra totalmente sumergido en el agua, intercalando “aireados” en los que se escurre el agua y se hace circular aire fresco humidificado sobre el lecho de granos con el fin de proporcionar oxígeno.

El aumento en el contenido en agua estimula la respiración en el embrión e hidrata las reservas de almidón del endospermo. Con el aumento de las actividades del embrión, se producen las giberelinas. Estas son hormonas propias de los vegetales que difunden a través de la aleurona donde estimulan la producción de enzimas hidrolíticas durante la germinación.

A continuación, se deja germinar la mayor parte del grano durante unos pocos días. Durante este tiempo, se hace circular de nuevo aire frío humidificado para mantener la temperatura por debajo de 16°C y para detener el secado. Con ello se estimula la producción de enzimas hidrolíticas por parte de la aleura. Entre ellas se incluyen enzimas amilolíticas, proteolíticas y celulolíticas.²

La malta verde húmeda se somete a un proceso de secado en un horno para prevenir actividades enzimáticas posteriores y dar lugar a un producto estable que pueda ser almacenado de modo seguro hasta que se necesite para la fabricación de cerveza. El proceso de secado y tostado también elimina los componentes volátiles responsables del flavor (sensación causada por las propiedades de una sustancia que en la boca estimula a uno o a ambos de los sentidos del gusto y el olfato) no deseable y facilita el desarrollo de otros sabores más atractivos. Este desarrollo de flavor depende mucho de la temperatura y esta puede ser controlada con el fin de producir un rango amplio de maltas. El cervecero puede utilizar estos distintos tipos de malta para elaborar cervezas con un amplio rango de colores y sabores.⁴

3.2 Maceración

La malta es triturada en un molino y posteriormente mezclada con agua caliente en la caldera de extracción y se mantiene la masa a una temperatura próxima a 65°C durante una hora. Se elige esta temperatura ya que es la temperatura a la cual el almidón se hace más susceptible a cierto tipo de enzimas. Sin embargo es importante notar que existen diferentes formas de maceración y con ello los tiempos y las temperaturas variarán de acuerdo al tipo de maceración que el maestro cervecero proponga.

A veces otros cereales (adjuntos, sucedáneos o auxiliares) pueden formar parte de la mezcla de maceración, con el fin de comunicarle propiedades concretas a la cerveza.

Por ejemplo, a menudo se utilizan pequeñas cantidades de trigo en las maltas para mejorar la formación de espuma, mientras que se emplean sémolas de arroz o de maíz sin maltear para mejorar la estabilidad del flavor. Las maltas que han sido sometidas a un tostado más intenso, se utilizan para proporcionar el color y el flavor a cierto tipo de cervezas.

Durante la extracción, las amilasas presentes en la malta degradan el almidón a azúcares fermentables. El almidón de los cereales consta de aproximadamente un 75% de amilopectina y un 25% de amilosa. La amilopectina es una molécula muy grande y ramificada compuesta de unidades de glucosa unida por enlaces alfa 1- 4 y enlaces alfa 1- 6 (que constituyen los puntos de ramificación). Tanto la alfa-amilasa como la beta-amilasa pueden hidrolizar los enlaces alfa 1-4. La beta amilasa ataca desde los extremos reductores exteriores de las moléculas de amilosa y amilopectina, liberando maltosa (compuesta por dos unidades de glucosa).⁴

De este modo y con la actuación de otras enzimas, se obtiene un líquido dulce similar a un jarabe que se conoce como “mosto”. Este líquido contiene principalmente maltosa y glucosa, que son fermentables, junto con cantidades importantes de dextrinas ramificadas que no son fermentables. Puede haber trazas de dextrinas de cadena lineal más largas, cuya proporción depende de la actividad enzimática de la malta y de las condiciones de maceración, por lo cual pueden ser manipuladas en cierto grado por parte del maestro cervecero. El mosto también contendrá proteína soluble, polipéptidos y aminoácidos.

3.3 Ebullición del Mosto

En la caldera, se añade el lúpulo o los extractos de lúpulo y se somete el mosto a una cocción bastante intensa que tiene los siguientes efectos: esterilizar el mosto, coagular una parte importante de los proteínas solubles y extraer los alfa ácidos del lúpulo hacia el mosto e isomerizarlos a iso alfa ácidos (los cuales proporcionan el característico sabor amargo a la cerveza).²

Además de los ácidos del lúpulo, éste también contiene aceites esenciales que contribuyen a los aromas a lúpulo, especiados y florales de la cerveza. La mayoría de estos compuestos son volátiles y en consecuencia, pueden perderse por evaporación durante la cocción. Con el fin de lograr un compromiso adecuado entre una cocción suficiente para coagular las proteínas e isomerizar los ácidos, pero retener la cantidad deseada de componentes del aroma, el cervecero puede añadir parte de la preparación del lúpulo a mitad de la cocción.²

Durante la cocción, en el mosto tienen lugar reacciones de pardeamiento entre azúcares reductores y aminos primarias (concretamente aminoácidos) que tiene como resultado un aumento del color del mosto y la pérdida de parte del nitrógeno amino libre.

3.4 Clarificación del Mosto

Tras la cocción, las proteínas coaguladas o turbias, junto con el lúpulo agotado, deben ser eliminadas. Tradicionalmente esta operación se ha realizado mediante el filtrado del mosto a través de un lecho de conos de lúpulo agotado.⁸

En las cervecerías modernas la mayor parte del lúpulo se utiliza en forma de gránulos ó extractos, los cuales forman una menor cantidad de material de deshecho que pueda constituir un filtro, por ello en su lugar se utiliza en forma de un recipiente conocido como Whirlpool o tanque remolino.⁸

Este mosto amargo caliente es bombeado de modo tangencial, este movimiento en remolino tiene como consecuencia que los turbios se recojan en el centro del recipiente en forma de un montón cónico. El mosto clarificado puede retirarse a través de una tubería de salida que se encuentra situada en un lado del recipiente. Posteriormente el mosto amargo es enfriado hasta la temperatura de fermentación, haciéndolo pasar a través de un intercambiador de calor.²

3.5 Fermentación

La fermentación tiene lugar entre 7-13°C para las Lager, y 16-18°C para las cervezas Ale. La levadura se mezcla con el mosto enfriado y la mezcla es bombeada al fermentador. Durante la fermentación la levadura capta los aminoácidos y los azúcares del mosto. Los azúcares son metabolizados, con la producción de dióxido de carbono y etanol en las condiciones anaeróbicas que se dan en las fermentaciones cerveceras.⁴

Los aminoácidos son utilizados para el crecimiento de las células, de modo que al final de la fermentación las levaduras habrán aumentado a su masa unas 10 veces. Las levaduras también producen un número de compuestos volátiles con flavor, principalmente alcoholes superiores y ésteres, cuyo perfil exacto variará entre las distintas cepas. De este modo, las levaduras son responsables de gran parte de las características propias que distinguen a una cerveza de otra. La mayor parte de los cerveceros tienen sus propias cepas o cepas que se han estado empleando desde que la cervecería se fundara, hace unas décadas o unos siglos.¹⁶

Una vez que las levaduras han fermentado todos los azúcares disponibles su metabolismo se lentifica y con él, la formación de dióxido de carbono y etanol. Las células de levadura floculan entre sí para dar lugar a la formación de agregados, que se pueden o bien caer hasta el fondo del recipiente, o bien subir hasta arriba y flotar en la superficie del líquido.

En general las cepas Lager fermentan en el fondo del recipiente, mientras que las Ale fermentan en la superficie. En consecuencia, tradicionalmente las cervezas Ale eran fermentadas en cubas de fermentación abiertas y las levaduras eran separadas por la parte de arriba al final de la fermentación como una nata. Sin embargo, hoy en día tanto las Ale como las Lager son fermentadas frecuentemente en cubas cerradas de forma cilíndrica. Cuando cesa la fermentación, la cuba es enfriada hasta 0°C, lo que origina que ambos tipos de levaduras caigan al fondo del recipiente. Entonces se puede separar la masa de levadura de la cerveza fresca mediante un proceso conocido como trasiego.¹⁶

3.6 Maduración

El producto obtenido después de la fermentación es conocido como cerveza verde, el cual todavía contiene componentes de flavor que no son deseables y que deben eliminarse mediante un acondicionamiento. Durante este periodo la proporción relativamente pequeña de levadura que ha quedado en contacto con la cerveza, ejerce un doble efecto.⁴

En primer lugar se produce más CO₂, este carbonata la cerveza purgándola de componentes volátiles no deseados. En segundo lugar, la levadura elimina químicamente otros compuestos con actividad flavorizante. En concreto cataliza la reducción de las dicetonas vecinales, como el diacetilo, a dioles, que no participan en el flavor. Es importante que esta reacción se lleve por completo durante la maduración ya que el diacetilo y otras cetonas vecinales tienen umbrales de flavor muy bajo y pueden dar lugar a distintos sabores.

Este tipo de sabores pueden ser considerados como elementos esenciales de, por ejemplo, algunos vinos tintos, y, en menor grado, de algunas Ale, pero no son deseables en las Ale más suaves o en las Lager. En los últimos años se han ideado procesos a través de los cuales los cerveceros pueden reducir el periodo de acondicionamiento a días en lugar de semanas. Por ejemplo, un periodo corto de almacenamiento a una temperatura ligeramente superior, alrededor de 12°C, aumentará la formación y posterior degradación del diacetilo. Por esta razón a este tipo de tratamiento se le conoce como un reposo de diacetilo.

3.7 Envasado

Tras el acondicionamiento, la cerveza se centrifuga para eliminar los restos de levadura, posteriormente la cerveza es refrigerada, filtrada y envasada en botellas, latas o barriles. Esta es la descrita como cerveza acondicionada en fábrica y representa la mayor parte de la cerveza que se encuentra hoy en el mercado.

4. Tareas preliminares para el diseño del HACCP

Una vez que los prerrequisitos se han llevado a cabo, deben de llevarse a cabo tareas preliminares para posteriormente implementar el sistema HACCP, estas tareas preliminares incluirán lo siguiente:

4.1. Formar un equipo HACCP

La dirección de la empresa es la responsable de proporcionar los recursos necesarios que garanticen tanto la implantación como el mantenimiento del sistema HACCP. La gerencia tendrá que definir claramente los objetivos del programa y cuando se espera que este sea completamente operativo.³

La planeación, implementación y mantenimiento del sistema HACCP, debe ser llevada a cabo de forma multidisciplinaria, para ello, debe de formarse un equipo HACCP. Este equipo analizará y desarrollará los recursos disponibles, además de ayudar a que las responsabilidades primarias y compartidas no sean pasadas por alto, o que recaigan mayoritariamente en un departamento de la empresa.¹

Dentro del equipo, deberán existir auditores los cuales tendrán la labor de mantener y dirigir el equipo. Un auditor HACCP debe comprender los diferentes enfoques posibles cuando revise la estructura y los participantes del sistema HACCP de una empresa. El equipo HACCP debe de incluir una representación de todos los departamentos de la empresa para asegurar que las personas con los conocimientos adecuados participen en el desarrollo del sistema. Podrán incluirse personal ajeno a la empresa, como consultores, científicos o miembros de asociaciones empresariales.³

El equipo HACCP ideal tendrá que incluir empleados con conocimientos, tanto teóricos como prácticos, sobre materias primas, equipo, proceso, materiales de envasado, etc. Es necesario que el personal de producción forme parte del equipo HACCP ya que son los que habitualmente vigilan los puntos críticos de control (PCC).²⁴

Las responsabilidades del equipo HACCP deben estar definidas claramente en las instrucciones de trabajo, procedimientos del sistema de calidad y documentación del sistema HACCP. El personal responsable de implementar y mantener el sistema debe tener o recibir información acreditada sobre HACCP tanto inicialmente como durante el desarrollo del plan.

4.2. Describir el producto

La cervecería debe tener una descripción detallada y precisa de los tipos de cerveza que elabora, y las necesidades para su distribución, además de conocer perfectamente cualquier materia prima utilizada, producto intermedio o subproducto. Esto permitirá una identificación correcta de los peligros que pudieran encontrar entre la elaboración y el punto de venta, tomando en cuenta que el sistema HACCP solo hace referencia a la seguridad del producto y no a su calidad.

Es importante definir los requisitos de distribución y las instrucciones para la manipulación segura del producto que garanticen su integridad a lo largo de la cadena de distribución. La información técnica o analítica utilizada para establecer las necesidades de manipulación, almacenamiento y distribución debe estar disponible para poder evaluar la lógica empleada en el establecimiento de los requisitos para la seguridad del producto.

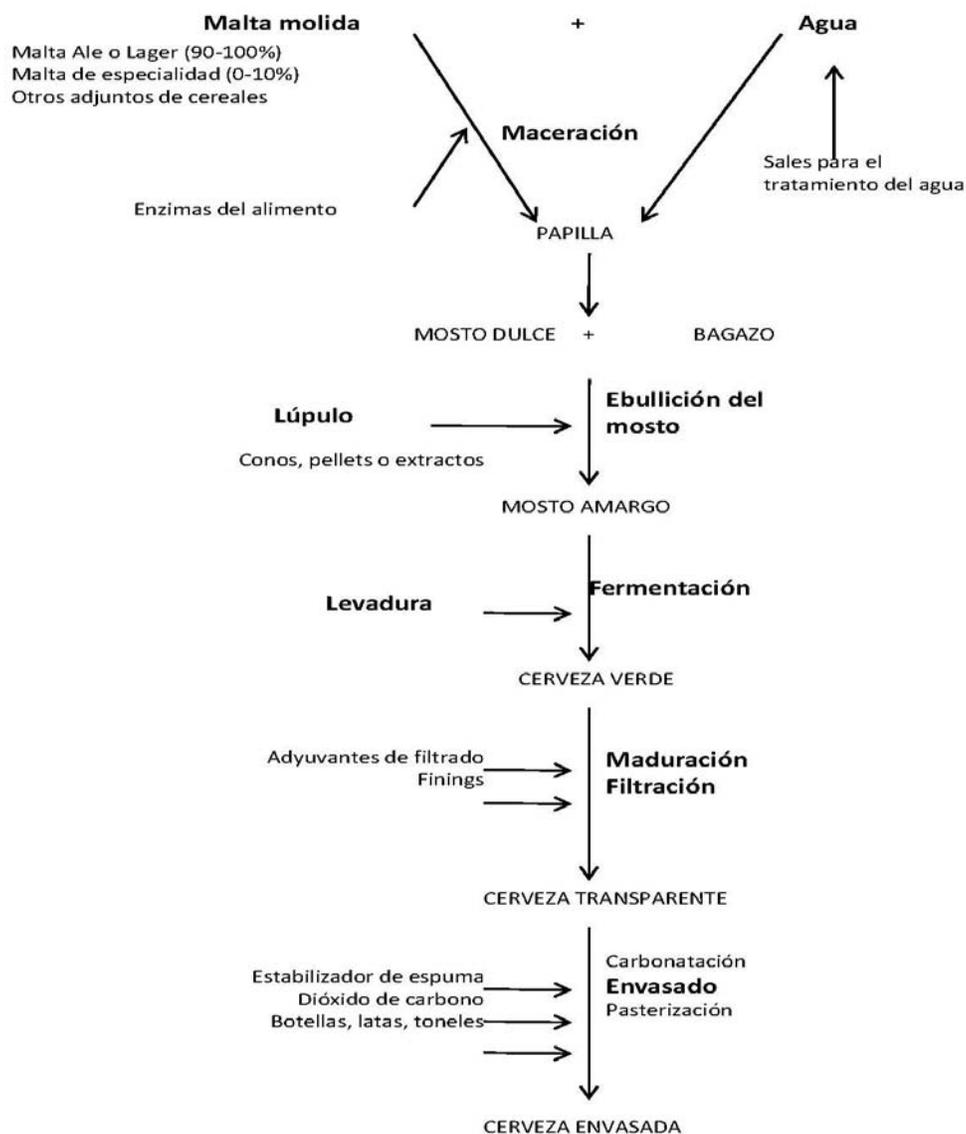
4.3. Elaborar un diagrama de flujo del proceso

Debe elaborarse un diagrama de flujo del proceso, con el que se evalúa cada etapa desde la recepción de las materias primas, hasta la distribución del producto final. El diagrama de flujo del proceso ayudara a visualizar la forma y las condiciones en que opera la cervecería, además de facilitar el análisis de los peligros para la seguridad del producto.

Los responsable de la elaboración del diagrama de flujo serán los miembros del equipo HACCP sin embargo se obtendrán mejores resultados al incluir a los responsables de otros departamentos (producción, calidad, mantenimiento, ingeniería, etc.).³

Inicialmente, el diagrama debe ser muy detallado, reflejando cada etapa del proceso y movimientos del producto a lo largo del proceso de fabricación. Todas las etapas desde la recepción a la distribución deben ser identificadas de modo que los miembros del equipo HACCP puedan utilizar sus conocimientos para analizar los peligros físicos, químicos o biológicos, que puedan aparecer o que son inherentes a las materias primas. Después de complementar el análisis de peligros, el diagrama de flujo debe simplificarse para facilitar su comprensión e incluir gráficamente los puntos críticos de control.¹¹

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de fabricación de cerveza



Fuente: BAXTER E. DENISE, HUGHES PAUL S. 2004. Cerveza, calidad, higiene y características nutricionales. Editorial Acribia. Zaragoza España. Pagina: 132

Es importante considerar que el proceso de elaboración puede variar mucho dependiendo del tipo de cervecería, los volúmenes de producción y la tecnología empleada. Por ejemplo en muchas microcervecerías, muchas partes del proceso (por no decir la mayoría) son realizadas de forma manual (adición de grano y lúpulo, lavado de los instrumentos, etc.).

4.4. Verificación del diagrama de flujo

El diagrama de flujo del proceso debe ser revisado periódicamente según convenga el equipo HACCP, para asegurarse de que se ha analizado la influencia de cualquier cambio del proceso productivo en los sistemas de control de la seguridad del producto basados en el HACCP. Los cambios pueden incluir reubicación de equipos, instalación de equipos nuevos, redistribución de las líneas, reformulaciones, etc.

5. Principios del sistema HACCP

Con el objeto de realizar una implantación correcta del sistema, es preciso comprobar que se poseen los recursos suficientes, de modo que se pueda vigilar los puntos críticos de control identificados y complementar y guardar los registros. Es importante que todos los involucrados en la aplicación del sistema HACCP sean capaces de hacerlo funcionar día a día. El sistema HACCP se basa en los siguientes principios:

5.1. Principio 1: Realizar un análisis de peligros

Una vez completados los pasos preliminares al establecimiento del HACCP, el equipo debe realizar un análisis de peligros. Este principio es considerado como la base del plan HACCP. Con el análisis se identificarán todos los peligros potenciales del producto, sus causas y la probabilidad de que tengan lugar. Solo entonces se podrán establecer las medidas adecuadas (procesos o elementos del producto que reducen o eliminan el peligro potencial).

Se define como “peligro”, a aquel agente biológico, químico o físico presente en el alimento, o bien la condición en que éste se halla, que puede causar un efecto adverso para la salud. “Riesgo” se conoce como la probabilidad de que un factor biológico, químico o físico, cause un daño a la salud del consumidor.¹¹

El sistema HACCP identifica 3 tipos de peligros que pueden aparecer en los alimentos. Clasificados según su origen, estos peligros pueden ser:²⁴

- **Biológicos:** Que abarcan todos los agentes patógenos y las toxinas microbianas que son significativas en muchos. Algunos ingredientes particulares y/o productos finales tienen la capacidad potencial de contener patógenos o permitir la formación de toxinas que pueden causar enfermedades graves y que incluso pueden llegar a ser fatales. Además los peligros pueden causar daños y secuelas permanentes.

- Químicos. La contaminación química de los alimentos puede tener un origen natural o ser consecuencia de la elaboración de los mismos. Entre los peligros químicos potenciales se incluyen, las micotoxinas. En la mayoría de los casos, debido a su baja probabilidad y/o naturaleza del peligro, los requisitos previos son el mejor modo de controlarlos. Muchas sustancias químicas y casi todos los elementos o sus ingredientes, pueden producir reacciones adversas en, al menos, un individuo.
- Físicos. Por lo general los peligros físicos son objetos o materias que forman parte del producto pero que deben ser eliminadas. No forman parte del producto pero pueden ser introducidas en el mismo de manera no intencionada durante la producción, como restos de cristal provenientes de botellas.

El análisis de peligros es un proceso con dos etapas, la identificación del peligro y la evaluación del peligro. La identificación del peligro comprende el análisis de cada materia prima, proceso productivo y uso por parte del consumidor. También incluye la identificación de las medidas de control apropiadas encaminadas a reducir o eliminar los peligros potenciales. La evaluación del peligro consiste en la revisión de cada peligro identificado para establecer la gravedad del riesgo que supone para la salud del consumidor y la probabilidad de que tome forma el peligro.

La parte final y más difícil de un análisis de peligros es la evaluación de la probabilidad de un peligro. Uno de los elementos a valorar cuando se estudia la probabilidad de un peligro es el historial del producto.

5.2. Principio 2: Determinar los puntos críticos de control (PCC)

Un punto crítico de control se define como una etapa en la que se puede efectuar un control y que es esencial para prevenir o eliminar un peligro, ó en la que se puede reducir el mismo hasta un nivel aceptable. Por lo tanto las medidas de control hacen referencia a las acciones o actividades efectuadas en un PCC para prevenir, eliminar o reducir los peligros identificados. Es recomendable utilizar un árbol de decisiones para establecer los puntos críticos de control. Todo peligro significativo tiene que tener una medida de control que reduzca la probabilidad de aparición del mismo. Las medidas de control dependen de la fiabilidad del sistema de controlar la seguridad alimentaria.¹¹

El PCC no estará centrado en la infraestructura de apoyo a la producción, mantenimiento del equipo, desinfección, control de plagas, formación del personal, necesidades de transporte y almacenamiento, mantenimiento de instalaciones, control de lotes o retiro del producto. Cuando los requisitos y etapas previas están bien estructurados se simplifica la determinación de los PCC, centrándose en las etapas del proceso más que en la estructura de la planta de producción.

Un punto crítico de control no deberá confundirse con un “punto de control”. Un punto de control es cualquier etapa en la que se puedan controlar los factores biológicos, químicos o físicos. Por ello, los puntos de control normalmente se asocian con los problemas de calidad de producción. Los PCC se encuentran habitualmente en las materias primas, recepción, manipulación de ingredientes, procesado, envasado y distribución.¹¹

5.3. Principio 3: Establecer los límites críticos para cada PCC

El NACMCF (National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods) define límite crítico como “un valor máximo o mínimo de un parámetro biológico, químico o físico que debe ser controlado en un PCC para evitar, eliminar o reducir un peligro para la seguridad alimentaria”. El codex Alimentarius define límite crítico sencillamente con un “criterio que separa lo aceptable de lo inaceptable”. En otras palabras los límites críticos son valores del proceso productivo que no deben ser rebasados.²⁴

Al establecer un límite crítico se necesita una base científica, para ello, las empresas pueden utilizar fuentes de información externas con el propósito de aumentar los conocimientos propios, éstas pueden consistir en: normas legales, revisiones bibliográficas, estándares sectoriales, comités técnicos sectoriales, investigaciones o estudios propios, instrucciones de los fabricantes de equipo y consultores externos.

Los límites críticos deben ser medibles, por ejemplo, tiempo, temperatura, dimensiones físicas, actividad acuosa, pH, concentración de alguna sustancia, características sensoriales, etc. Una vez establecidos los límites críticos de un PCC, se pueden desarrollar los límites operaciones para controlar más estrictamente el proceso o sencillamente para mantenerlo bajo control.

5.4. Principio 4: Establecer un sistema de monitoreo que asegure el control de los Puntos críticos de control.

La vigilancia de los PCC es esencial para que un sistema basado en el HACCP tenga éxito. Deben establecerse y poner en práctica los procedimientos de vigilancia adecuados para garantizar que no rebasen los límites críticos. Para establecer eficazmente los procedimientos de vigilancia, hay que responder a las preguntas: ¿Quién?, ¿Qué?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Porqué?, y ¿Cómo?. Estos pueden consistir fundamentalmente en observaciones o medidas que se pueden realizar de modo sencillo sin provocar retraso o tener un costo grande para el proceso productivo.¹

En un sistema basado en el HACCP, la vigilancia consiste en analizar y observar de manera programada y registrada por la empresa, para informar sobre lo que ocurre en cada PCC. La vigilancia consiste en una actividad llevada a cabo, normalmente, en la línea de producción por su propio personal. Dado a que la vigilancia consiste en una observación continua, también necesita de atención y acciones encaminadas al mantenimiento de HACCP y para garantizar que se realicen acciones adecuadas cuando se superan los límites críticos.

La vigilancia:

- Obtendrá datos en los que se basen decisiones y realicen acciones apropiadas.
- Puede realizarse de manera continua por medio de un aparato de medida.
- Permitirá avisar tempranamente cuando el proceso está fuera de control.
- Puede ayudar a evitar o minimizar las pérdidas de productos cuando ocurre una desviación.
- Ayudará a detectar la causa del problema cuando se pierde el control.

Sin una vigilancia eficaz y un sistema de registro de datos o información, no existe un sistema basado en HACCP.

5.5. Principio 5: Establecer las acciones correctivas

Aunque el sistema HACCP se encuentre muy bien diseñado, siempre existe la posibilidad de que surjan desviaciones del procedimiento establecido como parte del HACCP. Una vez identificados los peligros, determinados sus límites críticos correspondientes y puesto en marcha el sistema de vigilancia, es necesario diseñar un procedimiento para realizar las acciones correctivas.¹¹

Una acción correctiva se define como “la acción que se lleva a cabo cuando el resultado de la vigilancia en un PCC indica una pérdida de control”. El hecho de que se este fuera de un límite crítico en un PCC, es una muestra de que el proceso se encuentra

fuera de control. Cuando esto ocurre, hay que realizar una acción correctiva para devolver el proceso y el producto afectado a una situación bajo control.

El plan HACCP deberá diseñarse de tal forma que sean detectados rápidamente cualquier desviación en un límite crítico. Una detección temprana y la eliminación o reducción posterior de la desviación permitirá que las acciones correctivas se realicen lo antes posible. Con ello se reduce al mínimo la producción de producto no conforme.⁷

Con las acciones correctivas se podrá identificar, corregir y eliminar la causa de la desviación, además de determinar la magnitud del problema. De manera que se identifique y trate adecuadamente el producto no conforma

Cuatro son los elementos de una acción correctiva:

1. Identificación de la causa de la desviación
2. Decisión sobre el destino del producto
3. Registro de la acción correctiva
4. Reevaluación del plan HACCP.

Decidir el destino adecuado para un producto no conforma es importante, ya que no resulta deseable que un producto no conforme o peligroso entre a la cadena comercial. La destrucción de un producto debe ser observada y documentada.

Toda acción correctiva realizada debe ser documentada. Los registros de las acciones correctivas ayudan a la empresa en la identificación de problemas recurrentes, y pueden utilizarse para decidir si hay que modificar el plan HACCP.

5.6. Principio 6: Establecer los procedimientos de verificación.

La verificación debe estar diseñada para comprobar que el plan HACCP está funcionando y que el plan implantado es el mismo que está escrito. La verificación garantiza que el plan HACCP es válido, en este caso, consiste en una revisión científica de cada uno de los elementos del plan HACCP, como el análisis de peligros, la

determinación de PCC y estrategias de verificación, así como el establecimiento de los límites críticos. Finalmente la verificación asegura que el plan HACCP sigue siendo válido y apropiado. Una vez implantado y desarrollado, el HACCP debe ser revisado periódicamente. ¹¹

La puesta en práctica del procedimiento de verificación comprenderá las siguientes fases:

- Planificar los métodos y procedimientos que se van a utilizar en la verificación:
 - ✓ Muestreo y análisis.
 - ✓ Análisis y pruebas para puntos críticos seleccionados.
 - ✓ Análisis para productos intermedios o finales.

- Establecer un sistema documental, en el cual quedará registrada la verificación del HACCP

La verificación incluirá los siguientes controles:

- Supervisión y registro de las anotaciones realizadas en la aplicación del HACCP en medidas correctivas adoptadas.
- Modificaciones en el HACCP.
- Resultados de los controles analíticos.
- Control analítico y/o sensorial sobre el producto intermedio o final realizado por el personal responsable del control de calidad o por un laboratorio contratado autorizado. El plan de muestreo para ese control se fijará en función del grado de efectividad del HACCP.
- Revisión del sistema de HACCP en el caso de que se realicen cambios sustanciales en el proceso de fabricación, o cuando se conozca alguna información sobre un nuevo peligro asociado al producto.
- Reuniones periódicas entre los responsables del control de calidad, control de producción y directivos, con el fin de evaluar la efectividad del HACCP.

5.7. Principio 7: Establecer un sistema de documentación.

Este último principio consiste en establecer e implantar un sistema de registro de datos exhaustivos. La documentación proporciona evidencia objetiva para probar que una actividad determinada ha sido realizada con el objetivo de cumplir con una especificación predeterminada. Desde el punto de vista del HACCP, la documentación generada debe consistir en un registro escrito, de forma que demuestre que se ha realizado una actividad cuando estaba programada, de acuerdo con el procedimiento establecido.³

Una vez creado el registro, se debe implantar un sistema formal del registro de datos. Este sistema debe establecer los procedimientos de identificación, almacenamiento, recuperación, mantenimiento, protección y distribución de los documentos.

Los registros proporcionarán una certeza razonable de que la empresa fue responsable de sus actos cuando se elaboró el producto. Además se da garantía de que se realizaron las acciones correctivas adecuadas, para volver a formular los productos o rediseñar el proceso cuando se superan los límites críticos. Con los registros también se demuestra a cualquiera que audite el sistema productivo que el proceso productivo está bajo control.³

Algunos de los registros que podrían llevarse acabo en el HACCP son:

Materias primas:

- Evidencia de todos los componentes que lo integran (documentos y archivos)
- Certificación de proveedores, en cumplimiento con especificaciones regulatorias establecidas, es importante conocer las propiedades de la malta y los adjuntos utilizados ya que de estos dependerán muchas variables dentro del proceso y el tipo de cerveza.
- Establecer auditorías para tener evidencia del cumplimiento de las especificaciones requeridas.
- Control de temperatura de almacenamiento de productos e ingredientes críticamente sensibles, como el lúpulo y la levadura.

- Evidencia de almacenaje para el control de vida de ingredientes. Esto es muy importante para el lúpulo ya que este ingrediente pierde sus propiedades aromáticas y de amargor con el tiempo.

Preparación:

- Control de registros de métodos de preparación.
- Evidencias de la correcta adecuación de procedimientos para la elaboración de cerveza.

Empaque:

- Evidencias del cumplimiento del empaque en forma y especificaciones, de acuerdo a producto o ingredientes.
- Evidencias de cumplimiento con especificaciones de venta (sellos de certificación)

Producto terminado:

- Datos y evidencias para establecer la eficacia y mantenimiento adecuado de los productos (tiempos y cadenas de frío)
- Datos que garanticen el tiempo de vida de un producto o ingrediente.
- Documentos de procedimientos de control HACCP, para el cuidado de estos factores arriba señalados.

Almacenaje y distribución:

- Registro de control de fríos y productos en proceso de maduración.
- Datos sobre temperatura y tratamiento después de la venta, para control adecuado de producto cliente usuario.

Desviaciones y acciones correctivas:

- Control de evidencias de todas las acciones correctivas tomadas y de las desviaciones de proceso.
- Control de evidencia sobre cambios en proceso o ingredientes, certificando el cumplimiento de especificaciones así como de regulaciones de mercado.

Entrenamiento de capital humano:

- Evidencias que aseguren la capacidad técnica y de habilidades, de los responsables de acciones correctivas en proceso, para la perfecta toma de decisiones y responsabilidades del sistema HACCP.

6. Consideraciones Finales

La cerveza, con su larga historia que comienza probablemente mediante la fermentación accidental del cereal en un medio húmedo, tuvo la ventaja de no sólo resultar agradable de beber, sino que también se mantenía razonablemente bien durante un determinado tiempo; era incluso más segura que el agua con la que se elaboraba, debido a sus cualidades antisépticas.¹²

Es muy importante notar que la cerveza es un producto alimenticio resultante de una fermentación alcohólica, y debido a ello deben de considerarse una serie de rasgos propios de las bebidas alcohólicas y de sus procesos de fabricación que, históricamente, las diferencian de la mayoría de otros alimentos y bebidas, y que las han hecho inocuas desde el punto de vista de la salud del consumidor.

Los riesgos potenciales para cualquier alimento pueden agruparse en alguna de las siguientes categorías:⁴

- Los componentes naturales de las materias primas que sean tóxicas en sí mismos.
- Los contaminantes ambientales asociados a las materias primas.
- Las infecciones microbianas.
- Los contaminantes que derivan del transporte, la distribución, el almacenamiento o el envasado.
- Los contaminantes procedentes del procesado
- Los asociados a los aditivos, adyuvantes de fabricación y otros materiales utilizados durante el procesado que puedan entrar en contacto con los alimentos.
- La contaminación deliberada de un alimento con un material peligroso.
- Componentes como alérgenos que aunque resultan inofensivos para la mayor parte de la población, pueden suponer un riesgo importante para una pequeña minoría.

La mayoría de los riesgos serios de muchos alimentos son la posible contaminación por bacterias causantes de toxiinfecciones alimentarias, como *Listeria*. La cerveza, como

ya se ha mencionado es por si misma bastante segura en lo que se refiere a microbiología de los alimentos. En parte es debido a la etapa de cocción, que elimina básicamente cualquier contaminante microbiano que proceda de las materias primas, y también debido al efecto antibacteriano del alcohol, el bajo pH, el dióxido de carbono y los ácidos del lúpulo.

Esto no significa que las toxiinfecciones alimentarias no sean posibles a través de la cerveza, sencillamente quiere decir que es poco probable que sea peligrosa. Por todo ello hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones relacionadas a la naturaleza de la cerveza:

6.1. Materias Primas

Las principales materias primas para la elaboración de cerveza son la cebada malteada, el lúpulo (o productos obtenidos a partir de lúpulo como pellets o extractos), levadura y agua. Otros cereales, malteados o sin maltear, en forma de harinas o como grano entero, también pueden usarse para impartir características especiales a algunas cervezas. Los jarabes de cereales también pueden ser una fuente adicional de azúcares fermentables.

6.1.1. Agua

El agua tiene muchos usos aparte de la fabricación, tales como limpieza, enfriamiento y producción de vapor. La cerveza contiene aproximadamente 90% de agua y, por lo tanto, hay que considerar su influencia predominante sobre el tipo, calidad y carácter del producto final. Por esta razón, algunos tipos de cerveza, han sido asociados con ciertas localidades cuyo suministro de agua tiene una composición química definida.²

El agua para la fabricación de cerveza tiene que tener la pureza del agua potable, bien sea de procedencia del suministro municipal, de un pozo o cualquier otra fuente; en otras palabras, tiene que estar libre de olores y sabores objetables, de proporciones inadecuadas de materias suspendidas y materias orgánicas descompuestas, de bacterias indeseables y de cantidades excesivas de sílice y hierro.

Si el agua es “blanda”, necesitara una adición de sales endurecedoras en la debida proporción para situar la composición del agua en la norma propia deseada para la producción del tupo de cerveza en cuestión. El tratamiento es diferente, si el agua es “dura”. El agua debe ser periódicamente analizada generalmente con el cambio de estación. Las condiciones climatológicas cambian siempre el análisis cuantitativo del agua, sin tener en cuenta su origen. ²

Los metales pesados, como el plomo y el cadmio, son uno de las principales preocupaciones en lo relativo al agua empleada para la fabricación de alimentos. Con respecto a los contaminantes orgánicos la legislación no siempre asegura una calidad suficiente para el fabricante de cerveza, ya que permite que los resultados de algunas determinaciones sean promediados a lo largo de un periodo de tiempo.⁴

De este modo, los contaminantes que tienen su origen en un único punto (los disolventes clorados provenientes de los procesos de limpieza en seco constituyen un ejemplo típico), pueden exceder los límites críticos de seguridad o calidad durante periodos cortos de tiempo, que son suficientes para contaminar una o más fermentaciones.

En muchas fábricas de cerveza, en particular aquellas situadas en áreas urbanas vulnerables, con el fin de evitar esto, han instalado sofisticadas plantas de tratamiento de aguas, que incluyen por ejemplo, columnas de intercambio iónico o sistemas ósmosis inversa. En aquellas microcervecerías en donde se encuentran instalados estos sistemas, estos deberán incluirse en la planeación del HACCP.

De este modo deben existir procedimientos claros para el mantenimiento, limpieza de filtros y controles reguladores para asegurar que están funcionando dentro de los parámetros especificados. (Ver tabla 1)

Tabla 1. Requerimientos de calidad y Seguridad del agua empleada en la fabricación de cerveza.

Parámetro	Unidades	Concentración máxima
• TOXICOS QUÍMICOS		
Arsénico	µg/L	50
Cadmio	µg/L	5
Cianuro	µg/L	50
Cromo	µg/L	50
Mercurio	µg/L	1
Níquel	µg/L	50
Plomo	µg/L	50
Antimonio	µg/L	10
Selenio	µg/L	10
Pesticidas y productos emparentados		
Sustancias individuales	µg/L	0,1
Sustancias totales	µg/L	0,5
Hidrocarburos aromáticos policíclicos		
Trihalometanos	µg/L	100
• PARÁMETROS DE CALIDAD		
Sulfato	mg SO ₄ L ⁻¹	250
Magnesio	mg Mg / L	50
Sodio	mg Na L ⁻¹	150
Potasio	mg K L ⁻¹	12
Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50
Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	0,1
Amonio	mg NH ₄ L ⁻¹	0,5
Hidrocarburos	µg/L	10
Fenoles	µg C ₆ H ₅ OH L ⁻¹	0,5
Surfactantes	µg/L	200
Aluminio	µg Al L ⁻¹	200
Hierro	µg Fe L ⁻¹	200
Manganeso	µg Mn L ⁻¹	50
Cobre	µg Cu L ⁻¹	3.000
Zinc	µg Zn L ⁻¹	5.000
Fósforo	µg P L ⁻¹	2.200
Flúor	µg F L ⁻¹	1.500
Plata	µg Ag L ⁻¹	10
• PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS		
Coliformes totales	Unidades/100mL	0
Coliformes fecales	Unidades/100mL	0
Estreptococos fecales	Unidades/100mL	0
Clostridios sulfito reductores	Unidades/100mL	≤ 1

Fuente: BAXTER E. DENISE, HUGHES PAUL S. 2004. Cerveza, calidad, higiene y características nutricionales. Editorial Acribia. Zaragoza España.

6.1.2. Cereales y Malta

Es importante conocer el origen y el proceso del malteado al que han sido sometidos la cebada, u otros cereales, que son usados en la elaboración de cerveza. La malta es el grano que ha pasado a través de los procedimientos correctos de remojo, germinación y tostado, difiere del grano original ya que contiene menos humedad, por lo tanto está en mejores condiciones para su almacenamiento y molido; el endospermo ha sido modificado y es harinoso en comparación con el endospermo duro del grano original, y el valor enzimático de la malta es sumamente mayor comparado con el del grano original.¹⁵

La malta tiene una tremenda influencia en la producción de cerveza, y puede variar enormemente, incluso en los mismos tipos de una temporada a otra, el cervecero debe tener los suficientes conocimientos de la cebada y la malta para determinar el adaptamiento de la malta a sus propósitos.²

Los riesgos más importantes en estas materias primas son los contaminantes químicos, las infecciones por hongos y las infecciones por insectos. Hay establecidos límites legales para una serie de contaminantes como residuos de pesticidas y metales pesados (como el plomo). El fabricante de cerveza debe insistir en que la malta se suministre, esté elaborada a partir de cereales que cumplan con la legislación vigente.

Las condiciones de almacenamiento también son importantes, debido a que la malta es vulnerable y puede absorber malos olores con facilidad. También deben fijarse límites máximos para las nitrosaminas volátiles. Los hongos pueden infectar al grano tanto en el campo como durante el almacenamiento. En cada uno de los casos se ven involucradas especies diferentes adaptadas al contenido en humedad disponible que oscila desde un 40-50% en el grano en maduración, hasta por debajo del 18% en el grano ya maduro. En la medida de lo posible deben evitarse estas infecciones fúngicas, no sólo por el daño que originan a la viabilidad del grano y la calidad de la cerveza, sino también porque pueden llevar asociada la formación de micotoxinas.

Otros hongos como especies de *Penicillium* y *Aspergillus* pueden crecer con los contenidos de humedad más bajos del grano maduro (entre un 16-20% de humedad). En condiciones favorables de temperatura y humedad, estas especies pueden producir otra micotoxina, la ocratoxina A. ⁴

Las infestaciones por insectos son siempre un problema potencial en cualquier lugar en el que se almacene grano a lo largo del tiempo. Es esencial el prestar atención a la limpieza e higiene de los almacenes de grano. El secado y el enfriado también son importantes, ya que muchos insectos no pueden reproducirse por debajo de determinadas condiciones de humedad y temperatura. Es necesario que la malta se elabore y comercialice a lo largo del mismo año para evitar que se almacene durante largos periodos de tiempo. Por consiguiente, la planeación del HACCP debe prestar especial atención a comprobar las condiciones de almacenamiento para todas las materias primas.¹⁰

6.1.3 Adjuntos

Los adjuntos se usan primordialmente para obtener características diferentes en el color y sabor de la cerveza, así como mayor estabilidad. La malta se emplea en unión con cereales crudos en el cocimiento, como el trigo, de forma que las enzimas de la malta puedan actuar sobre el almidón de los adjuntos, transformándolos a un estado gelatinizado antes y durante su adición a la mezcla principal.

Los adjuntos están propensos a una infestación por insectos durante su almacenamiento. Es de conocimiento general que la pérdida en toda clase de cosechas es aproximadamente del 10% en el promedio anual, a causa de la acción del gorgojo y otros insectos. El largo almacenamiento de los adjuntos, aún en temperaturas y condiciones corrientes, los hace propensos a volverse “duros”, haciéndolos difíciles en su tratamiento. En los casos de almacenamiento prolongado deben tomarse toda clase de precauciones para prevenir una plaga.¹³

6.1.4. Lúpulo

El lúpulo da a la cerveza un sabor amargo y aroma agradable, acrecentando la cualidad refrescante. Los lúpulos ayudan a clarificar el mosto, coagulando ciertas materias proteicas. Contribuye en la conservación de la cerveza. Los constituyentes más valiosos son las resinas y el aceite contenidos en la lupulina. El lúpulo debe almacenarse en locales secos, fríos, y oscuros, para restringir la influencia del aire, la actividad enzimática y el desarrollo de microorganismos. La temperatura de almacenamiento del lúpulo debe ser mantenida a 0°C con una humedad relativa de menos del 75%, evitando en lo posible las corrientes de aire.²

Es importante la valoración física y visual de los lúpulos que se utilicen para la elaboración de cerveza, ya que es la única forma de eliminar lúpulos, cuya aroma haya sufrido por enfermedad o mal tratamiento, además de ser un camino para seleccionar los mejores lúpulos para las cervezas deseadas. Los lúpulos deben carecer de mohos o infecciones, el color debe ser verde-amarillento o amarillo-verdoso, deben tener brillo y lustre sedoso. Los lúpulos deben tener una gran cantidad de lupulina de color amarillo-limón. Esta lupulina debe sentirse aceitosa y pegajosa.²

Bajo condiciones favorables, el carácter y la calidad de la cerveza están unidos estrechamente al origen y variedad del lúpulo. La tierra, el clima, la variedad y los métodos de cultivo empleados, son los factores predominantes para fijar la calidad del lúpulo. La dureza o la suavidad en el sabor dependen de ciertos tipos de lúpulo, y es necesario registrar siempre el tipo y origen.

Como para los cereales, los principales riesgos en el lúpulo y productos derivados, provienen de los residuos de pesticidas y metales pesados. También se han establecido límites para los nitratos, que tienden a acumularse en las zonas de las plantas que tienen hojas y que pueden ser muy elevadas en los conos del lúpulo. Por ejemplo en el procesado para producir extractos de lúpulo en los cuales los ácidos del lúpulo se encuentran concentrados, generalmente reduce las concentraciones de estos contaminantes de un modo importante.

6.1.5. Levaduras

La mayoría de las fábricas de cerveza reutilizan varias veces sus levaduras; en consecuencia el principal objetivo sobre la seguridad es evitar la contaminación microbiológica, tanto por bacterias como levaduras salvajes. Por ello, un buen plan HACCP tendrá que especificar el modo de manipular y almacenar las levaduras que son recogidas al final de la fermentación. En las grandes fábricas de cerveza es posible que se establezca un número fijo de generaciones antes de introducir un cultivo nuevo.⁴

En muchas microcervecerías la levadura se reutiliza durante muchas generaciones; es decir, generaciones de maestros cerveceros, sin tener en cuenta a las levaduras. Con frecuencia estas fábricas confían en una mezcla de cepas emparentadas, las cuales han evolucionado a lo largo de décadas para adecuarse a las condiciones de proceso y a la calidad del producto requerida, además de la complicación que supone el tratar de usar un cultivo puro. Suponiendo que la levadura se maneja y almacena de modo adecuado, de modo que sea viable por completo, fácilmente superará en crecimiento a cualquier posible microorganismo alterante que trate de competir, y que pueda utilizarse sin que aparezcan efectos que alteren la calidad de la cerveza.

Un buen plan HACCP para una microcervecería, debe incluir exámenes regulares de las levaduras mediante microscopía óptica para detectar levaduras salvajes y bacterias contaminantes. También son de utilidad los datos de análisis y de las catas del producto terminado para controlar la presencia de bacterias alterantes, ya que los malos olores producidos por estos microorganismos pueden ser detectados normalmente a concentraciones bajas por catadores entrenados.

6.2. Proceso de elaboración

El sistema HACCP debe de considerar de forma importante todos aquellos peligros asociados al proceso en sí mismo; además debe asegurarse que estén en marcha controles adecuados para mantener el proceso funcionando en la dirección y modo en el que se pretende hacerlo. También debe de asegurar que cualquiera de las desviaciones que puedan aparecer, sean detectadas y corregidas. Deben de tomarse los registros adecuados de modo que posteriormente se puedan seguir la trazabilidad de las condiciones del proceso de cualquiera de los lotes.

El objetivo de la elaboración en la sala de cocimiento es tratar y extraer los materiales empleados en la fabricación de cerveza. El producto final de la sala de cocimiento es el mosto caliente hervido con lúpulo. Esta es la primera de las etapas principales en la preparación de la cerveza. ²

El proceso de maceración es una de las etapas fundamentales de la cervecería, en donde los materiales “secos”, como malta y adjuntos no maltados, son extraídos al mezclarlos con agua en cantidades relativamente apropiadas a las temperaturas debidas y en un tiempo adecuadamente fijado. La extracción de malta molida y adjuntos en la maceración es hasta cierto punto solamente un proceso simple de extracción con agua. La solubilización y conversión se debe principalmente a la acción de las enzimas. Debido a que todos los procesos enzimáticos dependen enormemente de la temperatura y el pH del medio en que actúan será muy importante controlar estos parámetros en esta parte del proceso.

La composición y cantidad empleada de malta y adjuntos, la molienda y la preparación de los materiales, la cantidad y composición del agua para la mezcla, las temperaturas y los tiempos empleados en el proceso de elaboración y las influencias debidas al equipo empleado y a su manipulación; son factores que influirán en la composición de la mezcla al finalizar el proceso de maceración. Estos factores determinan el extracto obtenible, el peso del primer mosto una vez separado de los residuos insolubles, la cantidad de azúcar fermentable en el extracto total, la naturaleza y cantidad de los constituyentes proteicos solubles, y el sabor, color, olor y acidez del mosto.

Las variaciones en los factores de la maceración cambiarán materialmente el mosto resultante, y al final también la cerveza. El cambio en alguno de los factores puede resultar necesario al modificar también otros factores que no estén al alcance del control cervecero, para mantener la calidad y uniformidad del producto.

Los objetivos más importantes en el proceso de ebullición del mosto son: coagulación de las proteínas, esterilización del mosto y destrucción de las enzimas, extracción de las sustancias del lúpulo, evaporación del agua excelente y alteración general de la composición del mosto por medio del cocimiento. Esto implica que toda la carga microbiana presente en el mosto debe ser prácticamente eliminada, con ello se elimina los riesgos biológicos presentes. Esto es algo que debe ser tomado muy en cuenta en el análisis de riesgos.

El mosto es muy susceptible de una infección por debajo de la 62°C, mientras es enfriado a la temperatura de fermentación y hasta que se le añade la levadura. Los objetivos principales del enfriamiento del mosto son: eliminar el coágulo caliente; formación y, en algunos casos, eliminación del coágulo frío; reducción de la temperatura del mosto a la temperatura de fermentación; introducción de suficiente aire, para que la levadura pueda efectuar una fermentación normal.¹³

Si el mosto se enfría en enfriadores abiertos estos deben entrar en salas con aire acondicionado para evitar la contaminación del mosto por microorganismos provenientes del aire. El aire debe ser también desodorado. Sin embargo la condición del aire tiene menos importancia comparada con la contaminación del mosto a causa de instalaciones sucias. Por ello es de suma importancia limpiar las instalaciones enfriadoras después de cada cocimiento, a no ser que trabajen continuamente. Se puede conseguir una buena limpieza en todos los tipos de enfriadores aplicando una solución adecuada para la limpieza, seguida del empleo de cepillos y suficiente riego con agua. Todos estos son factores que deben ser considerados en el sistema HACCP.

Poco después de añadir la levadura al mosto frío, comienza el proceso de fermentación. La levadura produce alcohol y ácido carbónico al disociar los azúcares fermentables, alimentándose al mismo tiempo de proteínas, sales minerales y algunos azúcares. Una vez saturada la cerveza, el ácido carbónico restante es expulsado. Es muy

importante considerar para el análisis de riesgos que: durante la fermentación la acidez aumenta considerablemente, además de aumentar la temperatura. También hay que considerar que si no se tiene un control de la levadura empleada, se pueden introducir levaduras salvajes y/o levaduras degeneradas. Una levadura degenerada es la que ha perdido sus buenas cualidades originales, y los signos son una fermentación anormal (en la cual la levadura no se reproduce debidamente, causando al mismo tiempo una fermentación lenta). La levadura no flocula bien, no decanta rápidamente y el sedimento no es compacto. Algunos de las causas que provocan el deterioro de la levadura son:¹⁵

- 1) Agua de cocimiento demasiado blanda
- 2) Contenido excesivo de hierro en el agua de cocimiento
- 3) Un mosto fabricado con malta defectuosamente desgregada
- 4) Un mosto que aún contiene almidón.
- 5) Un exceso o escasez de nitrógeno soluble en el mosto
- 6) Un mosto de muy poca densidad
- 7) El empleo de lúpulo demasiado viejo
- 8) Efectos tóxicos procedentes de ciertos cereales no malteados
- 9) Falta de oxígeno en el mosto
- 10) Temperaturas demasiado altas o demasiado bajas.
- 11) Demasiado sedimento

Durante el proceso de maduración se lleva a cabo la clarificación, atenuación, acumulación de reservas y filtración de la cerveza, además de conseguir características deseadas en el sabor y brillantez de la cerveza. En una maduración normal se requiere una temperatura baja en la cerveza (-1 a 1 °C) para conseguir la debida clarificación, maduración, carbonatación y estabilidad, y al mismo tiempo evitar daños en la levadura.

El tiempo de almacenamiento de la cerveza puede variar extensamente dependiendo del proceso empleado, siendo generalmente de 2 a 6 semanas. Los factores en la reducción del periodo de almacenamiento son el uso de clarificadores y la filtración con filtros de tierra diatomácea. Con temperaturas más altas y tanques pequeños se acorta también el periodo de almacenamiento.

En las fábricas modernas de cerveza, el envasado resulta ser una operación muy rápida, no es raro un volumen de cientos a miles de botellas por minuto, y consecuentemente puede ser una operación vulnerable. El plan HACCP deberá abarcar:

- La calidad de los materiales de envasado, los cuales deben ser adecuados para su uso en alimentos y no deben liberar sustancias químicas dañinas o que den olores al producto.
- Una adecuada limpieza de los envases reutilizables.
- El almacenamiento de los envases vacíos, con el fin de evitar que recojan suciedad u olores.
- La posibilidad de que objetos extraños se introduzcan en el envase en el momento del llenado
- La posibilidad de que haya cristales en el envase: estos pueden tener su origen en botellas defectuosas o en las cabezas de las llenadoras.
- La limpieza de filtros
- La posibilidad de contaminación, por ejemplo, por lubricantes, refrigerantes o agentes de limpieza.
- El funcionamiento eficiente de los pasteurizadores
- El llenado estéril

Hay que tomar en cuenta que con la pasteurización se provocan efectos adicionales en la cerveza, ya que el calor necesario para la pasteurización cause: (1) la oxidación de varios complejos orgánicos y (2) una posible coagulación de sustancias nitrogenadas. En el primer caso la reacción es dañina para la cerveza, y en el segundo caso se forma un velo. La cerveza también sufre cierta caramelización.

Hoy en día, los equipos de envasado y pasteurización tienen incorporados un gran número de sistemas de control y seguridad; el sistema HACCP deberá asegurar que hay suficientes pruebas de que estos sistemas trabajan correctamente y que pueden detectar todo tipo de inclusiones. Por ejemplo puede ser una práctica habitual utilizar envases “test” con inclusiones a diferentes alturas de la botella o de la lata para comprobar que los sistemas de detección están funcionando.¹⁷

7. Discusión

Este documento considera que la base del sistema de control de seguridad alimentaria en una microcervecería debe ser un sistema HACCP. Este sistema deberá estar sustentado por todos aquellos prerrequisitos que sean aplicables a las necesidades y características particulares de la empresa. La importancia de todos y cada uno de los prerrequisitos y buenas prácticas de manufactura radica en el hecho de que estos pueden evitar que se tomen en cuenta de forma errónea, algunos riesgos y/o peligros en el momento de definir los principios del HACCP.

Es fundamental que la aplicación del Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP), sea un sistema dinámico, preventivo y sistemático; y que sea aplicable a toda la cadena productiva en todas las etapas, cuidando siempre que se identifiquen, evalúen y controlen cualquier riesgo de contaminación en el proceso de elaboración de cerveza.

Al integrar un programa HACCP en la Industria cervecera, se puede favorecer la reducción de costos, derivados de un producto que no cumple las especificaciones de inocuidad, y se pueden disminuir el número final de análisis del producto.

En una situación ideal en la que se hubieran eliminado absolutamente todos los peligros microbiológicos podrían aceptarse dicho planteamiento, sin embargo, hasta la fecha la implementación del HACCP por los fabricantes no ha sido total, especialmente en empresas pequeñas (el cual es el caso de la mayoría de las microcervecías mexicanas), debido a problemas financieros, falta de entrenamiento apropiado y desconocimiento de las cargas microbianas y de los parámetros intrínsecos.

Debido al enfoque y a la importancia que un sistema HACCP le da a los riesgos microbiológicos, debe de considerarse el hecho de que todo lo que se utiliza como materias primas y coadyuvantes en una microcervecería es un elemento potencial de contaminación microbiológica y química.

La cerveza en sus diferentes etapas de fabricación es susceptible a microorganismos que la pueden alterar. Aunque la etapa de ebullición del mosto esteriliza de forma efectiva el mosto cervecero antes de la fermentación, no es deseable la actividad bacteriana en las etapas previas a la cocción a causa de la presencia de algunos productos, como los nitritos y toxinas, que son potencialmente dañinos. Sin embargo las buenas prácticas en la elaboración de cervezas y un correcto conocimiento y manejo de cada etapa del proceso deben de garantizar que en teoría esto no suceda.

Debe de resaltarse el hecho de que la cerveza es un producto proveniente de una fermentación alcohólica, esto implica tomar en cuenta la naturaleza de este tipo de productos y su proceso de fabricación. La primera etapa del proceso de elaboración de la cerveza, fase de producción del mosto, concluye con una ebullición prolongada, esta etapa provoca cambios físico-químicos favorables, además, disminuye la carga microbiana, y por lo tanto, los riesgos biológicos son eliminados. A pesar de ello, los estándares de limpieza deben ser mayores para todas aquellas etapas del proceso posteriores a la ebullición del mosto.

En la etapa posterior, la fermentación produce la aparición de alcohol que, en sí mismo, tiene un efecto inhibitor para los microorganismos. A este benéfico efecto del alcohol hay que añadir las propiedades antisépticas naturales del lúpulo, la virtual ausencia de oxígeno, la presencia de CO₂, la naturaleza ácida y la escasez de nutrientes, características que impiden el desarrollo de microorganismos patógenos.

Las fases de filtración y pasteurización de la cerveza contribuyen también a la estabilización del producto frente a microorganismos. El sistema HACCP también necesitará tener en cuenta cualquiera de los productos o procesos que sean particularmente vulnerables, como lo son productos bajos en alcohol. Siempre será necesario comprobar que se alcanzan las temperaturas correctas de trabajo y que el tiempo de mantenimiento es el suficiente.

Las modernas técnicas de fabricación, junto con el uso de envases alimentarios adecuados, alargan la vida media del producto final. La cerveza envasada, especialmente en botella, en lata y barriles, deben estar totalmente exentos de oxígeno lo que evita defectos en la cerveza y proliferación de un gran número de microorganismos.

A pesar de todos los aspectos positivos que hacen de la cerveza un alimento seguro, hay una serie de razones que justifican la necesidad de analizar la cerveza para determinar cualitativa o cuantitativamente sus microorganismos y/o otros parámetros fisicoquímicos. Los principales objetivos de este análisis son: que la cerveza cumpla con la normatividad nacional e internacional; que la cerveza se ajuste a normas internas establecidas por la compañía y a las externas exigidas por el comprador; que las materias primas que llegan a la fábrica para ser procesadas cumplan con las normas exigidas y las pactadas por el productor y por último para mantener el control del proceso y la higiene de la línea de producción.

8. Conclusión

Aplicar las directrices para un programa HACCP, garantizará la inocuidad de la cerveza, ayudará a identificar aspectos clave de los procesos de elaboración y, facilitará el control de peligros químicos, físicos y/o microbiológicos que puedan estar presentes.

Aunque la cerveza es un producto alimenticio de bajo riesgo, se recomienda que las microcervecías implementen las directrices de un programa HACCP en donde se manejen adecuadamente los prerrequisitos y así obtener un producto con las características de calidad comercial.

Bibliografía.

1. APUNTES DIPLOMADO GESTION DE LA CALIDAD ISO 9001:2000. 2008. Altos Group Quality Standarts. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química. D.F. México.
2. ASOCIACIÓN DE MAESTROS CERVECEROS DE LAS AMERICAS. 1997. El cervecero a la práctica. Un manual para la industria cervecera. 2ª Edición. Medison, Wisconsin, E.U.A.
3. ASQ FOOD, DRUG AND COSMETIC DIVISION. HACCP Manual del Auditor de calidad. Editorial Acribia, S.A.
4. BAXTER E. DENISE, HUGHES PAUL S. 2004. Cerveza, calidad, higiene y características nutricionales. Editorial Acribia. Zaragoza España.
5. BAMFORTH C. W. 2006. Brewing, New technologies. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC. Cambridge, Inglaterra.
6. CARMONA LAGOS, H.A. y HERNANDEZ VALDEZ, R. 1989. Elaboración de un producto en base a una mezcla de cerveza y una bebida carbonatada con sabor. U.N.A.M. Facultad de Química.
7. CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Anexo al CAC/RCP 1-1969, rev. 4 (2003). *Sistema de análisis de peligros y control de puntos críticos (HACCP). Directrices para su aplicación.* Higiene de los alimentos, suplemento al volumen 1B. ALINORM 1997/13. 25-33.
8. DANIELS, RAY. 2001. Designing Great Beers. Editorial Brewer Publications. Boulder, Colorado, E.U.A.
9. DICCIONARIO DE LA LENGUA DE LA REAL ACADEMIA ESPAÑOLA.
10. FERRÀN, LAMICH JOSÈ. 2002. Cebada variedades cerveceras y cerveza. Barcelona: Editorial Aedos, España.
11. FORSYTHE S.J.; HAYES P. R. 2002. Higiene de los alimentos, microbiología y HACCP. Segunda edición, Editorial Acribia, Zaragoza, España
12. FURUKAWA SUAREZ, ANDRES. 2002. Análisis del procedimiento de elaboración de cerveza con énfasis en microcervecería. Trabajo monográfico de actualización. Facultad de química UNAM, D.F. México
13. GALINDO PACHECO, RAFAEL. 2004. Desarrollo de condiciones metodológicas para elaborar cerveza ale a nivel laboratorio. TESIS. Facultad de Química UNAM, D.F. México
14. HARDWICK, WILLIAM. 1995. Handbook of brewing. Ed. Marcell Decker. New York, E.U.A.
15. HORNSEY, IAN S. 2003. Elaboración de cerveza, microbiología, bioquímica y tecnología. Editorial Acribia, Zaragoza España.
16. HOUGH, J.S. 1994. Biotecnología de la cerveza y de la malta. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
17. HOUGH, J. S. 1991. Malting and Brewing Science. Second Edition. Chapman and Hall. Inglaterra.
18. JACKSON, MICHAEL. 1994. El libro de la cerveza. Editorial Blume. Barcelona, España.
19. Norma Mexicana NMX-FF-043-1982 Productos alimenticios no Industrializados para uso Humano - Cereal – Cebada maltera- (*Hordeum vulgare* y *H. distichum*) - Especificaciones
20. NORMA OFICIAL MEXICANA. 1995. NOM-142-SSA 1-1995. Bienes y Servicios. Bebidas Alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado Sanitario Comercial.
21. Norma Oficial Mexicana NOM-120-SSA1-1994 Bienes y Servicios- Prácticas de Higiene y Sanidad para el proceso de Alimentos, Bebidas no Alcohólicas y Alcohólicas
22. Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-251-SSA1-2007, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios
23. MESONES, BORIS DE. 2002. Manual práctico del Cervecero. Ed. Acribia. España.
24. MORTIMORE, SARA. 2001. HACCP enfoque práctico. Editorial Acribia. 2da Edición. Zaragoza España.