



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

**A partir del programa HACCP establecer los indicadores
clave en el proceso de elaboración de Cerveza**

TRABAJO ESCRITO VIA CURSOS DE
EDUCACION CONTINUA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICA DE ALIMENTOS

PRESENTA:

Lilia Mónica Monsalvo Franco



MEXICO.D.F

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



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: Ing. Federico Galdeano Bienzobas

VOCAL: Q.F.B. María de Lourdes Gómez Ríos

SECRETARIO: M. en I. Eduardo Morales Villavicencio

1er SUPLENTE: Q.A Marcela Olivares Paz

2do SUPLENTE: Ing. Jorge Rafael Martinez Peniche

FACULTAD DE QUIMICA

ASESOR DEL TEMA: M. en I. Eduardo Morales Villavicencio _____

SUSTENTANTE: Lilia Mónica Monsalvo Franco _____

Agradecimientos:

A mis Padres Jesús Monsalvo Montaña y Margarita Franco Guerrero, gracias por su apoyo, tolerancia, consejos y por ser el soporte de mi vida, con su cariño y confianza pude realizar mi sueño de terminar mi carrera, los amo.

A mis amigas por siempre Abigail Pérez Jiménez y Claudia Márquez Mota, las quiero mucho por haber estado conmigo en los momentos felices como difíciles y por acompañarme en este camino, en el cual compartimos sueños, alegrías y emociones.

A mi fiel compañero y amigo Raúl Flores Uscanga, gracias a tus consejos, amor y compañía contribuiste para que pudiera alcanzar mi meta profesional, fuiste y serás una persona inolvidable en mi vida, gracias.

A mi primo y hermano Víctor Cristóbal Franco Suárez, hermano sabes que significas mucho para mí y gracias por endulzarme aquellos momentos difíciles, te quiero.

A mi asesor y amigo Eduardo Morales Villavicencio por haberme asesorado y brindarme su amistad, lo admiro y respeto maestro, gracias.

Índice:

	Página
1. Introducción	6
2. Información general sobre el tema	8
2.1 Generalidades de la elaboración de Cerveza	8
2.1.1 El misterio de la elaboración de Cerveza	8
2.1.2 Historia de la elaboración de Cerveza	8
2.2 Legislación	9
2.3 Generalidades del programa Análisis de Peligro y Puntos Críticos de Control (HACCP)	9
2.3.1 Definición	9
2.3.2 Principios HACCP	13
2.3.3 Requisitos para desarrollar el plan HACCP	15
2.4 Indicadores de calidad	17
2.4.1 Diseño de indicadores	20
2.4.2 Implementación del sistema de indicadores	23
2.5 Programa de prerrequisitos de la planta cervecera	25
2.6 HACCP en el proceso de elaboración de Malta	27
2.6.1 Actividades preeliminares al desarrollo HACCP	27
2.6.2 Identificación de peligros y puntos críticos de Control (PCC)	31
2.6.3 Implementación del plan HACCP	32
2.7 HACCP en el proceso de elaboración de Cerveza	33
2.7.1 Actividades preeliminares al desarrollo HACCP	33
2.7.2 Identificación de PCC	38
2.7.3 Implementación del plan HACCP	41
2.8 Verificación del HACCP	42
2.9 Establecimiento de indicadores	44
2.9.1 Indicadores del proceso de Malteado	44
2.9.2 Indicadores del proceso de elaboración de Cerveza	46
3. Discusión	48
Conclusiones	50
Bibliografía	51

Índice de Tablas	Página
Tabla 1. Descripción de conceptos fundamentales de calidad Alimentaria.	11
Tabla 2. Descripción de las operaciones del proceso de Malteado	30
Tabla 3. Análisis de peligros y puntos críticos de control (PCC) en el proceso de Malteado	31
Tabla 4. Implementación del plan maestro HACCP en el proceso de Malteado	32
Tabla 5. Descripción de las operaciones de la fabricación de Cerveza	36
Tabla 6. Análisis de peligros y puntos críticos de control (PCC) en el proceso de elaboración de Cerveza	38
Tabla 7. Implementación del plan maestro HACCP en el proceso de elaboración de Cerveza	41
Tabla 8. Indicadores en el proceso de Malteado	45
Tabla 9. Indicadores en el proceso de elaboración de Cerveza	47

Índice de figuras

Figura 1. Principios HACCP	13
Figura 2. Árbol de decisiones para identificar PCC	14
Figura 3. Actividades preeliminares al desarrollo HACCP	15
Figura 4. Programa de prerrequisitos al desarrollo HACCP	16
Figura 5. Marco conceptual para el diseño de indicadores	19
Figura 6. Ejemplo de un indicador formalizado	20
Figura 7. Diagrama de flujo del proceso de Malteado	29
Figura 8. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de Cerveza	35

Anexos

Anexo 1. Forma de representación de indicadores	53
---	----

1. Introducción

La cerveza es una bebida alcohólica no destilada resultante de la fermentación alcohólica, mediante levadura seleccionada, producida principalmente a partir de cebada malteada, que incluye otras fuentes de carbohidratos y a la que se añade lúpulo.

Existen ilustraciones de la elaboración de cerveza que pertenecen al apogeo de las civilizaciones Egipcia y Babilónica, de unos 4,300 años de antigüedad; durante la civilización griega y mas tarde durante la romana el dominio de esta bebida se convirtió en una cuestión de importancia para el mercado internacional. Actualmente los países con mayor producción anual aproximada son: China, Estados Unidos, Rusia y Alemania respectivamente. ^[9]

En la actualidad, ha aumentado la necesidad de procesar alimentos para su traslado masivo y consumo en las ciudades que requieren el desarrollo de nuevos métodos para la preparación, envasado y almacenamiento de estos, garantizando que el alimento disponible es seguro, nutritivo e íntegro. ^[2]

Debido a la creciente demanda de requerimientos para elaborar cerveza que cumpla con la satisfacción del cliente, se han implementado sistemas de calidad que garantizan la seguridad, calidad y legalidad de sus productos. ^[9]

La estrategia utilizada por la mayoría de los fabricantes de cerveza para maximizar la seguridad alimentaria y para minimizar los riesgos para los consumidores es la misma que la empleada en gran parte del sector de la

industria alimentaria y es conocida como HACCP que significa Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control, este concepto fue desarrollado por la compañía Pillsbury, la armada de los EUA y la NASA en un proyecto diseñado para asegurar que el alimento utilizado por los astronautas americanos fuese absolutamente seguro desde el punto de vista microbiológico^[5]. Este sistema fue perfeccionado, en los años sucesivos, por la Comisión Internacional de Microbiología y Especificaciones de Alimentos (ICMSF) y en los últimos 15 años por el codex alimentarius (CODEX), hasta convertirse hoy en un enfoque sistemático para la identificación de riesgos y peligros, su evaluación, su control y su prevención ^[9].

Una vez detectados los Puntos Críticos de control, se establecen indicadores de calidad, los cuales tienen como meta proporcionar información sobre los parámetros ligados a las actividades o los procesos implementados y ayudan a medir objetivamente la evolución de los mismos. ^[8]

El objetivo del presente trabajo es establecer indicadores y objetivos de calidad a partir de un programa de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), en el proceso de elaboración de cerveza.

2. Información general del tema

2.1 Generalidades de la elaboración de cerveza

2.1.1 El misterio de la elaboración de cerveza ^[9]

El arte de fabricar cerveza se ha ido desarrollando a lo largo de 5000-8000 años. Debido a que fueron surgiendo descubrimientos independientes, como exponer al aire los jugos de frutas, o los extractos de cereales, se obtenían bebidas fermentadas.

La fermentación fue posible hasta el siglo XIX, lo que facilitó que se fueran introduciendo mejoras en las técnicas de elaboración. En la Edad Media la elaboración de cerveza fue considerada un arte o un misterio, cuyos detalles eran celosamente guardados por los maestros cerveceros y sus gremios, ya que desconocían las razones que justificaban las diversas etapas del proceso de elaboración.

2.1.2 Historia de la elaboración de cerveza ^[9]

Las fábricas de cerveza que mayor éxito tuvieron fueron aquellas que contaban con un abastecimiento de agua natural adecuado al tipo de cervezas que estaban elaborando.

El descubrimiento de la máquina de vapor permitió aumentar el tamaño de los equipos de las fábricas de cerveza que originalmente utilizaban la fuerza humana o la hidráulica para mover sus máquinas. El problema capital de las fábricas era la necesidad de operar a bajas temperaturas en ciertas etapas de la elaboración de cerveza, es por eso que se limitaba a los países de clima templado y eran impropias de los climas tropicales. Al comienzo del siglo XX se dispuso de equipos de refrigeración basados en la compresión de amoníaco, lo

que permitió que su elaboración pudiera llevarse a cabo en todo el año, tanto en los países y regiones de clima templado como en los tropicales.

2.2 Legislación ^[9]

En 1516, las autoridades bávaras introdujeron las leyes de pureza de la cerveza que restringieron las materias primas aptas para su elaboración a cebada malteada, agua, lúpulo y levadura. Estas leyes se fueron gradualmente introduciendo en toda Alemania, de tal modo que en 1918 obligaban a todos los fabricantes de cerveza que pretendieran exportarla.

En épocas recientes se han introducido el uso de adjuntos (distintos tipos de cereales) , conservadores (dióxido de azufre) y otros aditivos en el cual existe un control estricto y se exige mencionar su empleo en las etiquetas.

2.3 Generalidades del programa Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP)

2.3.1 Definición ^[6]

El HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) es un sistema para la seguridad alimentaria destacado y respaldado a nivel mundial por los gobiernos, instituciones, así como por la industria alimentaria. Aún cuando todos los sectores involucrados en la producción de alimentos saben que se debe garantizar la inocuidad, no hay los acuerdos necesarios para establecer los criterios de implementación de un sistema de seguridad alimentaria global. En la actualidad existen diferencias entre los industriales porque cada cliente solicita requerimientos de seguridad alimentaria particulares.

El sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) es un programa que busca la inocuidad en la elaboración de alimentos. Está basado en la aplicación de técnicas y bases científicas para los procesos de producción. El concepto 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, como objetos que pueden ser introducidos sin intención, como restos de cristal, metal, plástico duro, etc. 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.

El análisis de peligros y control de puntos críticos es un enfoque sistemático para la identificación de riesgos y peligros, su evaluación, su control y prevención.

Algunos de los motivos comunes para implementar un HACCP son:

- Se utiliza como una herramienta de marketing para atraer nuevos clientes.
- Proporcionar confianza al cliente de que está adquiriendo un producto inocuo.
- Las autoridades sanitarias nacionales e internacionales y los responsables de elaborar estándares que requieren que todos los productores, distribuidores y vendedores, tomen parte del programa.
- Un cliente importante obliga a todos sus proveedores que implementen un programa HACCP para seguir siendo proveedor preferente.

Antes de realizar un análisis es necesario manejar conceptos fundamentales para su aplicación, los cuales se describen en la tabla 1: [5], [6], [10], [11]

Concepto	Descripción
<u>Acción correctiva</u>	Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad
<u>Acción preventiva</u>	Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra situación no deseable
<u>Análisis de peligros</u>	Proceso de recopilación y evaluación de información sobre los peligros y las condiciones que los originan para decidir cuales son importantes con la inocuidad de los alimentos, y por lo tanto plantearlos en el plan del sistema HACCP
<u>Análisis de Peligros y Puntos de Control</u>	Es un sistema basado en la identificación de peligros específicos, valoración de la probabilidad de que estos peligros ocurran y definición de medidas preventivas para su control.
<u>Buenas prácticas de Manufactura (BPM)</u>	Son prácticas de trabajo (maneras estandarizadas de trabajar) en la industria alimentaria y que incluyen un diseño del producto en el que se utilicen ingredientes que cumplan las normas establecidas, la observación de códigos de prácticas de higiene en la transformación de producto y empleo de sistemas de distribución adecuados que aseguren que el producto llega al consumidor en condiciones satisfactorias.
<u>Cadena alimentaria</u>	Secuencia de las etapas y operaciones involucradas en la producción, procesamiento, distribución, almacenamiento y manipulación de un alimento y sus ingredientes, desde la producción primaria hasta el consumo.
<u>Controlar</u>	Adoptar todas las medidas necesarias para asegurar y mantener el cumplimiento de los criterios establecidos en el plan HACCP.
<u>Diagrama de flujo</u>	Representación sistemática de la secuencia de fases u operaciones llevadas a cabo en la producción de un producto alimenticio.
<u>Fase</u>	Cualquier punto, procedimiento, operación o etapa de la cadena alimentaria, incluidas las materias primas, desde la producción primaria hasta el producto final.
<u>Gestión</u>	Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización
<u>Inocuidad Alimentaria</u>	Concepto que implica que los alimentos no causen daño al consumidor cuando se preparan y/o consumen de acuerdo al uso previsto al que se destinen.
<u>Límite Crítico</u>	Es el valor que separa lo que es aceptable de lo que no es aceptable.

<u>Lote</u>	Un conjunto de unidades de venta de un producto alimenticio, producido, fabricado o envasado en circunstancias prácticamente idénticas.
<u>Peligro</u>	Todo agente biológico, químico o físico presente en un alimento que puede causar un efecto perjudicial para la salud.
<u>Plan HACCP</u>	Documento preparado de conformidad con los principios del sistema de HACCP, de tal forma que su cumplimiento asegura el control de los peligros que resultan significativos para la inocuidad de los alimentos en el segmento de la cadena alimentaria considerado.
<u>Punto crítico de control (PCC)</u>	Un punto, una fase, o un procedimiento en el cual puede ejercerse control y prevenir, eliminar o reducir a niveles aceptables un riesgo o peligro referido a la seguridad o inocuidad del alimento
<u>Registro</u>	Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas
<u>Riesgo</u>	Es la probabilidad de estar expuesto a un peligro y su grado depende de una combinación de la frecuencia de exposición al peligro y del tiempo de exposición.
<u>Seguimiento</u>	Llevar a cabo una secuencia planificada de observaciones o mediciones para evaluar si las medidas de control están funcionando según lo previsto.
<u>Sistema HACCP</u>	Sistema que permite identificar, evaluar y controlar peligros significativos para la inocuidad de los alimentos.

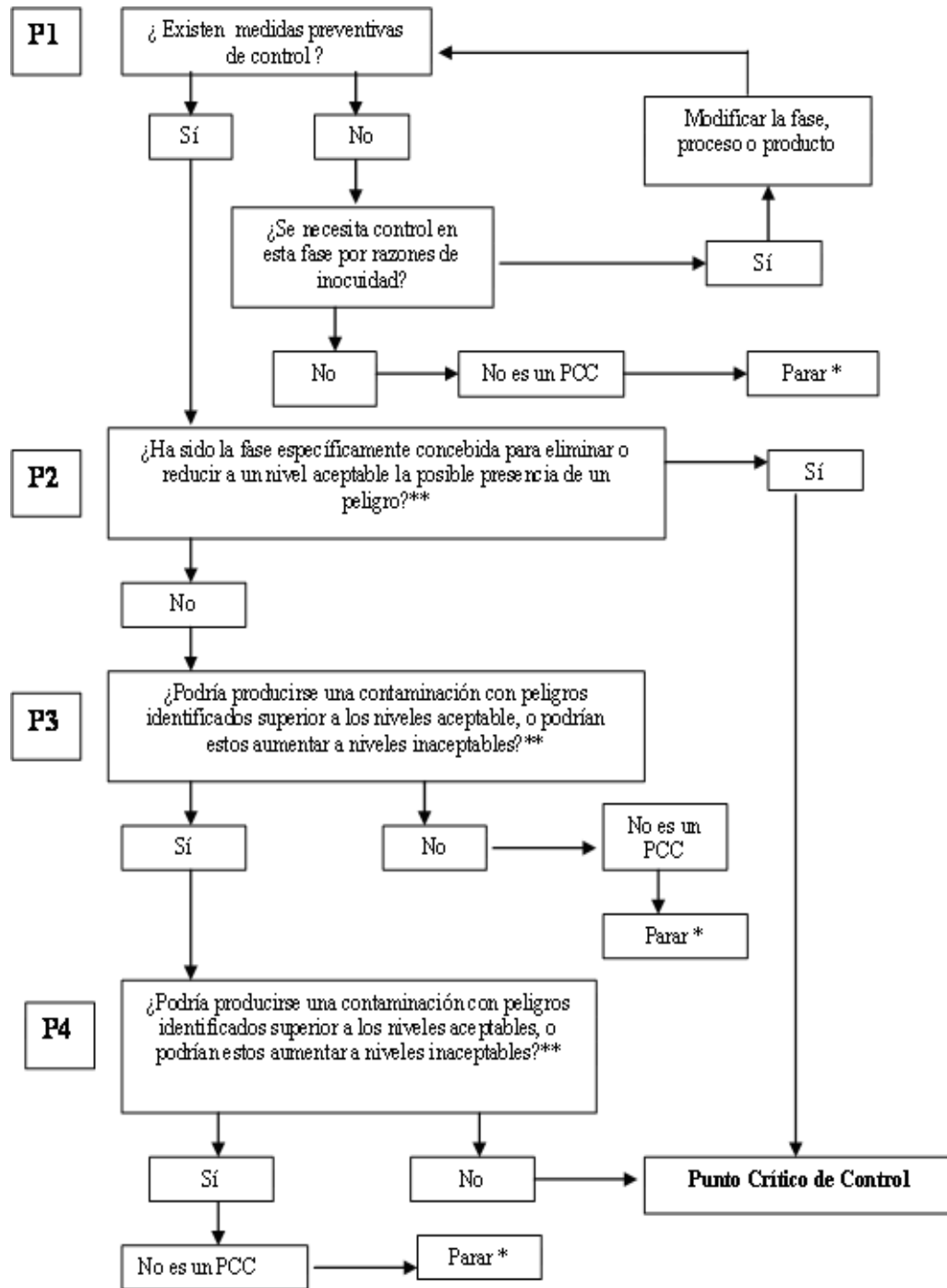
Tabla 1. Descripción de conceptos fundamentales de calidad alimentaria [5], [6] , [10], [11]

2.3.2. Principios HACCP [2]

El HACCP comprende siete principios que son aplicables a todas las fases de producción; En la figura 1 se describen estos principios:

1. Conducir un análisis de peligros. Se identifican los peligros potenciales asociados con los alimentos y las medidas para controlar esos peligros. Los peligros pueden ser biológicos, como los microorganismos; químicos, como las toxinas; o físicos, como fragmentos de vidrio o metal.
2. Establecer los Puntos Críticos de Control (PCC). El control garantiza la inocuidad del alimento. Se puede utilizar un árbol de decisiones que permite identificar si la etapa del proceso es un PCC. Algunos ejemplos son el cocinado, enfriado, envasado, etc
3. Establecer los límites críticos. Parámetros que nos permiten situarnos entre lo aceptable y lo inaceptable, así como también tomar decisiones sobre el producto cuando hay una desviación. Por ejemplo, para un alimento tratado por el calor, puede consistir en la temperatura y tiempos mínimos de cocinado necesarios para garantizar la eliminación de cualquier microorganismo peligroso.
4. Establecer los procedimientos de monitoreo. Contar con un sistema de vigilancia y seguimiento para asegurar el control de los PCC mediante pruebas u observaciones programadas. Pueden incluirse el establecimiento de cómo y por quien se debe de vigilar el tiempo y temperatura del tratamiento térmico.
5. Establecer las acciones correctivas. Son los procedimientos que se implementan cuando se produce una desviación o que muestre que se ha incumplido un límite crítico, por ejemplo volviendo a procesar el producto o destruyéndolo si no se ha alcanzado la temperatura mínima de cocinado.
6. Establecer procedimientos de verificación. Mediante este procedimiento se verifica que todos los peligros fueron identificados y que cada unos de ellos están controlados, por ejemplo la comprobación del funcionamiento de los registros de tiempo y temperatura.
7. Establecer procedimientos de documentación y mantenimiento de registros. Aquí se incluirán registros de los peligros y de sus sistemas de control, la vigilancia de los criterios de seguridad y de las acciones realizadas para corregir los problemas potenciales.

Árbol de decisiones:



* Pasar al siguiente peligro identificado del proceso descrito

*** Los niveles aceptables o inaceptables necesitan ser definidos teniendo en cuenta los objetivos globales cuando se identifican los PCC del plan de HACCP.

Figura 2. Árbol de decisiones para identificar PCC [2]

2.3.3 Requisitos para desarrollar el plan HACCP ^[2]

Las presiones externas para implementar un sistema HACCP provienen de dos fuentes principales: por un lado los requisitos legales y por el otro los propios clientes.

Antes de aplicar los principios del HACCP a un producto o proceso específico, es preciso completar seis actividades para desarrollar el programa, en la figura 3 se muestran estas actividades: ^{[2], [6]}

1. Definición del ámbito de estudio. El estudio se debe limitar a un producto o a un proceso determinado; además, se debe definir los tipos de riesgo a incluir (microbiológico, físicos o químicos).
2. Formación del equipo HACCP. Se deberá formar un equipo multidisciplinario que tenga los conocimientos y la competencia técnica adecuada, tanto del proceso como del producto.
3. Descripción del producto. Se deberá preparar una descripción completa del producto que incluya información sobre la composición, materias primas, método de elaboración, etc.
4. Determinación del presunto uso del producto. Se estudiará su uso alimentario por parte de los consumidores y distribuidores y se tomará en cuenta el tipo de consumidor al que va dirigido.
5. Desarrollar el diagrama de flujo que incluya el proceso. Todo proceso de fabricación se puede esquematizar mediante un diagrama de flujo, en el que se detalla cada una de las etapas fundamentales para la elaboración del producto.
6. Verificar la exactitud del diagrama de flujo. El equipo constatará la operación de elaboración en todas sus etapas y hará las modificaciones necesarias cuando proceda.

Figura 3. Actividades Preliminares al desarrollo HACCP ^{[2], [5]}

Una parte importante del éxito de un sistema HACCP está en la Implementación de programas de prerrequisitos para la seguridad del producto. Los prerrequisitos son procedimientos, que garantizan una serie de condiciones de trabajo adecuadas y suficientes para proteger la salud de los consumidores. En la figura 4 se muestran algunos de ellos: [2], [5]



Figura 4. Programa de prerrequisitos al desarrollo HACCP [2], [5]

Un sistema HACCP eficaz comprende la presencia de prerrequisitos, que tratan de buenas prácticas de manufactura (BPM), si se logra controlar el riesgo con estas prácticas, este no llega a ser punto crítico de control (PCC). La diferencia básica entre PCC y prerrequisitos, es el hecho de que los PCC tienen como misión el control de los peligros alimentarios que suponen una amenaza para la salud y la vida, además son específicos de cada producto y línea de producción; mientras que los prerrequisitos como las BPM se establecen en toda la empresa.

2.4 Indicadores de calidad. ^{[1], [7]}

Un indicador es el dato o conjunto de datos que ayudan a medir objetivamente la evolución de un proceso o de una actividad dentro de un periodo de tiempo específico. Tienen como meta proporcionar información sobre los parámetros ligados a las actividades o los procesos implementados.

Las características que definen a los indicadores de un sistema de gestión son las siguientes:

- Simbolizan una actividad importante o crítica. Ejemplo: % mensual de reclamaciones recibidas, productividad mensual
- Los resultados de los indicadores son cuantificables y sus valores se expresan normalmente a través de un dato numérico
- Son comparables con el tiempo y por tanto pueden representar la evolución del concepto valorado (indica tendencias)
- Ser compatibles con otros indicadores del sistema implementados, y permiten la comparación y el análisis, además de ser fáciles de establecer, mantener y utilizar

Los indicadores son herramientas indispensables para dirigir una empresa, un equipo o un proceso y alcanzar los objetivos previstos.

Las organizaciones, previo al diseño de indicadores, deben establecer objetivos derivados de su visión y estrategias.

Así mismo para coordinar todas las actividades de la organización hacia la consecución de los objetivos generales (objetivos de nivel 1), se desarrolla un despliegue de objetivos a los niveles de gestión inferiores (objetivos de nivel 2, nivel 3, etc.).

De esta forma se consigue que los planes de actuación se desarrollen de forma coordinada.

En este contexto se debe diseñar los indicadores en función de los objetivos establecidos por una aproximación descendente, de tal forma que al igual que existen objetivos de nivel 1,2,3, existen indicadores de nivel 1,2,3 etc., tal como se muestra en la figura:

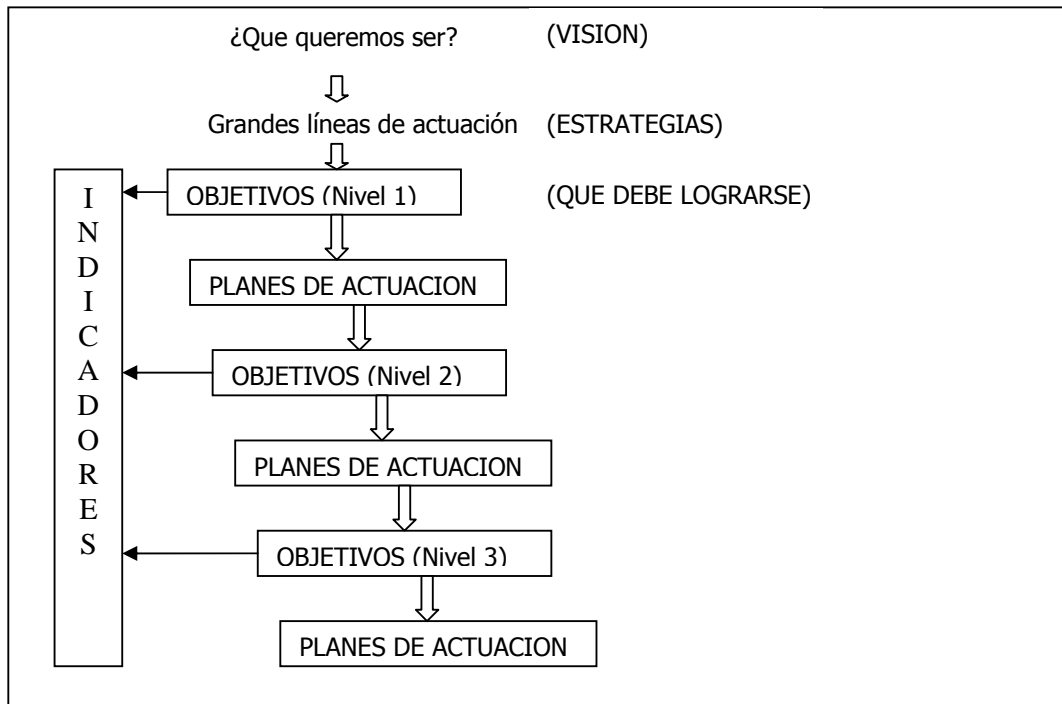


Figura 5. Marco Conceptual para el diseño de Indicadores ^[1]

Los beneficios de una organización de implementar un sistema de indicadores se muestra a continuación:

- Conocer su rendimiento en el proceso o actividad
- Efectuar comparaciones
- Establecer metas y objetivos
- Detectar oportunidades de mejora
- Impacto de cambios/Acciones correctivas
- Realizar el seguimiento de variables

2.4.1 Diseño de indicadores

Para el diseño de indicadores es importante destacar que un indicador no debe dar lugar a una interpretación errónea. Por ello, para conseguir ese objetivo, debemos considerar los siguientes aspectos:

- Selección del indicador
- Denominación del indicador
- Forma de cálculo
- Formas de representación
- Definición de responsabilidades
- Definición de umbrales y objetivos

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de un indicador formalizado:

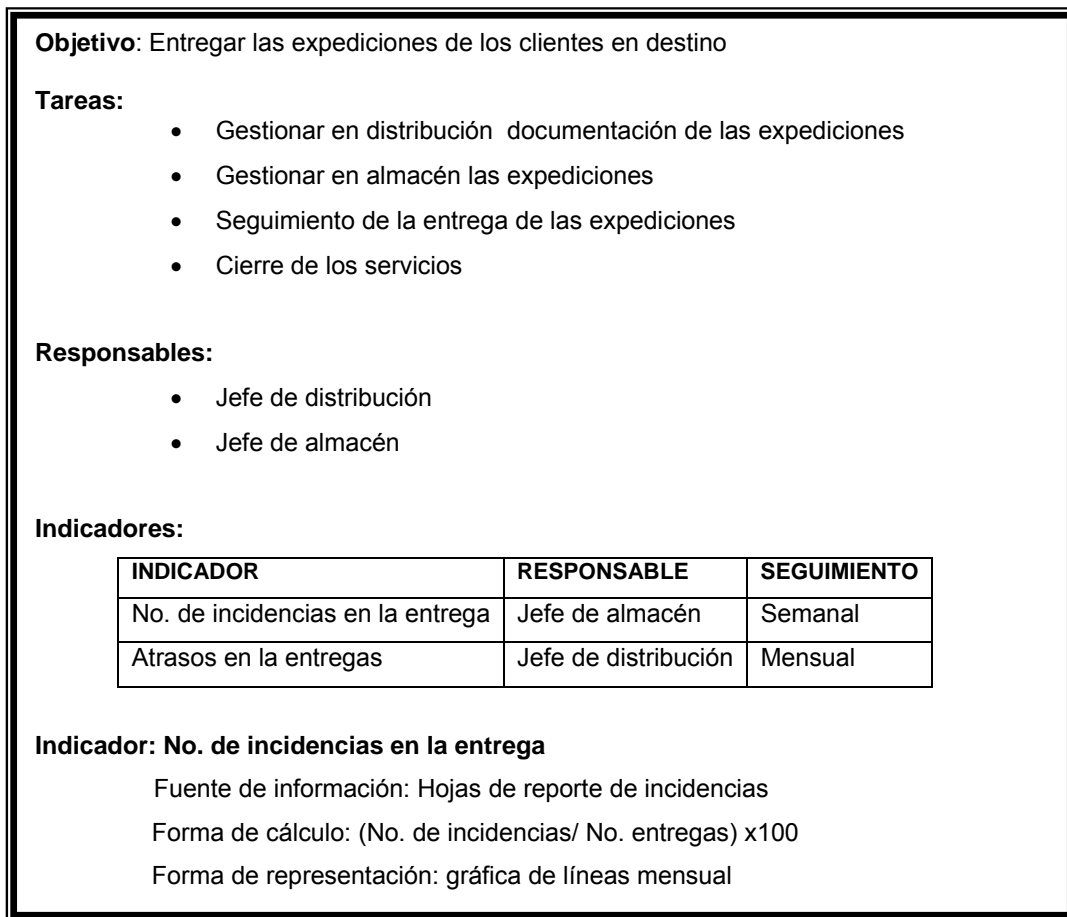


Figura 6. Ejemplo de un indicador formalizado ^[1]

Existe una cantidad de indicadores posibles que se puede desarrollar y probablemente todos ellos de gran impacto para la organización. No obstante los recursos de toda organización son reducidos y limitados y por esta razón sólo se deben desarrollar indicadores que son “rentables” para la organización, es decir, aquellos por los cuales la importancia de la información que simbolizan justifique el esfuerzo necesario para su obtención.

Selección de indicadores

La selección se refiere a priorizar los indicadores a desarrollar, se pueden utilizar los siguientes criterios relativos a las áreas a valorar:

- Grado de cumplimiento de los objetivos asignados y de las acciones derivadas
- Evolución de los factores críticos de éxito de la organización o área evaluada
- Evolución de las áreas, procesos o parámetros conflictivos o con problemas reales o potenciales.

Denominación del indicador

Denominación al indicador significa saber sobre lo que se quiere llevar medida, es decir, corresponde a la definición del concepto a valorar. Por ej. : Rapidez de gestión, número de nuevos clientes, nivel de satisfacción del consumidor, etc.

Forma de cálculo. Especificación del indicador y fuentes de información

La forma de cálculo es el sistema que se emplea para computar la información y llegar al resultado. Este apartado no solo puede recoger las definiciones de los términos y las observaciones necesarias, sino también la periodicidad con que se calcula el indicador: mensual, trimestral, anual, etc. Por ejemplo: un porcentaje o una nota estimada en función de una tabla de datos.

Forma de representación

Es conveniente representar la evolución del objetivo en un gráfico que muestre de forma expresa al personal involucrado los resultados alcanzados. De esta forma se puede conseguir un mayor grado de implicación en la actividad y una mayor rapidez a la hora de modificar una evolución negativa. La información se puede representar de diferentes formas (**Ver Anexo 1**) tales como:

- Diagramas, histogramas, sectores, radial, curvas, etc.
- Tabla cifrada
- Colores
- Símbolos, dibujos, etc.

Definición de responsabilidades

Conviene definir responsabilidades para:

*La recolección de la información.

*El análisis y el uso de la información que generan indicadores

*La comunicación de los resultados a los responsables y personas autorizadas

Definición de umbrales y objetivos

Con objeto de facilitar el uso de indicadores, es muy común la representación de los objetivos a alcanzar, o los umbrales a considerar junto con los indicadores relacionados. En este sentido los objetivos a conseguir pueden llevar a definir umbrales para ciertos indicadores. Por ejemplo:

- Mínimo y/o máximo a respetar sin modificar el proceso.
- Valor a conseguir
- Consecución sucesiva de valores en el tiempo

2.4.2 Implementación del sistema de indicadores

La implementación del sistema de indicadores requiere no sólo la correcta especificación de los indicadores, sino también involucrar a las personas afectadas en su implementación. El segundo aspecto puede ser más difícil y por ello deben considerarse adecuadamente los criterios relativos a formación, comunicación, información y motivación.

Formación de personas involucradas

Es muy importante la formación y sensibilización del personal de la organización involucrado en el área o actividad evaluada, sobre los objetivos que persigue el sistema de indicadores y sobre su sistema de funcionamiento.

La formación de un personal responsable, sobre las acciones que deben de realizar para impedir o corregir desviaciones sobre los objetivos marcados y mantener los indicadores en los niveles de evolución previstos.

Comunicación y motivación

La comunicación tiene como objeto sensibilizar al personal de la organización sobre los indicadores e inducirles su participación. Por tanto se trata de:

- Explicar que la puesta en funcionamiento de indicadores trata de obtener unos valores coherentes en el progreso de una actividad de la organización y no tiene por objeto sancionar.
- Informar al personal sobre los resultados obtenidos y sobre la evolución de los indicadores. (Tendencias, etc.);
- Procurar que los indicadores sean comprensibles para todo el personal involucrado.

Validación de los indicadores

Tiene por objeto comprobar que éstos son útiles y rentables para ello se debe comparar la utilidad de los resultados alcanzados y su costo de obtención, con los objetivos inicialmente previstos y para los cuales se habría desarrollado dichos indicadores. Para realizar la validación es muy importante considerar la opinión de los usuarios de los indicadores.

Preguntas útiles durante la valoración:

- ¿Es útil el indicador?
- ¿El indicador sirve para tomar decisiones?
- ¿Simboliza y representa el concepto que desea conocer?
- ¿Es compatible con el resto de indicadores de forma que permite contrastar resultados?
- ¿Compensa la utilidad que genera con el costo de recogida de información y desarrollo del indicador?
- ¿Es clara la representación gráfica utilizada?

Mejora del sistema

A la vista de los resultados, el responsable de área, actividad o proceso puede proponer a las personas autorizadas de la organización, las acciones a emprender para corregir la tendencia detectada a través del indicador y llevarla hacia el objetivo.

Una vez comunicada la información del programa y establecidos los objetivos de calidad por la alta dirección, así como el programa de prerrequisitos se procede a formar al equipo HACCP que llevará a cabo el control del sistema de calidad, en el proceso de elaboración de cerveza.

2.5 Programa de prerrequisitos de la planta cervecera ^[3]

Antes de implementar HACCP en una planta productora de cerveza, es requerida una serie de prerrequisitos para aumentar la efectividad del sistema, así como disminuir el número de puntos críticos de control.

Los prerrequisitos de la planta cervecera incluyen los siguientes aspectos: ^[3]

- Contar con una política desarrollada por el comité de la organización con el objetivo de elaborar productos seguros. Esta deberá ser difundida a todo el personal
- Las áreas de alto riesgo deben de ser identificadas; éstas incluyen áreas de empaque, materia prima o proceso (fermentaciones, envasado, enlatado etc.). Estas áreas requieren controles más exigentes. Comer, tomar y fumar no está permitido en dichas áreas

- Sitios utilizados para almacenamiento y producción, deben mantenerse en condiciones de acuerdo a su propósito y contar con un sistema de mantenimiento y limpieza
- El equipo debe ser apropiado a su función, de fácil limpieza y contar con un programa de mantenimiento.
- Los proveedores de materias primas y empaque deberán ser controlados. La materia prima tiene que ser revisada en recepción para asegurar que cuenta con las especificaciones solicitadas
- Los sanitarios y lavamanos deberán estar fácilmente disponibles, éstos no deben estar abiertos directamente en las áreas de producción
- Se contará con un programa de control de plagas
- El uso de vidrio en las áreas de producción, tiene que estar controlado con un programa para prevenir una contaminación
- Los vehículos utilizados para el transporte de materias primas y producto terminado, tendrán que ser apropiados para evitar el deterioro durante la carga-descarga.

- Todo el personal, tendrá que ser entrenado antes de llevar a cabo una operación asignada.

Una vez estableciendo los prerrequisitos el programa HACCP puede ser implementado.

2.6 HACCP (Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control) en el proceso de elaboración de Malta ^{[2], [4], [8], [9]}

Antes de aplicar los principios HACCP en el proceso de elaboración de Malta, es preciso completar las actividades preeliminarias ya mencionadas con el fin de aumentar la efectividad del programa.

2.6.1 Actividades preeliminarias al desarrollo HACCP

Descripción y uso de la Malta ^{[4], [9]}

La malta está constituida por granos de cereal, generalmente cebada que son sometidos a la germinación, posterior desecación y tostados en condiciones tecnológicamente adecuadas.

El grano de cebada maduro, rechoncho y firme, tiene un contenido en proteína moderado de un 10-12%(para un cereal). El grano de cebada tiene una forma aproximadamente ovoide, y se encuentra envuelto por las capas protectoras de la cascarilla, encontrándose un pequeño embrión en uno de los extremos. Este embrión es la parte que crecerá para dar lugar a una nueva planta. El resto del grano es el endospermo que se compone de grandes células muertas que tiene gruesas paredes celulares constituidas básicamente por β -glucano junto con alguna pentosana y pequeñas cantidades de proteína.

El objetivo global del proceso de malteado es el deshacerse de la mayor parte posible del β -glucano de las paredes celulares 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 (α -amilasa, α -glucosidasa y proteasas) que en la elaboración de cerveza transformarán el almidón en sólidos solubles.

El sistema de distribución de la malta generalmente es a granel en camiones, trenes o barcos, teniendo en cuenta un programa que asegure el control de temperatura (aprox. $<5^{\circ}\text{C}$) y humedad (aprox. $<4\%$), además de evitar la contaminación por falta de limpieza del medio de transporte o mezcla de la malta con otros productos, por residuos de la carga anterior.

El uso esperado de la Malta de cebada para nuestro interés en la producción de cerveza, aunque también se utiliza los extractos de malta en donde el mosto se concentra hasta un contenido en sólidos superior al 80% y son utilizados para la elaboración de jarabes de cereales, bebidas lacteadas, panadería y producción de enzimas. En el proceso de malteado el subproducto final (raicillas y granos quebrados) es comercializado para forraje

Diagrama de flujo del proceso:

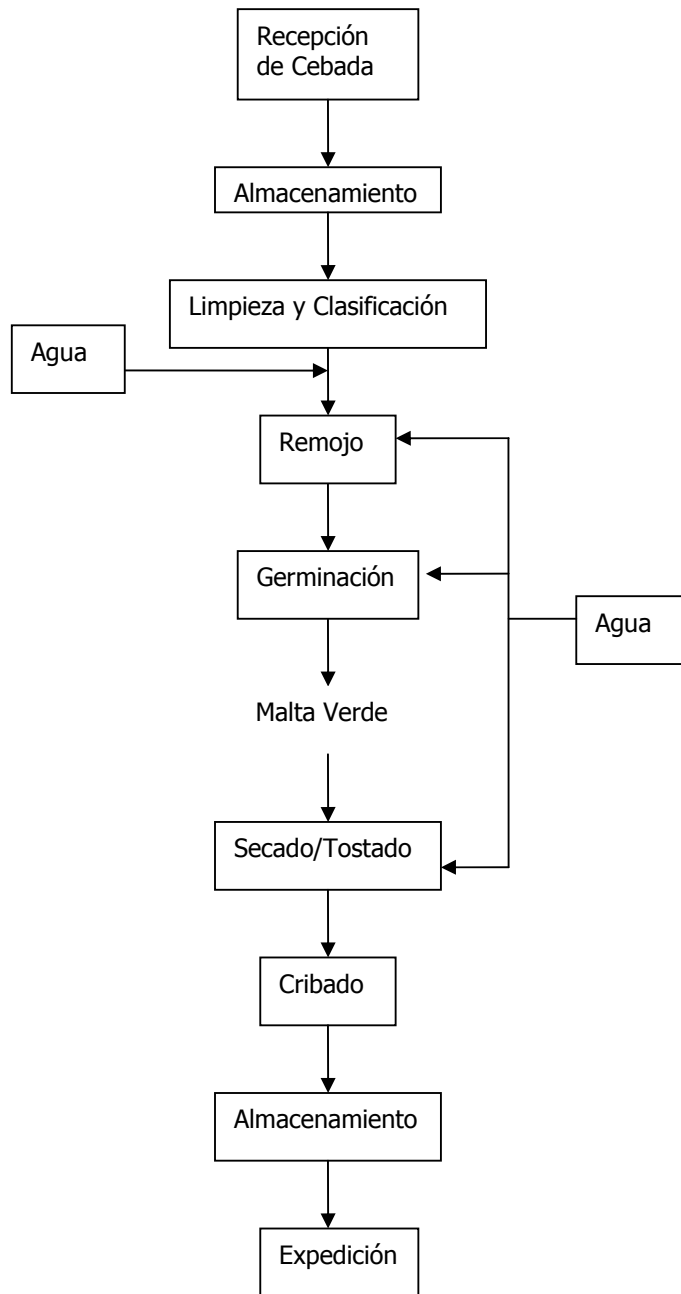


Figura 7. Diagrama de flujo del proceso de malteado ^[4] . ^[9]

En la siguiente tabla se muestra una breve descripción de las operaciones del Proceso de Malteado:

Operación	Descripción	Objetivo
<u>1.- Recepción de Cebada</u>	Grano maduro, rechoncho y firme, con un contenido de proteína de 10-12%, Humedad de 4%.	Grano de cebada apto para el proceso de malteo.
<u>2.- Almacenamiento</u>	En condiciones de temperatura menor a 5°C y control de humedad.	Acondicionamiento del grano de cebada
<u>3.- Limpieza y clasificación</u>	Se realiza en cribas. Se Homogeniza el grano y se clasifica	Eliminar impurezas (tierra, grano etc.) y uniformidad del grano.
<u>4.- Remojo</u>	El grano se introduce en tanques con fondo cónico y se somete a recambios de agua, hasta obtener una humedad de aprox 45%.	Proporcionar O ₂ y facilitar la germinación
<u>5.- Germinación</u>	Por medio de charolas, el grano se mantiene en movimiento para asegurar una respiración homogénea. Se consume O ₂ y se produce CO ₂	Generar actividad enzimática
<u>6.- Secado/Tostado</u>	Se emplean corrientes de aire caliente donde la humedad pasa de un 45% a 4%. Se producen reacciones de oscurecimiento no enzimático(Maillard y Caramelización)	Detener la germinación y producción de melanoidinas que aportan el color a la malta.
<u>7.- Cribado</u>	Sistema que funciona como un filtro donde pasa el grano fino quedando retenidas las raicillas que se mezclan con los granos quebrados de la limpieza.	Eliminar raicillas
<u>8.- Almacenamiento</u>	Se utilizan silos donde se controla la humedad . El tiempo máximo es de 3 meses	Conservar las propiedades físico-químicas de la malta.
<u>9.- Expedición</u>	La expedición del producto es a granel en camiones, tren o barco. Debe existir un programa para evitar la contaminación durante el transporte.	Transportar y proteger las propiedades de la malta almacenada desde los silos hasta el su lugar de recepción.

Tabla 2. Descripción de las operaciones del proceso de Malteado ^{[4] , [9]}

2.6.2 Identificación de Peligros y PCC (Puntos Críticos de Control): [2] [3] [4]
[9] [10]

Una vez desarrolladas las actividades preeliminares y el programa de prerrequisitos, se identifican los peligros que existen en el proceso y posteriormente se identifican los puntos críticos de control con la ayuda del árbol de decisiones.

En la siguiente tabla se resume el análisis de los peligros, pero con una columna extra donde se reconocerá si hay un PCC en cada operación del proceso:

Operación del Proceso	Peligro potencial	Medida de control	PCC
Recepción de cereal	Q Restos de Plaguicidas	Programa de control de químicos. Límites establecidos según especificaciones legales.	NO
	F Metales pesados	Detector de metales Límites establecidos según especificaciones legales.	NO
Almacenamiento	Q Hongos (Micotoxinas)	Programa de Buenas Prácticas de Manufactura. Condiciones de almacenamiento. Control de humedad.	NO
Limpieza	F Materia extraña metálica o no metálica (piedras, tierra etc.)	Programa de Buenas Prácticas de Manufactura. Detector de metales	NO
Secado/Tostado	Q Formación de Nitrosaminas volátiles NDMA (<i>N</i> -nitrosodimetilamina)	Utilización de hornos de combustión indirecta. Límites establecidos según especificaciones legales.	SI
Expedición	Q Contaminación debida al vehículo de transporte	Programa de Buenas Prácticas de Manufactura	NO
Detector de Metales	F Presencia de metales	Control de funcionamiento del detector	SI

Tabla 3. Análisis de riesgos y PCC en el proceso de Malteado [2] . [9]

2.6.3 Implementación del plan HACCP [2], [8], [9]

Una vez identificados los PCC, se desarrolla el cuadro de gestión donde se establece el plan maestro HACCP que es donde se conjuntan los principios del programa:

En la siguiente tabla se contiene los datos de la implementación del plan maestro:

PCC	Límite Crítico	Monitoreo				Acción	Registros
		Qué	Cómo	Frecuencia	Quién		
Formación de nitrosaminas volátiles en la fase Secado/Homeado	No exceder la concentración de 0.5µg/L de nitrosaminas volátiles	Concentración de nitrosaminas volátiles (NDMA)	Muestreo de producto para análisis químico	Monitoreo continuo de la concentración de nitrosaminas en cada lote al término de la operación	El personal de control de calidad responsable del proceso de malteado	Si excede el límite máximo de concentración de nitrosaminas, el lote será rechazado y posteriormente destruido	*Registros de análisis de laboratorio. * Esquema de los requisitos previos en el uso de equipo adecuado

Tabla 4. Implementación del plan maestro HACCP del proceso de Malteado [2], [8]

2.7 HACCP (Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control) en el proceso de elaboración de Cerveza ^{[2], [4], [8], [9]}

Antes de aplicar los principios HACCP en el proceso de elaboración de Cerveza , es preciso completar las actividades preeliminares ya mencionadas con el fin de aumentar la efectividad del programa.

2.7.1Actividades preeliminares al desarrollo HACCP ^{[2], [4], [9]}

Descripción de la Cerveza ^{[4], [9]}

La cerveza es una bebida alcohólica no destilada, elaborada a partir de un mosto procedente de malta de cebada, sólo o mezclado con otros productos amiláceos transformables en azúcares por digestión enzimática (malta de otros cereales, granos crudos que contengan féculas, así como azúcares, siempre que estas sustancias no excedan del 50% en masa de la materia prima empleada) y sometida a la fermentación alcohólica, mediante levadura seleccionada, con la adición de lúpulo(flora femenina que crece solamente en climas templados a fríos) el cual le confiere los aromas y sabor característicos.

La cerveza generalmente se distribuye en camiones aptos para conservar la calidad y estabilidad de la cerveza. Es por eso que las grandes industrias cerveceras cuentan con sistemas de refrigeración, desde el fermentador hasta los estantes de los supermercados. A bajas temperaturas es menor la probabilidad de deterioro del aroma, de formación de turbidez o de infección microbiana.

En la actualidad las grandes fabricas elaboradoras de cerveza sostienen un mercado nacional e internacional en expansión, su producción y venta alcanza cifras importantes, tanto al por mayor como directamente al consumidor.

El primer productor mundial de cerveza es China, su producción aumentó en 2007 su dominio en este mercado (22%). La producción mundial alcanzó 1,787 millones de hectolitros. El segundo productor mundial continúa siendo Estados Unidos(13% del total), seguido de Rusia(6.5%) y Alemania(2.08%). México se encuentra en el séptimo lugar a nivel mundial.

Los consumidores potenciales son del sexo masculino en un 70%, entre los 24-64 años. Aunque la tendencia de consumo en el sexo femenino va en aumento.

Diagrama de flujo del proceso [4], [9]

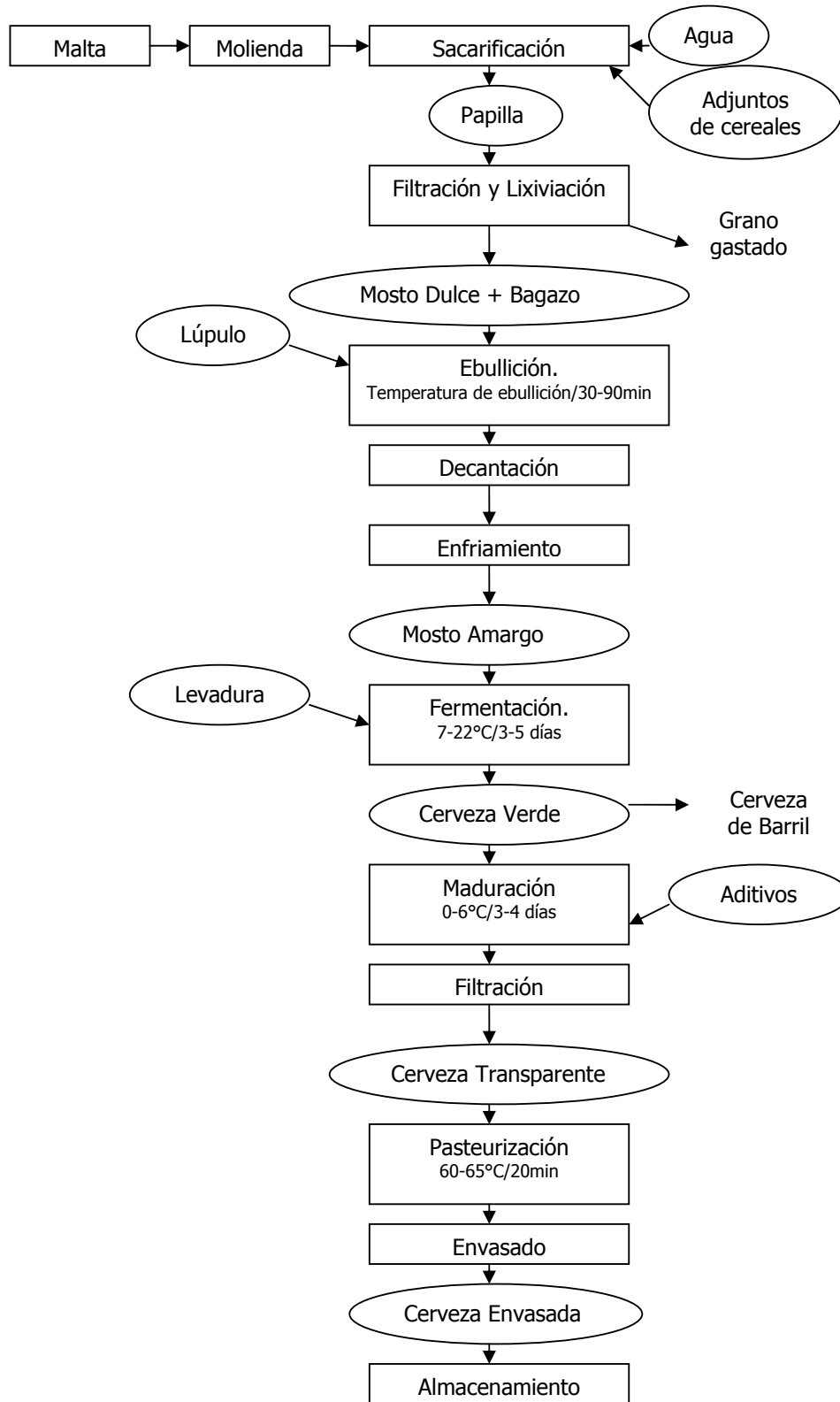


Figura.8. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la cerveza [4], [9]

En la siguiente tabla se muestra una breve descripción de las operaciones en el Proceso de Elaboración de Cerveza: ^{[4], [9]}

OPERACIÓN	DESCRIPCION	OBJETIVO
<u>1.-Molienda de Malta y Cereales adjuntos</u>	Se usan molinos de rodillos que giran en direcciones opuestas, al final se obtiene una harina o papilla dependiendo el tipo de molienda; seca o húmeda respectivamente.	Lograr que el endospermo quede lo suficientemente fino para facilitar la extracción
<u>2.-Sacarificación</u>	Se incorpora el almidón de malta y las enzimas (amilasas, proteasas, β - glucanasa) y . Incremento gradual de temperatura en la cual se lleva a cabo la acción enzimática.	Hidrólisis del almidón (amilasas), proteínas (proteasas) y β glucanos(β -glucanasa).
<u>3.-Filtración y Lixiviación</u>	Se realiza en un tanque conocido como "Lauter tun". Se introduce la papilla hidrolizada y sacarificada, se somete a la lixiviación que consiste en añadir agua caliente y arrastrar el líquido que quedó impregnado en la cascarilla.	Obtención de Mosto Dulce
<u>4.-Ebullición</u>	El mosto dulce se coloca en una caldera y se añade el lúpulo. Este contiene resinas y aceites esenciales que son las responsables del amargor y olor de la cerveza. El proceso se lleva a cabo de 30-90min a temperatura de ebullición.	Inactivación de enzimas que llevan a cabo la Sacarificación, clarificación del mosto por coagulación de proteínas, isomerización de la resina para proporcionar el sabor amargo.
<u>5.-Decantación</u>	Se utiliza un tanque "Whirpool", el cual logra separar los sedimentos de lúpulo gastado el cual sale del tanque.	Lograr la concentración del mosto y reducir los costos de producción por manipulación de un menor volumen.

<u>6.-Enfriamiento</u>	El líquido pasa a través de una cerámica porosa donde se lleva a cabo una succión del aire.	Disolver el O ₂ .La levadura tiene un tiempo corto de fermentación aerobia además de sintetizar algunos compuestos de la membrana celular.
<u>7.-Fermentación</u>	Se realiza en tanques de acero inoxidable, En el cual el mosto es fermentado por acción de las levaduras (<i>S. cereviceae</i>), de manera que gran parte de los hidratos de carbono se convierten en alcohol y dióxido de carbono. Las condiciones varían entre los 7-22°C/ 3-5días, dependiendo el tipo de cerveza.	Producción de alcohol y CO ₂
<u>8.-Maduración</u>	El proceso es en frío, condiciones de 0-6°C/3-4días o hasta 3-4meses dependiendo del tipo de cerveza.	Clarificación por precipitación de partículas finas (levaduras no floculadas, suspensión coloidal de proteínas y complejos proteínas-taninos). Afinamiento de congenéricos (Esteres y alcoholes superiores) que aportan aroma y sabor a la cerveza
<u>9.-Filtración</u>	Retención de partículas finas por piedras diatomeas.	cerveza transparente y brillante
<u>10.-Pasteurización</u>	Las condiciones son entre 60-65°C/20min.	Eliminar microorganismos que pudieran descomponer la levadura
<u>11.-Envasado</u>	Es envasada en recipientes de pequeño tamaño como botellas o latas y pasteurizarla después de envasarla	Envasado aséptico

Tabla 5. Descripción de las operaciones de la fabricación de cerveza [4], [9]

2.7.2 Identificación de peligros y puntos críticos de control: [2] [4], [3] ,[9] ,[10]

En la siguiente tabla se resume el análisis de los peligros, pero con una columna extra donde se reconocerá si hay un PCC en cada operación del proceso:

Operación del proceso	Descripción	Peligro potencial	Medida de control	PCC
Recepción de Materia Prima	Cereales y Malta	Q Hongos (Micotoxinas)	Programa de Buenas Prácticas de Manufactura. Condiciones de almacenamiento. Control de humedad.	NO
		Lubricantes	Programa de Buenas Prácticas de Manufactura. Programa de control de químicos.	NO
		F Polvo y Objetos extraños	Control de proveedores	NO
		Plagas	Programa de Control de plagas. Control de selección y aprobación de proveedores.	NO
		Contaminación por manipulación del personal	Capacitación de hábitos y manipulación higiénica	NO
	Lúpulo	Q Residuos de plaguicidas	Programa de control de químicos. Límites establecidos según especificaciones legales.	NO
		Nitratos	Límites establecidos según especificaciones legales.	NO
		F Metales pesados	Límites establecidos según especificaciones legales. Detector de metales.	NO
	Agua	Q Disolventes clorados	Planta de tratamiento de aguas como columnas de intercambio iónico o sistemas de ósmosis inversa.	NO
		F Metales pesados (plomo y cadmio)	Sistemas de depuración. Columnas de levaduras para absorción de metales	NO

Operación		Peligro potencial	Medida de control	PCC
<u>Producción de Mosto</u>	Q	Alergenos	Programas de Buenas Prácticas de Manufactura. Condiciones de Almacenamiento.	NO
<u>Decantación</u>	Q	Nitrosaminas no volátiles por crecimiento bacteriano	Catas de producto terminado Microscopía óptica	NO
<u>Enfriamiento</u>	F	Exposición del producto con refrigerantes peligrosos (ej. Glicol, metanol)	Control en las condiciones del equipo (placa intercambiador de calor)	NO
<u>Fermentación</u>	Q	Límites en adición de Antiespumantes y Sulfato de Zinc	Límites establecidos según especificaciones legales.	NO
		Nitrosaminas no volátiles ATNC (Apparent Total N-nitroso Compounds)	Lavados regulares de las levaduras con ácido diluido. Límite del uso de generaciones en las levaduras. Microscopía óptica	NO
		Restos de disolventes y detergentes bactericidas en los tanques fermentadores	Programas de Limpieza y Desinfección.	NO
		Concentraciones de CO ₂ en el tanque fermentador	Control de concentración <0.5%	NO
		Bacterias de mosto aireado procedente de los refrigeradores	Estimulación inmediata del inicio de la fermentación	NO
<u>Maduración</u>	Q	Adición de Aditivos (sulfitos) y Coadyuvantes	Límites establecidos según especificaciones legales.	NO
		Tasa de Diacetilo	Tratamiento de tres semanas de maduración de la cerveza a temperatura baja para estar	NO

			debajo del límite de 0,1 ml/l.	
<u>Filtración</u>	Q	Filtros de Tierra de diatomeas	Disminución de su concentración utilizando gel de sílice	NO
	F	Cuerpos extraños (piedras, metal, plagas)	Programas de Buenas Prácticas de Manufactura	NO
<u>Envasado</u>	Q	Lubricantes(de cintas transportadoras)	Programa de Buenas Prácticas de Manufactura. Programa de control de químicos.	NO
		Contaminación química por agentes de limpieza	Programa de control de químicos.	NO
	F	Presencia de sustancias/ Objetos extraños (insectos, etc) en el llenado	Programa de control de higienización e inspección. Buenas prácticas de manufactura	NO
		Contaminación por falta de limpieza en filtros y envases reutilizables	Programas de Limpieza y Desinfección.	NO
		Envase inadecuado por defectos para la salud.	Exigencias a proveedor según legislación vigente. Auditoria a proveedor.	NO
	Migración de materiales del envase o cierre.	Control de legislación en materiales de envasado	NO	
<u>Detector de Metales</u>	F	Presencia de partículas metálicas	Control en el funcionamiento del detector	SI
<u>Estabilidad de producto terminado</u>	B	Formación de turbidez (Contaminación microbiana)	Control en condiciones de almacenamiento del producto terminado	NO

Tabla 6. Análisis de riesgos y PCC en el proceso de elaboración de Cerveza ^{[2], [9]}

2.7.3 Implementación del plan HACCP [2], [8], [9]

Una vez identificados los PCC, se desarrolla el cuadro de gestión donde se establece el plan maestro HACCP que es donde se conjuntan los principios del programa. En la siguiente tabla se contiene los datos de la implementación del plan maestro:

PCC	Límite Crítico	Monitoreo				Acción	Registros
		Qué	Cómo	Frecuencia	Quién		
Presencia de partículas metálicas	Partículas metálicas en la línea de proceso	Evaluar que el detector de metales funcione correctamente con pruebas y monitoreos frecuentes	Monitoreo introduciendo partículas metálicas en el producto y haciéndolo pasar por el detector verificando que este rechace el producto	El monitoreo se realiza cada 45min, además de realizarse al final de la producción y en cada cambio de lote	El operario de la línea de producción realiza los monitoreos cada 45 min al inicio y término de la producción y el responsable de control de calidad lo hace cada cambio de lote	Si el detector de metales no funciona correctamente, el operario debe avisar al jefe de área que se encargará de parar la línea hasta que el detector sea calibrado	* Esquema de requisitos previos en las buenas prácticas de fabricación. * Registros de calibración del equipo

Tabla 7. Implementación del plan maestro HACCP en el proceso de elaboración de cerveza [2], [8]

2.8 Verificación del HACCP ^[2]

La verificación se diseñó para ayudar a la consecución de tres objetivos del HACCP. En primer lugar, la verificación se usa para comprobar que el plan HACCP está funcionando y que el plan implantado es el mismo que está escrito. En segundo lugar, 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 puntos críticos de control y las estrategias de verificación, así como el establecimiento de los límites críticos. Finalmente la verificación asegura que el plan HACCP sigue siendo apropiado.

Como mínimo, anualmente debería revisarse el plan HACCP en su totalidad. Esto garantiza la revisión de todos los elementos del plan para comprobar su validez en la identificación y control de los peligros relevantes.

Como parte del plan HACCP se desarrolla un calendario de actividades de verificación. En el se incluyen los procedimientos o métodos a utilizar, la frecuencia y los responsables de realizar la actividad.

A continuación se citan una serie de ejemplos de actividades de verificación que deben ser aplicables en la Industria Cervecera:

- Revisión del plan HACCP para ver si es completo
- Confirmación y revisión del diagrama de flujo
- Revisión de los registros de vigilancia de PCC
- Revisión de las desviaciones y de sus acciones correctoras, incluyendo las decisiones del producto elaborado
- Calibración de los equipos de medida de temperatura u otros equipos críticos
- Inspección visual de las operaciones para observar si los PCC están bajo control
- Comprobaciones analíticas o procedimientos de Auditoria
- Toma aleatoria y análisis de muestras del producto final e intermedio
- Revisión de las quejas de los consumidores para decidir si tienen relación con el rendimiento de los PCC o relevan la existencia de PCC no identificados
- Revisión de los informes de las inspecciones de verificación que certifican el cumplimiento del plan HACCP o indican desviaciones y las acciones correctivas realizadas
- Comprobación de los requisitos previos
- Revisión de las modificaciones del plan HACCP

2.9 Establecimiento de indicadores ^{[1], [7]}

Se establecieron indicadores de calidad a partir de los puntos críticos de control del plan HACCP, esto permite tener una relación mas directa sobre el punto crítico de control (PCC) valorado, así como simbolizar la actividad de los PCC y representar su evolución comparable con el tiempo.

A continuación se representan los indicadores en conjunto con el objetivo de calidad que se desea alcanzar:

2.9.1 Indicadores del proceso de Malteado

Para el proceso de Maltado sólo se establecieron indicadores para la fase de Secado/Horneado de Malta, debido a que en esta operación es donde se presenta el punto crítico de control (PCC) del proceso:

Operación/Fase: Secado/Horneado de Malta

Objetivo de Calidad: Ausencia de nitrosaminas volátiles (NDMA) en la fase de Secado/Horneado de la Malta

Tareas:

- Gestionar en la documentación del procedimiento utilizado en la fase Secado/horneado de Malta
- Seguimiento de registros y verificación en pruebas de laboratorio

- Gestión en los resultados de inspecciones internas en el área de trabajo
- Revisión de los informes de las inspecciones que certifican el cumplimiento del plan HACCP y de sus modificaciones

Responsables: Personal de Control de Calidad y Jefe de área o departamento

Indicadores del proceso de Malteado:

Indicador	Responsable	Seguimiento	Fuente de información	Forma de cálculo	Forma de representación
% de Lotes rechazados por exceder el límite crítico de la concentración de nitrosaminas (NDMA)	Personal de control de calidad	Semanal	Registro de informes de los lotes rechazados en cada línea de producción	(No. de lotes rechazados / No. de lotes totales)X100	*Gráfico de sectores *Gráfico de barras semanal
Concentración de nitrosaminas (NDMA) en cada lote de la línea de producción	Jefe de departamento ó área	Semanal	Registros de análisis de laboratorio	Concentración de nitrosaminas volátiles por espectroscopia UV	* Gráfico de líneas semanal
Número de reclamaciones por causa	Personal de control de calidad	Mensual	Informe de reclamaciones acumuladas	Porcentaje de reclamos por cada mes	* Gráfico de barras mensual * Gráfico radial

Tabla 8. Indicadores en el proceso de Malteado ^{[1], [7]}

2.9.2 Indicadores del proceso de elaboración de Cerveza

Para el proceso elaboración de Cerveza se establecieron indicadores para la operación del Detector de Metales, debido a que en esta fase es donde se presenta el punto crítico de control (PCC) del proceso:

Operación/Fase: Detector de Metales

Objetivo de Calidad: Ausencia de partículas metálicas en toda la línea de producción del proceso de elaboración de cerveza

Tareas:

- Gestión de registros en las pruebas de verificación en la precisión y calibración del detector de metales
- Seguimiento en los resultados de informe de auditoria al proveedor
- Gestión en los registros de inspección de la línea de producción
- Revisión de los informes de las inspecciones que certifican el cumplimiento del plan HACCP y de sus modificaciones

Responsables: Operador del equipo y Supervisor de la línea de proceso

Indicadores:

Indicador	Responsable	Seguimiento	Fuente de información	Forma de cálculo	Forma de representación
Número de incidencias registradas por existencia de partículas metálicas en cada lote de la línea de producción	Supervisor de la línea de proceso	Semanal	Registro de presencia/ausencia de partículas metálicas en cada lote	Porcentaje de incidencias por presencia de partículas metálicas por cada lote de producción	Gráfico de líneas semanal
Frecuencia en la detención o paro de la línea de producción del proceso	Supervisor de la línea de proceso	Mensual	Informe del número de detenciones o paro de la línea de producción	Número de repeticiones de detención de línea de producción / unidad de tiempo	Gráfico de líneas mensual
Registro de incidencias en el fallo del funcionamiento del detector	Operador del equipo	Semestral	Informe del monitoreo continuo en el funcionamiento del equipo	Porcentaje de fallas reportadas del equipo en cada semestre	Gráfico de barras semestral

Tabla 9. Indicadores en el proceso de elaboración de cerveza ^{[1], [7]}

3. Discusión

La inocuidad en los alimentos es un asunto de importancia a nivel mundial, es por ello que es necesario asegurar que todos los productos que se comercialicen sean inocuos para el consumo humano. Una poderosa herramienta para certificar la inocuidad de los productos alimentarios es el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP)

Para cualquier alimento, los tipos de peligros potenciales (biológico, químico y microbiológico), cubren todas las operaciones involucradas en el proceso, desde la producción primaria hasta el consumo.

La Cerveza no es una excepción a estos peligros durante su producción, sin embargo durante el desarrollo del programa de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de control (HACCP) de este alimento desde la producción de Malta hasta la obtención de producto terminado (Cerveza), se demostró que esta bebida, es por si misma bastante segura en relación con la inocuidad alimentaria. Sobre todo en lo que se refiere a microbiología de alimentos. En parte es debido a la etapa de ebullición, que elimina básicamente cualquier contaminante microbiano que proceda de las materias primas y también al efecto antibacteriano del alcohol, ausencia de oxígeno, el bajo pH, el dióxido de carbono y los ácidos del lúpulo. Las modernas técnicas de fabricación junto con el uso de envases alimentarios, sirven para reforzar aún más la seguridad de la cerveza. Esto no significa que los riesgos alimentarios no sean posibles a través de consumir la

cerveza, sencillamente quiere decir que es poco probable que sean peligrosos para la salud.

En la cerveza los tipos de peligros potenciales que se contemplan en relación a causar algún daño a la salud y por lo tanto se identificaron como puntos críticos de control (PCC), son los químicos (formación de nitrosaminas volátiles) y físicos (presencia de partículas metálicas). Pueden existir riesgos generados por malas prácticas de higiene y de manufactura, por lo que es importante cumplir con este prerrequisito antes de implementar HACCP.

Los indicadores de calidad son un instrumento eficaz y válido que permite la evaluación de procesos y se deberían implementar en conjunto con el programa HACCP con el fin de tener una relación más directa con los peligros potenciales identificados en el programa.

En el caso de la Cerveza sólo se establecieron indicadores en dos fases del proceso (Secado/Horneado de Malta y Detector de metales), esto se debió a que sólo se identificaron dos puntos críticos de control (PCC) en todo el proceso de elaboración de esta bebida alcohólica. Por lo tanto hace referencia a que la cerveza es un producto que casi en su totalidad no presenta peligros en la salud del consumidor refiriéndose a su proceso de fabricación, ya que esta bebida, si el consumidor no controla la dosis ingerida puede causarle daños serios a la salud al ser una bebida alcohólica.

Conclusiones

Se establecieron indicadores a partir del programa de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), y en base a ello implementar los indicadores en materia de inocuidad alimentaria.

Con esta propuesta de implementar HACCP en conjunto con indicadores de calidad, se logra por un lado desarrollar un enfoque sistemático para la identificación de riesgos, su evaluación, control y prevención (el cual se refiere al programa HACCP), y por otro, establecer indicadores, los cuales tienen como meta proporcionar información sobre el rendimiento del proceso y simbolizar una actividad importante o crítica que signifique un riesgo a la salud alimentaria.

La adopción de un sistema de inocuidad como es el HACCP en conjunto con la implementación de indicadores, favorece la competitividad de la organización debido a que permite establecer comparaciones en el mercado global, detectando las oportunidades de mejora del proceso así como establecer metas y objetivos que hagan que la organización sea competitiva con otras industrias, con el propósito de obtener la satisfacción y exigencias del cliente.

Es importante mencionar que existen indicadores determinantes de la calidad de la cerveza que no necesariamente tienen que ver con inocuidad, sino con el sabor, aroma, estabilidad y características nutricionales de la cerveza, que al igual que los factores relacionados con la inocuidad, son estrictamente controlados para mantener la preferencia del consumidor.

5. Bibliografía

1. AENOR. Sistemas de gestión de la calidad. Guía para la implementación de sistemas de indicadores UNE 2003.

Disponible en: <http://www.uabc.mx/csa/index>

2. ASQ Food, Drug and Cosmetic Division. The Certified Quality Auditor's HACCP Handbook. ASQ Quality Press. 2002.

3. Bamforth, C. W. Brewing New Technologies. Cambridge England. CRC Press.2006

4. Baxter, E.D., Hughes, P.S. Beer: Quality, Safety and Nutricional Aspects. The Royal Society of Chemistry. 2001

5. Código Internacional de practicas recomendado. Principios generales de higiene de los alimentos 3ª Rev. 1999. Textos básicos del Codex Alimentarius. Documento presentado por la Secretaría del programa conjunto Food and Agricultura Organization y la Organización Mundial de la Salud sobre normas alimentarias.

Disponible en: ftp.fao.org/codex/Publications/ProcManuals/Manual_15e.pdf

6. Escriche R., Doménech A. ISO: 22000 Gestión de Inocuidad en los alimentos. Gestión del autocontrol en la industria Agroalimentaria. Universidad politécnica de Valencia 2006.

7. Gestión de indicadores. Norma UNE 66175-2003. Anexo IV.A6. España, 2005.
Disponible en: <http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/9134D724-43C8>

8. Guía para la aplicación del sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos (ARCPC) en el sector cervecero. Ed. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y Agencia Española de Cooperación Internacional. 1999
Disponible http://www.nutricion.org/publicaciones/pdf/haccp_cerveza.pdf

9. Hough, J.S. Biotechnology of malting and brewing. Cambridge University Press.1990

10. NMX-CC-9000-IMNC-2008- Sistemas de gestión de la calidad- Fundamentos y vocabulario .ISO 9000:2005
Disponible en:<http://www.imnc.org.mx/archivos/IMNC-N-BP%20N325.pdf>

11. NMX—F-CC-22000-NORMEX-IMNC-2007- Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos- Requisitos para cualquier organización de la cadena alimentaria. ISO 22000:2005.

Anexo 1 ^[1]

A continuación se muestran algunos ejemplos de representación de indicadores.

Gráfico de líneas con valores parciales

Permite seguir la evolución de los valores alcanzados por un parámetro en cada unidad de tiempo. Por ejemplo: número de roturas de mercancía al mes.

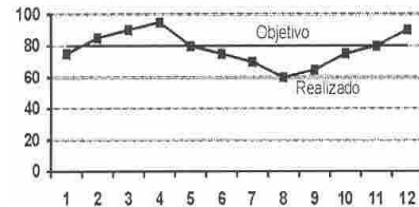


Gráfico de barras

Permite comparar los valores alcanzados en un parámetro por distintas unidades en un determinado momento. Ejemplo: facturación por delegaciones, servicios no conformes por áreas, etc.

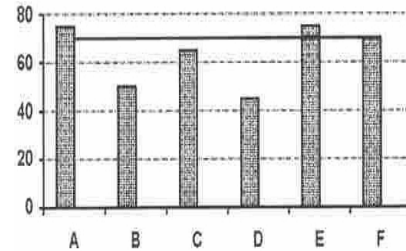


Gráfico radial

Permite comparar la evolución de la contribución de distintos factores a un total. Ejemplo: número de reclamaciones por causa, contribución de los diferentes servicios a las ventas, etc.

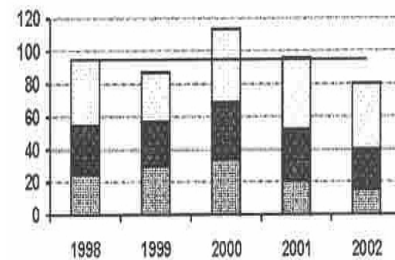


Gráfico de sectores

Permite comparar la contribución de distintos factores a un total en un determinado momento. Por ejemplo: distribución de servicios no conforme por defecto, etc.

