

**Plan de mejora para el programa de limpieza y desinfección en la línea continua de
fabricación de azúcar morena Ingenio Riopaila Castilla S.A.**

David Fernando Velásquez Lizalda

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería - ECBTI

Programa de Tecnología en Alimentos

Palmira

2022

**Plan de mejora para el programa de limpieza y desinfección en la línea continua de
fabricación de azúcar morena Ingenio Riopaila Castilla S.A.**

David Fernando Velásquez Lizalda

Proyecto aplicado para optar el título de Tecnólogo en Alimentos

Directora

Andrea Vásquez García PHD

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería - ECBTI

Programa de Tecnología en Alimentos

Palmira

2022

Dedicatoria

A Dios por darme cada día las fuerzas para seguir adelante. A mis padres quienes han sido un apoyo incondicional en mi vida, ya que sin ellos no habiéramos podido llegar a donde estoy hoy.

A mi esposa, a ella por estar siempre a mi lado, apoyándome en las buenas y en las malas, sin importar lo difícil que fuera el camino. Y finalmente a todas esas personas que estuvieron involucradas de una forma u otra en este proyecto, ya que sin ellas no se hubiera podido

culminar.

Agradecimientos

En primera instancia a Dios por brindarme su guía en la ejecución del proyecto, a mis amigos y familiares a los cuales les pedí consejos, opiniones y guía en todo este proceso.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, por brindarme las herramientas necesarias para afrontar este proyecto. A mi directora Andrea Vásquez García por permitirme desarrollar este proyecto y confiar plenamente en mí para la ejecución del mismo.

Resumen

Riopaila Castilla S.A. es un grupo agroindustrial colombiano con más de 100 años de experiencia en el mercado nacional e internacional, enfocado en el cultivo de caña y sus derivados: producción de azúcar, alcohol carburante, energía eléctrica y aceite crudo de palma.

Este trabajo tiene como propósito la implementación de mejoras al proceso de limpieza y desinfección de línea de producción de azúcar morena del ingenio Riopaila Castilla S.A, con el fin de garantizar la inocuidad del azúcar producido, Por tal motivo, se realizó una revisión detallada del proceso de limpieza y desinfección actual, generando un plan de mejora en dónde se implementó un procedimiento operacional estandarizado (POE) y se modificaron concentración y tiempos de exposición de los productos químicos empleados. Las anteriores modificaciones fueron puestas en práctica, en la ejecución de la limpieza y desinfección de los equipos tales como: centrifugas, tornillos sin fin, elevadores y secadoras. Una vez implementado el plan de mejora, se realizaron muestreos aleatorios de los equipos y producto final, arrojando resultados microbiológicos satisfactorios, los cuales se encuentran dentro de los estándares establecidos por la norma técnica colombiana (NTC 607) quinta actualización del 2018; en conclusión, se obtuvo un procedimiento de limpieza y desinfección más eficiente el cual garantiza un producto final inocuo.

Palabras claves: inocuidad, microbiología, proceso fabril, normatividad.

Abstract

Riopaila Castilla S.A. is a Colombian agribusiness group with more than 100 years of experience in the national and international market, focused on the cultivation of cane and its derivatives: production of sugar, fuel alcohol, electricity and crude palm oil.

The purpose of this work is to implement improvements to the cleaning and disinfection process of the brown sugar production line of the Riopaila Castilla S.A mill, in order to guarantee the safety of the sugar produced. For this reason, a detailed review of the process was carried out. of current cleaning and disinfection, generating an improvement plan where a standardized operating procedure (SOP) was implemented and concentration and exposure times of the chemical products used were modified. The previous modifications were put into practice, in the execution of the cleaning and disinfection of equipment such as: centrifuges, endless screws, elevators and dryers. Once the improvement plan was implemented, random sampling of the equipment and final product was carried out, yielding satisfactory microbiological results, which are within the standards established by the Colombian technical standard (NTC 607) fifth update of 2018; In conclusion, a more efficient cleaning and disinfection procedure was obtained, which guarantees an innocuous final product.

Keywords: safety, microbiology, manufacturing process, regulations.

Tabla de contenido

Introducción	12
Problema	14
Justificación	15
Objetivos	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
Marco conceptual y teórico.....	17
Reseña histórica	17
Proceso industrial de elaboración de azúcar	19
Azúcar morena	26
Programa de limpieza y desinfección de la línea morena.....	31
Productos químicos recomendados en los programas de limpieza y desinfección.....	33
Topax 66	33
Oxonia Active 150	35
Metodología	36
Análisis del programa actual de limpieza y desinfección de la línea continua de fabricación de azúcar morena del Ingenio Riopaila Castilla S.A.	36
Implementación del plan de mejora en el programa de limpieza y desinfección de la línea continua de fabricación de azúcar morena.....	37

Verificación de los resultados microbiológicos de la línea continua de fabricación de azúcar morena después de implementar el plan de mejora propuesto al programa de limpieza y desinfección.	39
Resultados	40
Analizar el programa actual de limpieza y desinfección de la línea continua de fabricación de azúcar morena del Ingenio Riopaila Castilla S.A.	40
Etapas del programa de limpieza y desinfección actual	40
Condiciones generales	41
Implementar un plan de mejora al programa de limpieza y desinfección de la línea continua de fabricación de azúcar morena del Ingenio Riopaila Castilla S.A.	55
Instructivo para la limpieza y desinfección de las centrifugas de la línea continua de fabricación de azúcar morena	55
Instructivo para la limpieza y desinfección del tornillo sinfín de la línea continua de fabricación de azúcar morena	58
Instructivo para la limpieza y desinfección del elevador de la línea continua de fabricación de azúcar morena	62
Instructivo limpieza y desinfección de la secadora de la línea continua de fabricación de azúcar morena	65
Verificación de los resultados microbiológicos de la línea continua de fabricación de azúcar morena después de implementar el plan de mejora propuesto al programa de limpieza y desinfección.	69
Conclusiones	71

Recomendaciones	72
Bibliografía	73

Índice de figuras

Figura 1 Diagrama de elaboración del azúcar.....	19
Figura 2 Diagrama de flujo proceso de elaboración azúcar morena.....	25
Figura 3 Pisos parte inferior secadora Fives Cail (FCB)	45
Figura 4 Chutes de alimentación a las máquinas de presentaciones de libra, kilo y 2,5 kg de azúcar morena	46
Figura 5 Chutes de alimentación a las máquinas de presentación de 25 y 50 kg de azúcar morena	47
Figura 6 Chutes de alimentación a las máquinas de presentación de 25 y 50 kg de azúcar morena	47
Figura 7 Conductor de azúcar morena	48
Figura 8 Área de utensilios de aseo	49
Figura 9 Parte exterior de los filtros de la secadora.....	50
Figura 10 Tapa lateral de la secadora de azúcar morena	51
Figura 11 Elevador de azúcar morena	52
Figura 12 Iluminación área de secadoras de azúcar morena.....	53
Figura 13 Bombas del tanque disolutor de azúcar	54
Figura 14 Partes que conforma una centrifuga para el purgado de azúcar de caña	55
Figura 15 Partes que conforman un tornillo sinfín transportador de azúcar húmeda	58
Figura 16 Elevador de cangilones para azúcar de caña	62
Figura 17 Secadora – enfriadora de azúcar de caña.....	65
Figura 18 Seguimiento microbiológico de la línea continua de fabricación de azúcar morena ..	70

Índice de tablas

Tabla 1 Características fisicoquímicas y microbiológicas del Azúcar Morena	26
Tabla 2 Productos químicos recomendados para la limpieza y desinfección de la línea de azúcar morena.....	32
Tabla 3 Sugerencia de mejora al actual programa de limpieza y desinfección de la línea de azúcar morena	36
Tabla 4 Rango de luminometría.....	44
Tabla 5 Utensilios e insumos necesarios para la limpieza de las centrifugas de la línea continua de fabricación de azúcar morena.....	56
Tabla 6 Descripción de las actividades de limpieza y desinfección de la centrifuga.....	57
Tabla 7 Utensilios e insumos necesarios para la limpieza y desinfección del tornillo sinfín de azúcar húmeda	59
Tabla 8 Descripción de actividades de limpieza y desinfección del tornillo sinfín	60
Tabla 9 Utensilios e insumos necesarios para la limpieza y desinfección del elevador de azúcar húmedo.....	62
Tabla 10 Descripción de las actividades de limpieza y desinfección de elevadores de azúcar ...	63
Tabla 11 Utensilios e insumos necesarios para la limpieza y desinfección de la secadora	65
Tabla 12 Descripción de las actividades limpieza y desinfección de la secadora.....	66

Introducción

El Ingenio Riopaila Castilla S.A. posee la certificación ISO 22000, Sistema de Gestión de Seguridad Alimentaria, ofreciendo a sus clientes productos que cumplen los requisitos de la Norma Técnica Colombiana (NTC 607 Azúcar Crudo del 2020), la cual incluye la verificación tanto de los parámetros fisicoquímicos como microbiológicos; para proseguir con estos estándares de calidad exigidos por las normas mencionadas anteriormente es necesario tomar medidas que permitan garantizar los estándares ya establecidos o mejorarlos para seguir siendo fieles a las políticas de la compañía de fomentar programas o actividades que permitan elevar las competencias del personal, reafirmando el compromiso del aseguramiento y mejoramiento permanente de la calidad, coherente con los elementos propios del sistema ISO.

Una de las estrategias aplicadas por la administración del ingenio es la de integrar la academia a la empresa bajo la dinámica de un beneficio mutuo estudiante-empresa.

La adopción de principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, empackado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano con el objeto de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias optimas, a nivel mundial muestran resultados satisfactorios, pues favorece ampliamente una mayor participación en la dinámica del comercio actual y posibilita el ingreso a nuevos mercados, siendo competitivos frente a las demás empresas manufactureras de este tipo de productos.

De acuerdo con lo estipulado en el código de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), resolución 2674/2013 del Ministerio de Salud y Protección Social; dado el compromiso del ingenio frente al consumidor directo o indirecto, debe garantizar el suministro de un producto dentro de los parámetros establecidos por la norma; libre de cargas microbiológicas y

fisicoquímicas, desarrollando a su vez un proceso amigable con el medio ambiente que coopera con su protección y equilibrio. Igualmente, el ingenio adquiere mayor confianza y seguridad en el proceso por las diferentes operaciones desarrolladas en el área de empaque, mejorando la eficiencia, disminuyendo pérdidas por mermas, y evitando no conformidades en la azúcar morena empacada en las diferentes presentaciones.

De esta forma el presente trabajo de grado tiene como objetivo la elaboración e implementación de un plan de mejoramiento del actual sistema de limpieza y desinfección de la línea de fabricación de azúcar morena, centrándose en el mejoramiento del programa de saneamiento (limpieza y desinfección).

Problema

En la actualidad se está presentando un incremento en los índices de proliferación de microorganismos (mesófilos, mohos y levaduras) en la línea continua de fabricación de azúcar morena, los cuales tienen gran impacto en la calidad de la azúcar producida, generando pérdidas económicas por el reproceso del producto. Estas pérdidas se reflejan en empaque, tiempo, mano de obra, insumos químicos, producción de vapor, consumo de energía eléctrica y disminución de la molienda, teniendo en cuenta que no se alcanza a recuperar el 100% de la sacarosa reprocesada. El incremento de estos microorganismos genera tiempos perdidos en el ingenio que puede deberse a una inadecuada limpieza en los equipos involucrados en el proceso de fabricación del azúcar, impactando negativamente el programa de producción de la fábrica, porque el laboratorio de control de procesos debe realizar la verificación del cumplimiento del plan de limpieza y desinfección para poder liberar la línea de producción.

Teniendo en cuenta lo anterior se propone un plan de mejora para el programa de limpieza y desinfección en la línea continua de fabricación de azúcar morena del Ingenio Riopaila Castilla S.A., ya que en el proceso actual es posible que se estén presentando deficiencias en los procedimientos; bien sea por los productos de limpieza empleados, los tiempos de contacto establecidos, por desconocimiento del proceso de limpieza y desinfección por parte de las personas que ejecutan esta tarea o las concentraciones usadas en las superficies de los equipos. Esto conlleva a plantear la siguiente pregunta ¿Es posible mitigar la proliferación de microorganismos en la línea continua de fabricación de azúcar morena del Ingenio Riopaila Castilla S.A.?

Justificación

El presente trabajo está orientado en proponer un plan de mejoramiento del programa de limpieza y desinfección de la línea continua de fabricación de azúcar morena, ya que el proceso actual presenta deficiencias. Así, permitirá mostrar una mejoría en el proceso obteniendo un método más eficiente y que impacte en la disminución del conteo de microorganismos que en la actualidad están afectando la calidad de la azúcar morena. Como resultado se pretende disminuir el reproceso de azúcar morena, por el incumplimiento de parámetros microbiológicos los cuales están estipulados en la norma (NTC 607 del 2018), hace de este proyecto una herramienta viable para el mejoramiento de la calidad del producto y garantizar la calidad sanitaria de las instalaciones y del alimento.

El área de cocción, área de centrifugado, área de secado y área de envase de azúcar son consideradas las áreas más críticas, puesto que el producto terminado está expuesto al medio ambiente; razón por la cual son puntos críticos de control en el proceso de fabricación de azúcar desde el punto de vista de inocuidad y es la parte del proceso en donde las auditorías y los entes certificadores se enfocan con el fin de evaluar el cumplimiento de los requisitos del cliente y los reglamentarios aplicables, que hicieron a la ingenio merecedor de la certificación ISO 9001, Sistema de Gestión de Calidad y la ISO 22000, Sistema de Gestión de Seguridad Alimentaria, para que sigan siendo parte del reconocimiento de la compañía como empresa fabricante de alimentos inocuos.

Objetivos

Objetivo general

Analizar el programa actual e implementar mejoras al sistema de limpieza y desinfección de la línea continua de fabricación de azúcar morena del Ingenio Riopaila Castilla S.A.

Objetivos específicos

Analizar el programa actual de limpieza y desinfección de la línea continua de fabricación de azúcar morena del Ingenio Riopaila Castilla S.A.

Implementar un plan de mejora al programa de limpieza y desinfección de la línea continua de fabricación de azúcar morena del Ingenio Riopaila Castilla S.A.

Verificar los resultados microbiológicos de la línea continua de fabricación de azúcar morena después de implementar el plan de mejora propuesto al programa de limpieza y desinfección.

Marco conceptual y teórico

Reseña histórica

El proyecto de azúcar de Riopaila Castilla S.A., se da en las fechas en que la empresa inicia su funcionamiento en 1918 como trapiche panelero en predios de la Hacienda Riopaila, al norte del Valle del Cauca, luego en 1928 don Hernando Caicedo Caicedo, aguerrido empresario vallecaucano, inaugura el Ingenio Riopaila S.A. y se instala la fábrica de azúcar en el corregimiento de La Paila, al sur del municipio de Zarzal. Luego en octubre de 1945, inaugura Central Castilla S.A. y se instala la fábrica de azúcar en Pradera, Valle. En el 2006 ambas empresas escinden la operación industrial dando origen a Riopaila Industrial S.A. y Castilla Industrial S.A.

Para el año 2007 Riopaila Industrial S.A. y Castilla Industrial S.A. se fusionan, dando origen a Riopaila Castilla S.A., la cual dispone de dos plantas fabriles: Planta Riopaila, ubicada al norte del Valle del Cauca en La Paila (Zarzal) y Planta Castilla, ubicada al sur del Valle del Cauca en Pradera.

Con el firme propósito de mantener un crecimiento que no solo genere valor económico, sino que también traiga desarrollo social y aporte a la protección del medio ambiente, la compañía decidió diversificar el negocio e ir más allá de la producción y comercialización de azúcar y miel, por ello, en el año 2015, Riopaila Castilla S.A. abre las puertas a sus dos proyectos más importantes para el sector agroindustrial colombiano: la Planta de Destilería de alcohol carburante y la Planta de Cogeneración de energía, ubicadas en Planta Riopaila.

De esta manera, la compañía se ha caracterizado por ser una empresa visionaria, que, gracias a su empuje y férrea decisión, ha aportado al desarrollo agroindustrial colombiano. Su paso por la ganadería, por la industria azucarera y recientemente por los biocombustibles, la cogeneración y

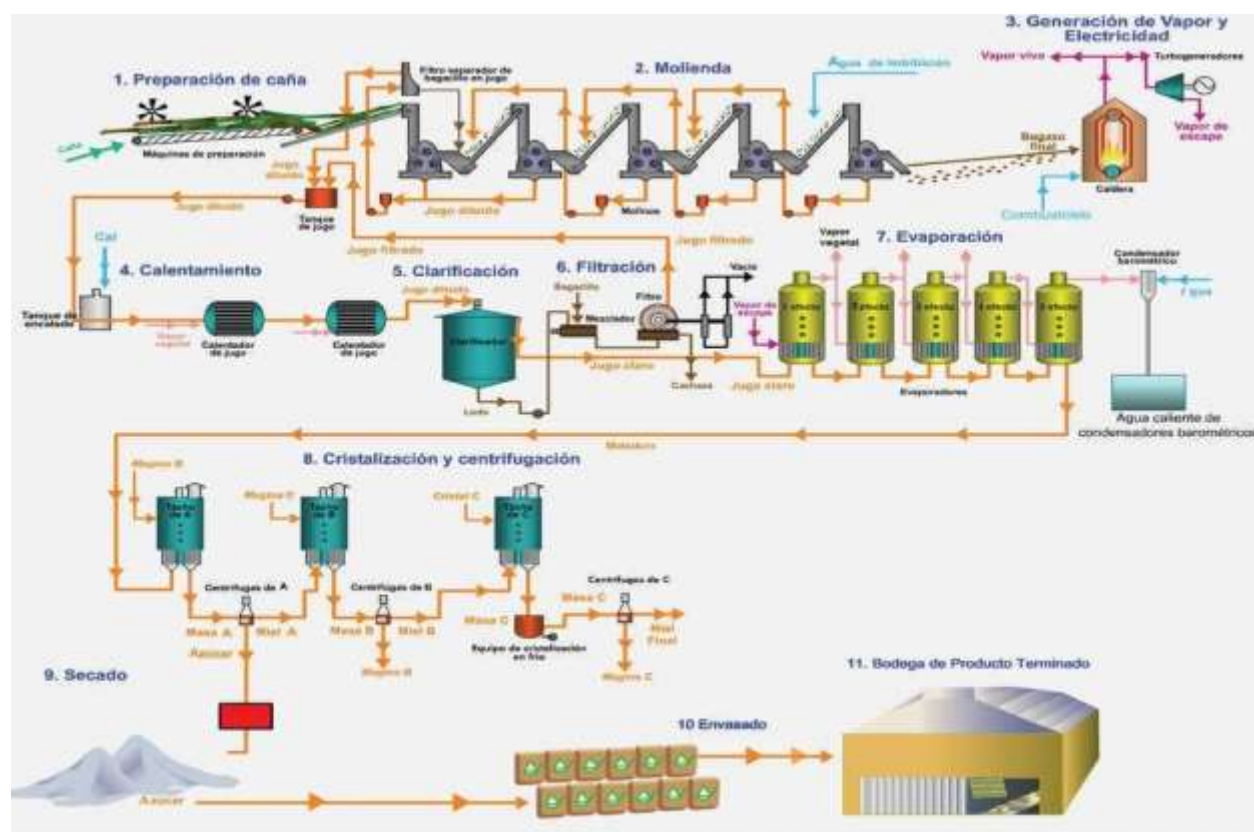
los frutales, sectores en los que ha hecho valiosos aportes, son reflejo del talante de la organización, dispuesta a tomar riesgos que además de traer beneficios para el negocio, redunden en beneficios y desarrollo integral para el país (Riopaila Castilla S.A, 2021).

Proceso industrial de elaboración de azúcar

Como se observa a continuación, el proceso industrial de transformación de la caña de azúcar para la elaboración del azúcar se depende de múltiples factores y operaciones unitarias, las cuales son determinadas por ciertas variables que deben de llevar un adecuado control durante todo el proceso, como se presenta en la figura 1.

Figura 1.

Diagrama de elaboración del azúcar



Revista Ingeniería Investigación y Tecnología. 2014;15:549-60

Fuente: Domínguez, C., Bravo, A., Sosa, A. (2014)

El azúcar puede obtenerse principalmente a partir de la caña de azúcar. Para su obtención se requiere de un largo proceso, desde que la semilla de caña de azúcar germina hasta que el azúcar se comercializa nacional e internacionalmente. A continuación, se describe cada uno de los procesos por lo que pasa la sacarosa de la caña de azúcar para convertirse en cristales de azúcar.

Caña de azúcar

La caña de azúcar ha sido sin lugar a duda uno de los productos de mayor importancia para el desarrollo comercial en el continente americano y europeo. El azúcar se consume en todo el mundo, puesto que es una de las principales fuentes de calorías en las dietas de todos los países (Florez Galvez, 2007, p.12).

Labores de campo y cosecha

El proceso productivo se inicia con la preparación del terreno, etapa previa de siembra de la caña de azúcar. Una vez la planta madura entre los 12 y 14 meses, las personas encargadas de la tarea de cosecha se disponen a cortarla y recogerla a través de alce mecánico y llevarla hacia los patios de caña de los ingenios (Paredes, 2019).

Patios de caña de azúcar

La caña de azúcar que llega del campo se muestrea para determinar las características de calidad y el contenido de sacarosa, fibra y nivel de impurezas. Luego se pesa en básculas y se conduce a los patios donde se almacena temporalmente o se dispone directamente en las mesas de lavado de caña de azúcar para dirigirla a una banda conductora que alimenta las picadoras (Robledo Rodríguez, 2006, p. 11).

Picado de caña de azúcar

Las picadoras son unos ejes colocados sobre los conductores accionados por turbinas, provistos de cuchillas giratorias que cortan los tallos y los convierten en astillas, dándoles un tamaño uniforme para facilitar así la extracción del jugo en los molinos (Central de Ingenios S.A.de C.V., [CISA], 2016.).

Molienda

La caña preparada por las picadoras llega a un tándem de molinos, constituido cada uno de ellos por tres o cuatro mazas metálicas y mediante presión extrae el jugo de la caña de azúcar. Cada molino está equipado con una turbina de alta presión. En el recorrido de la caña de azúcar por el molino se agrega agua, generalmente caliente, para extraer al máximo la sacarosa que contiene el material fibroso.

Este proceso de extracción es llamado maceración. El bagazo que sale de la última unidad de molienda se conduce a una bagacera para que seque y luego se va a las calderas como combustible, produciendo el vapor de alta presión que se emplea en las turbinas de los molinos (CISA, 2016).

Pesado de jugos

El jugo diluido que se extrae de la molienda se pesa en básculas con celdas de carga para saber la cantidad de jugo sacarosa que entra en la fábrica (CISA, 2016).

Clarificación

El jugo obtenido en la etapa de molienda es de carácter ácido (pH aproximado: 5,2), éste se trata con lechada de cal, la cual eleva el pH con el objetivo de minimizar las posibles pérdidas de sacarosa. La cal también ayuda a precipitar impurezas orgánicas o inorgánicas que vienen en el jugo y para aumentar o acelerar su poder coagulante, se eleva la temperatura del jugo encalado

mediante un sistema de tubos calentadores. La clarificación del jugo se da por sedimentación; los sólidos no azúcares se precipitan en forma de lodo llamado cachaza y el jugo claro queda en la parte superior del tanque (CISA, 2016).

Evaporación

Aquí se comienza a evaporar el agua del jugo. El jugo claro que posee casi la mitad composición del jugo crudo extraído (con la excepción de las impurezas eliminadas en la cachaza) se recibe en los evaporadores con un porcentaje de sólidos solubles entre 10 y 12 % y se obtiene una meladura o jarabe con una concentración aproximada de sólidos solubles del 55 al 60 %.

Este proceso se da en evaporadores de múltiples efectos al vacío, que consisten en una solución de celdas de ebullición dispuestas en serie. El jugo entra primero en el pre evaporador y se calienta hasta el punto de ebullición. Al comenzar a hervir se generan vapores los cuales sirven para calentar el jugo en el siguiente efecto, logrando así al menor punto de ebullición en cada evaporador. En el proceso de evaporación se obtiene el jarabe o meladura. La meladura es purificada en un clarificador. La operación es similar a la anterior para clarificar el jugo filtrado (CISA, 2016).

Cristalización

La cristalización se realiza en los tachos, que son recipientes al vacío de un solo efecto. El material resultante que contiene líquido (miel) y cristales (azúcar) se denomina masa cocida. El trabajo de cristalización se lleva a cabo empleando el sistema de tres cocimientos para lograr la mayor concentración de sacarosa (CISA, 2016).

Centrifugación

La masa pasa por las centrífugas, máquinas agrícolas en las cuales los cristales se separan del licor madre por medio de una masa centrífuga aplicada a tambores rotatorios que contienen mallas interiores. La miel que sale de las centrifugas se bombea a tanques de almacenamiento para luego someterla a superiores evaporaciones y cristalizaciones en los tachos. Al cabo de tres cristalizaciones sucesivas se obtiene miel final que se retira del proceso y se comercializa como materia prima para la elaboración de alcoholes (CISA, 2016).

Secado

El azúcar húmedo se transporta por elevadores y bandas para alimentar las secadoras que son elevadores rotatorios en los cuales el azúcar se coloca en contacto con el aire caliente que entra en contracorriente. El azúcar debe tener baja humedad, aproximadamente 0.05 %, para evitar los terrones (CISA, 2016).

Enfriamiento

El azúcar se seca con temperatura cercana a 60 °C, se pasa por los enfriadores rotatorios inclinados que llevan el aire frío en contracorriente, en donde se disminuye su temperatura hasta aproximadamente 40-45°C para conducir al envase (CISA, 2016).

Envase

El azúcar seca y fría se empaca en sacos de diferentes pesos y presentaciones dependiendo del mercado y se despacha a la bodega de producto terminado para su posterior venta y comercio (CISA, 2016).

Tipos de azúcar

El azúcar se clasifica dependiendo de los procesos aplicados a la extracción y el gusto del consumidor: crudo, mascado o morena: se produce con cristales de tamaño y conserva una

película de melaza que envuelve cada cristal. Blanco directo o directo especial: se producen por procesos de clarificación y su producción final se logra en una sola etapa de clarificación (CISA, 2016).

Refinamiento

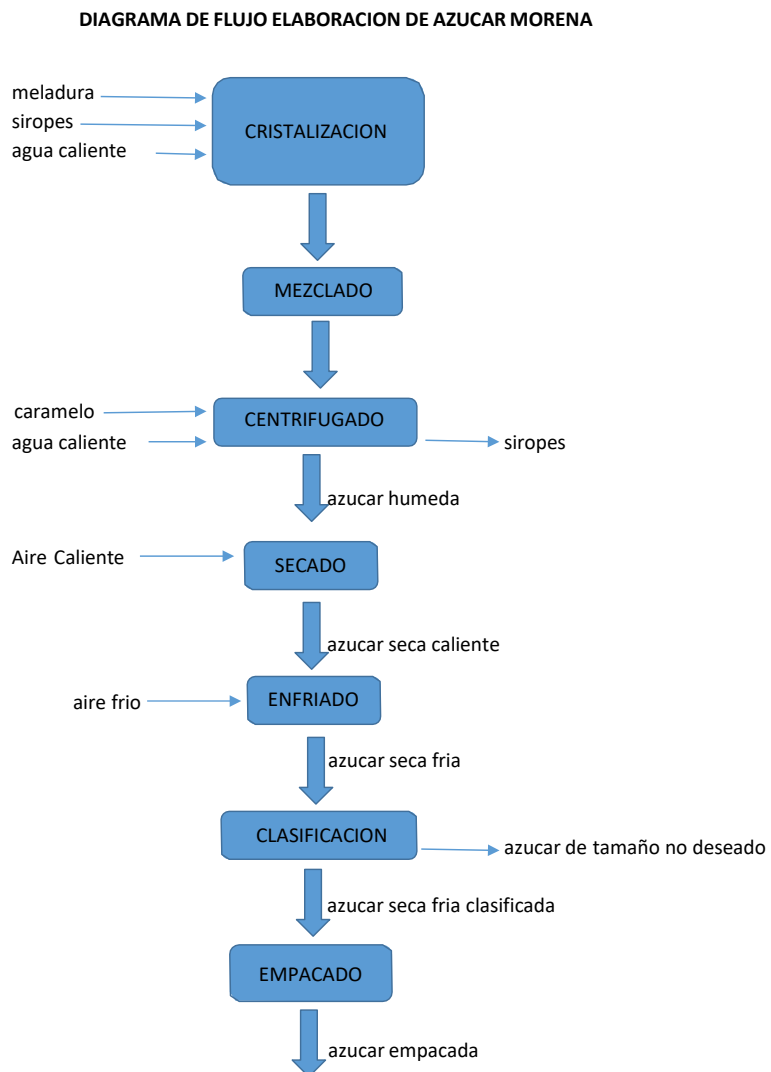
De acuerdo con Diaz et al, (2017), para este proceso el azúcar se cristaliza dos veces con el fin de lograr su máxima pureza.

Proceso industrial de elaboración de azúcar morena

A continuación, en la figura 2 se muestran las fases involucradas en la fabricación de azúcar morena en el Ingenio Riopaila Castilla S.A.

Figura 2.

Diagrama de flujo proceso de elaboración azúcar morena



Fuente: Autoría propia.

Azúcar morena

Ingenio Riopaila-Castilla S.A., define la azúcar morena como la sacarosa granulada obtenida a partir de la caña de azúcar que conserva las mieles naturales y un sabor característico de la miel de caña de azúcar. Aporta características organolépticas como color y sabor. Con aplicaciones especialmente para productos de panificación, pasabocas y en mezclas instantáneas como: chocolates, café, entre otros. Se ofrece una amplia gama de azúcares morena de acuerdo con las necesidades (Riopaila Castilla S.A (s.f)).

Según Riopaila Castilla S.A., la azúcar morena debe tener las características fisicoquímicas y microbiológicas, que pueden ser observadas en la tabla 1:

Tabla 1.

Características fisicoquímicas y microbiológicas del Azúcar Morena

Características Fisicoquímicas		Características Microbiológicas	
Polarización (°Z a 20°C)	Min. 98	Coliformes Totales (UFC/10g)	Max. 80
Cenizas (9%)	Max. 0,25	Coliformes Fecales (UFC/10g)	0
Humedad (9%)	Max.0,14	Mesófilas Aeróbicas (UFC/10g)	Max.300
Color (UI)	Max. 0,3	Mohos y Levaduras (UI)(UFC/10g)	Max. 200
Turbiedad (UI)	Max. 2500		

Fuente: Azúcar morena o Rubia[®]. Grupo Agroindustrial Riopaila Castilla. (s.f).

Para el caso de estudio, la no conformidad se presenta en que las bacterias mesófilas aerobias sobrepasan los límites permitidos, provocando pérdidas de producción. Estos microorganismos se reproducen fácilmente en temperaturas entre los 30°C y 37°C y son dependientes de oxígeno. Según Food News Latam el análisis de este tipo de microorganismos permite:

Verificar la efectividad de los procedimientos de limpieza y desinfección.

Determinar si las temperaturas aplicadas en los procesos fueron las adecuadas.

Determinar el origen de la contaminación durante los procesos de elaboración de los alimentos.

Verificar condiciones óptimas de almacenamiento y transporte.

A continuación, se menciona los microorganismos que afectan la calidad de la azúcar de caña.

Microorganismos

En este grupo se incluyen todos los microorganismos, capaces de desarrollarse en presencia de oxígeno a una temperatura comprendida entre 20°C y 45°C con una temperatura óptima entre 30°C y 40°C. El recuento de microorganismos aerobios mesófilos, en condiciones establecidas, estima la microflora total sin especificar tipos de microorganismos, refleja la calidad sanitaria de los productos analizados, indicando además de las condiciones higiénicas de la materia prima y la forma como fueron manipulados durante su elaboración.

En el uso o la interpretación del recuento de microorganismo aerobios mesófilos hay ciertos factores que deben ser tenidos en cuenta:

La utilidad del indicador depende de la historia del producto y el momento de la toma de muestra.

Los procedimientos que sufre el alimento en su elaboración, por ejemplo, un proceso térmico, pueden enmascarar productos con altos recuentos o condiciones deficientes de higiene.

El recuento de mesófilos nos indica las condiciones higiénico sanitarias de algunos alimentos (Díaz et al., 2017).

A lo largo de todo el proceso de elaboración de azúcar se trabaja con altas temperaturas lo que hace que el jugo, la meladura y la masa se encuentren libres de microorganismos, pero cuando se pasa a la etapa de centrifugación y etapas posteriores el azúcar queda expuesto al ambiente y es propenso a contaminación microbiana.

Los microorganismos que se pueden encontrar en la etapa final del proceso de elaboración de azúcar morena continua:

Coliformes: según EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos) (2002), los coliformes totales son un grupo de bacterias relacionadas que (con pocas excepciones) no son

dañinas para los humanos. La EPA considera que los coliformes totales son un indicador útil de otros patógenos.

Escherichia coli: según National Library of Medicine (2020) la *E. coli* es el nombre de un tipo de bacteria que vive en el intestino. La mayoría de las *E. coli* no causan problemas. Pero, algunos tipos pueden producir enfermedades y causar diarrea. Uno de ellos causa la diarrea del viajero. El peor tipo de *E. coli* causa una diarrea hemorrágica y a veces puede causar insuficiencia renal y hasta la muerte.

Bacterias mesófilas aerobias: según Vanderzant y Splittstoesser (1992), se agrupan en dos géneros importantes: *Bacillus* y *Sporolactobacillus* formadores de endoesporas. Las especies encontradas en los alimentos son generalmente extensas y no poseen un hábitat definido y en general no provocan enfermedades en el ser humano. Son utilizados como indicadores de la calidad del procesamiento.

Mohos y levaduras: En algunas azucareras se encuentran grandes poblaciones de levaduras osmófilas y hongos en los tanques de almacenamiento de los jarabes y melaza. Los productos pueden contaminarse con una pequeña porción de mohos y levaduras transportados por el aire; también pueden introducirse gran número de levaduras osmófilas en el azúcar húmedo y a su vez por el contacto con determinadas superficies, por ejemplo, tolva, cintas transportadoras y básculas.

Entre las bacterias más comunes tenemos: *Desulfotomaculum (Clostridium) nigrificans*, *Clostridium butyricum* y *Bacillus termófilo* spp.

Las especies de mohos más frecuentes son *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. y *Monilia* spp.

En levaduras se encuentran: *Saccharomyces rouxii* y *S. mellis*, aunque se han encontrado otras especies de *Saccharomyces*, *Hansenula*, *Pichia*, *Torulopsis*, *Candida*, *Dekkeromyces* y *Endomycopsis* (Pivnick, 1980).

Programa de limpieza y desinfección de la línea morena

Las directrices para elaborar los programas de saneamiento están muy bien descritas por Romero, 2001 como se registra a continuación.

Los programas de limpieza y desinfección (L&D) deben satisfacer las necesidades particulares del proceso y del producto que este siendo elaborado. Cada establecimiento debe tener por escrito todos los procedimientos, incluyendo los agentes y sustancias utilizadas, así como las concentraciones o formas de uso y los equipos e implementos requeridos para efectuar las operaciones y la periodicidad en que debe ser realizada la limpieza y desinfección (Rodríguez, 2001).

El programa de limpieza y desinfección se conoce también internacionalmente como SSOP o Procedimientos Estándar de Operaciones de Saneamiento. Estos programas deben proporcionar un ambiente limpio y seguro para el procesamiento de alimentos, atendiendo las necesidades de higiene de los productos de acuerdo con su naturaleza y con la etapa de procesamiento en la que se encuentren.

De acuerdo con Romero, 2001, para estructurar el programa L&D existen dos formas básicas: por capítulo del Código de Prácticas Higiénicas, es decir cobijando en un capítulo todo lo referente edificación e instalaciones, en otro el área de elaboración, lo correspondiente a equipos y utensilios, entre otros, o por operación y área de la empresa. Esto es, tomar el área de recepción y hacer allí la descripción de los procedimientos de limpieza y desinfección de las instalaciones, los equipos, el personal, y pasar hacer lo mismo en cada una de las áreas en que se ha dividido la planta. Es más común y parece más práctico este último sistema, cada empresa decidirá la estructura que más se acomode a sus necesidades. La descripción de procedimientos

de L&D debe contemplar lo que se hace antes, durante y después del proceso, todos los días, tanto como las actividades semanales, mensuales, entre otras.

Productos químicos recomendados en los programas de limpieza y desinfección

A continuación, en la siguiente tabla 2, se relacionarán los productos de limpieza y desinfección recomendados para plantas alimenticias por sus características químicas, las cuales son amigables con el medio ambiente, de tal manera que cumplen con las regulaciones impuestas por los entes de control como el Invima e Icontec.

Tabla 2.

productos químicos recomendados para la limpieza y desinfección de la línea de azúcar morena.

Producto químico	Beneficios y características	Modo de uso	Recomendaciones y precauciones.
Topax 66	<p>Detergente alcalino clorado espumante líquido para la limpieza por proyección de espuma en la industria alimentaria.</p> <p>Es un detergente clorado de alta alcalinidad, para limpiar – remover suciedad proteica y grasas.</p> <p>Limpia y enjuaga rápidamente ahorrando tiempo y agua.</p> <p>Protege y aumenta la vida útil del equipo.</p> <p>Optimiza los costos de limpieza debido a sus bajas concentraciones de uso.</p> <p>Se puede usar en superficie de acero inoxidable, cerámica y</p>	<p>Preparar una solución entre 2 y 5% de acuerdo al grado de suciedad a remover.</p> <p>Aplique la solución utilizando el equipo de generación de espuma o manualmente en caso de requerirlo. Deje actuar durante a 5 a 10 minutos. Aplique acción mecánica y enjuague con agua, hasta eliminar la suciedad.</p>	<p>Mantenga este producto alejado del alcance de los niños.</p> <p>Utilice siempre su equipo de protección personal.</p> <p>Almacenar el producto en su envase original y a bajas temperaturas.</p> <p>Contiene álcalis cloro y surfactantes, causa quemaduras en los ojos, la piel y las membranas mucosas.</p> <p>Es dañino si se ingiere, proteja los ojos, la piel y membranas mucosas</p>

plástico a las concentraciones recomendadas.

Produce una espuma espesa y estable, que se adhiere a las superficies por más tiempo, proporcionando una acción limpiadora más eficaz.

La acción limpiadora mejora utilizando aguas a altas temperaturas (40 – 50°C).

del contacto con este producto.

Oxonia Active 150	<p>Actividad desinfectante superior en la mayoría de las condiciones, incluidas temperaturas de agua de hasta de 4 °C.</p> <p>Rápido y amplio espectro de destrucción de bacteria.</p> <p>Desinfectante a base de ácido peracético para uso en industria de alimentos.</p> <p>Efectiva actividad desinfectante aún en rangos de pH neutros.</p> <p>No corrosivo para acero inoxidable 304 y 316 y equipo de procesamiento de aluminio.</p> <p>Reduce los lavados ácidos.</p> <p>Proporciona un enjuague ácido y desinfectante en un solo paso.</p> <p>Después de su uso, rápidamente se descompone en agua, oxígeno y ácido acético.</p> <p>Producto libre de cloro.</p>	<p>utilizar por recirculación en sistemas automáticos CIP (Cleaning-In-Place) después de la limpieza.</p> <p>Concentración: 0.2 - 3 %</p> <p>Temperatura: 5 - 40 °C</p> <p>Tiempo de exposición: hasta 30 minutos.</p> <p>Después de finalizar la desinfección, las superficies tratadas deben ser enjuagadas con agua.</p>	<p>El contacto del producto diluido con las mucosas provoca fuerte reacción.</p> <p>En caso de que los ojos fueran alcanzados por alguna salpicadura, deben enjuagarse rápida e intensamente con agua abundante y eventualmente deberá efectuarse una revisión por un médico oftalmólogo.</p> <p>Oxonia Active 150 es especialmente compatible con el medio ambiente puesto que su reacción con materia orgánica produce oxígeno, agua y ácido acético.</p> <p>Este concepto no es aplicable a Oxonia Active 150 por no contener tensoactivos.</p>
-------------------	--	---	--

Metodología

Análisis del programa actual de limpieza y desinfección de la línea continua de fabricación de azúcar morena del Ingenio Riopaila Castilla S.A.

El programa de limpieza y desinfección actual está basado en establecer prioridades en función de si se trata de superficies que tienen contacto con el alimento (incluyendo manos de manipuladores), superficies de contacto esporádico o superficies que nunca tienen contacto directo con el alimento.

Existen las siguientes condiciones generales:

Que las áreas se encuentren limpias a la hora de comenzar a trabajar.

Que los equipos y utensilios de trabajo estén limpios al inicio de la jornada y que se limpien durante su utilización, cuando se contaminen y al finalizar la producción.

Que los productos alimenticios producidos no sean contaminados durante la limpieza.

Que los detergentes y desinfectantes (o sus restos) no entren en contacto directo o indirecto con el alimento producido y, además, que no se genere la re-contaminación de las superficies.

Seguimiento microbiológico a los equipos.

Según el manual de limpieza y desinfección actual el personal que ejecuta la tarea debe conocer exactamente cuál es su función y cómo realizarla óptimamente (manejo de los equipos y aplicación de los detergentes y desinfectantes apropiados), además de tener asignadas unas funciones concretas que serán supervisadas por un responsable.

Implementación del plan de mejora en el programa de limpieza y desinfección de la línea continua de fabricación de azúcar morena

A continuación, en la tabla 3 se presentan algunas sugerencias como plan de mejora al actual programa de limpieza y desinfección que tiene el Ingenio con el fin de mitigar la presencia de microorganismos en la línea de azúcar morena:

Tabla 3.

Sugerencia de mejora al actual programa de limpieza y desinfección de la línea de azúcar morena.

Acción de mejora	Beneficio
Las áreas comunes deben estar libres de chatarra, tubería en desuso, escombros y cualquier otro material que atente contra la inocuidad del producto en proceso.	Mejora el aspecto del área, se evitan accidentes y se proporciona un ambiente inocuo para la producción del azúcar.
Los productos utilizados para la limpieza no deben estar fabricados a base de solventes tóxicos, productos que atenten contra los ecosistemas o contaminantes que afecten las cuencas superficiales de agua.	El ingenio garantizará el cumplimiento a las normativas de cuidado de medio ambiente establecidas por INVIMA.
Los productos utilizados en la limpieza y desinfección deben ser inodoros y dosificados en las cantidades recomendadas.	Garantiza que no hayan trazas en el producto terminado.
Durante la limpieza del equipo, sus partes no deben estar ubicadas en áreas donde se puedan contaminar con agentes biológicos, químicos y físicos. De igual forma aplica para las herramientas utilizadas en la operación.	Minimiza el riesgo de contaminación cruzada del producto terminado.
Los instrumentos de limpieza deben ser de uso exclusivo para el equipo a realizar, por ningún motivo se deben utilizar para otros fines.	Para evitar contaminación cruzada con producto de otra línea.

El producto utilizado para llevar a cabo la desinfección estará almacenado lejos del área de proceso, además debe estar rotulado.	Evita contaminación cruzada.
Los elementos de aseo deben estar limpios y en el sitio establecido para su almacenamiento.	para evitar su contaminación.
Se debe contar con una fuente de iluminación (lámpara) para tener una mejor visualización.	Esta acción nos garantiza seguridad para efectuar una adecuada labor de limpieza y desinfección.

Estas mejoras pueden ser aplicadas a todas las zonas y equipos involucrados en el proceso de producción de azúcar morena en el Ingenio Riopaila Castilla S.A.

Responsables:

Operarios: realizar las labores de limpieza y desinfección adecuadamente y según los parámetros o políticas de la empresa.

Supervisor de elaboración: Verificar y controlar que los procesos y actividades de limpieza y desinfección se cumplan correctamente.

Área control procesos: encargados de realizar los análisis y la liberación correspondiente, posteriores a la limpieza de los equipos.

Verificación de los resultados microbiológicos de la línea continua de fabricación de azúcar morena después de implementar el plan de mejora propuesto al programa de limpieza y desinfección.

Para verificar los resultados microbiológicos fue realizado el análisis de bacterias mesófilas aerobias, como descrito a continuación:

Fueron pesados 10 gramos de azúcar en frasco que contenía agua estéril (100 ml) y se agito utilizando un agitador de placa calentadora magnética hasta su completa dilución. Posteriormente, se realizó la filtración de la muestra llevando el filtro de celulosa de 0,45 micras de diámetro de poro al sistema de filtración que consta de embudo, matraz kitazato, bomba de vacío, con una pinza de acero inoxidable previamente desinfectada y flameada, la muestra fue pasada por el filtro. Luego, con la muestra ya filtrada, fue tomado el filtro de celulosa del sistema de filtración con la pinza de acero inoxidable y fue pasado a cajas de Petri que contenían medio de cultivo agar nutritivo. Las cajas de Petri fueron selladas con papel Parafilm para evitar contaminación e incubadas de forma invertida a 35°C durante 24 - 48 horas.

Pasado el tiempo de incubación, todas las colonias fueron contadas y reportadas como Unidades Formadoras de Colonias por 10 g o 10 mL de muestra (UFC / 10g o UFC / 10mL). Los resultados obtenidos fueron comparados con los valores de referencia, Max 300 UFC/10g.

Resultados

Analizar el programa actual de limpieza y desinfección de la línea continua de fabricación de azúcar morena del Ingenio Riopaila Castilla S.A.

Según observación propia en el sitio el programa de limpieza y desinfección se lleva a cabo de la siguiente manera:

Etapas del programa de limpieza y desinfección actual

Pre-enjuague: Se trata de realizar una limpieza previa con agua, para eliminar la suciedad más gruesa y la materia orgánica visible, se puede usar agua fría o caliente siendo esta última de especial interés para eliminar grasa.

Aplicación de detergente: Se realiza mediante un sistema de aspersion con aire comprimido, con el detergente de marca comercial Topax 66 (cuya dosificación depende del criterio del operador) se remueve la suciedad solida por medio del baño líquido, que a la vez es capaz de mantener las partículas suspendidas para su posterior remoción.

Enjuague: Se realiza mediante agua potable en abundancia, a baja y media presión para evitar nebulizaciones.

Aplicación de desinfectante: Una vez realizado el procedimiento de limpieza como tal, se procede aplicar el desinfectante de marca comercial Oxonia Active 150, de manera que se genere una eliminación de los microorganismos presentes en el área.

Enjuague: Se realiza con el fin de eliminar los residuos de desinfectante y evitar que estos contaminen el producto, en esta etapa se debe tener en cuenta el tiempo de exposición del desinfectante para que ejerza una acción adecuada.

Secado: En la medida se realiza una etapa de secado con el fin de eliminar el exceso de humedad las cuales favorecen el crecimiento bacteriano, esta se realiza con aire comprimido.

Condiciones generales

De acuerdo con los lineamientos definidos en la Resolución 2674 del 2013; el Ingenio Riopaila Castilla S.A., se establecerá dentro del programa de limpieza y desinfección, la liberación de los equipos a la zona inocua, el cual pretende entregar un producto de consumo masivo en perfectas condiciones para bienestar de la salud pública, cumpliendo con las disposiciones legales establecidas por la normatividad sanitaria vigente.

El personal involucrado dentro del programa de limpieza y desinfección en la liberación de equipos debe asistir a las capacitaciones pertinentes de BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) y de inocuidades dictadas por la empresa para las operaciones que se realizan en cada área.

La operación de limpieza y desinfección se realizará en todos los equipos utensilios u zonas que están involucrados en el proceso de producción de la azúcar morena.

Las áreas comunes deben estar libres de chatarra, tubería en desuso, escombros y cualquier otro material que atente contra la inocuidad del producto en proceso.

Los productos utilizados para la limpieza no deben estar fabricados a base de solventes tóxicos, productos que atenten contra los ecosistemas adjuntos no deben ser contaminantes que afecten las cuencas superficiales de agua o que impartan olores a los alimentos producidos y sean registrados por el Invima.

El producto utilizado para llevar a cabo la desinfección estará almacenado lejos del área de proceso. Además de estar rotulado y en recipientes seguros.

Durante la limpieza del equipo sus partes no deben estar ubicadas en aéreas donde se puedan contaminar con agentes biológicos, químicos y físicos. De igual forma aplica para la herramienta utilizada en la operación. Todo con el fin de evitar que se contamine.

Los instrumentos de limpieza deben ser de uso exclusivo para dicho programa, por ningún motivo se deben utilizar para otros fines, además deben estar en el sitio establecido para su almacenamiento limpios para evitar que la contaminación en los instrumentos de limpieza.

Los operarios encargados de realizar la limpieza y desinfección de los equipos deben portar los elementos de protección personal (casco, botas, gafas, guantes y tapa oídos) y los elementos de higiene (cofia, tapaboca).

Antes de empezar con la limpieza y desinfección, los equipos deben estar fuera de línea y poner energía cero a aquellos que lo requieran.

Se debe contar con una fuente de iluminación (lámpara) para tener una mejor visualización tanto por seguridad como para efectuar una excelente labor de limpieza y desinfección.

Para realizar la limpieza y desinfección de las zonas o equipos catalogados como espacios confinados se debe contar con un vigía.

Al finalizar la limpieza no se debe cerrar el equipo hasta que se haga la verificación posterior por el supervisor o la persona que el jefe asigne. Posteriormente, aseguramiento de calidad e inocuidad debe validar el proceso de aseo y desinfección.

El personal de aseguramiento de calidad encargado de realizar la liberación de los equipos debe portar los elementos de protección personal, (casco, botas, gafas, guantes y tapa oídos) y los elementos de higiene (cofia, tapaboca).

Una vez se cumpla con la actividad de limpieza y desinfección de los elementos, zonas o equipos, el grupo de aseguramiento de calidad debe realizar a través de análisis de luminometría la verificación del proceso, el cual consiste en muestrear una parte de la instalación con un hisopo y se determina por bioluminiscencia su contenido en ATP (Adenosin trifosfato). El ATP

es el compuesto que almacena la energía en todas las células vivas. Está presente en los alimentos tanto como ATP de origen orgánico, como parte de las carnes, pescado, vegetales, etc., o como ATP de procedencia microbiana.

El complejo enzimático luciferin-luciferasa convierte la energía química del ATP (microbiano y no microbiano) en luz a través de una reacción de óxido-reducción. La reacción bioluminiscente catalizada por la luciferasa utiliza la energía química contenida en la molécula de ATP para producir la descarboxilización oxidativa de la luciferina a oxiluciferina, dando como resultado la producción de luz. La cantidad de luz emitida es proporcional a los niveles de microorganismos y/o materia orgánica presente en la muestra que se pretende evaluar. La luz emitida es posteriormente cuantificada usando un equipo denominado luminómetro, que expresa el resultado medido en unidades relativas de luz (URL). En la ecuación 1 se explica cómo se obtiene el porcentaje de aceptación cuando se realiza por el método de luminometría.

Rango: reducción entre toma de muestras del 60% al 90%, en el caso de que el dato arrojado por el iluminómetro no esté dentro del rango establecido, la desinfección deberá realizarse nuevamente por la persona encargada.

Ecuación 1.

Porcentaje de aceptación cuando se realiza por el método de luminometría.

$$\%Reducción = \frac{(URLLimpieza - URLDesinfección)}{URLLimpieza} * 100$$

Fuente: Autoría propia

URL limpieza relaciona el análisis microbiológico inicial del área.

URL desinfección relaciona el análisis microbiológico después de aplicar el programa de limpieza y desinfección.

% REDUCCIÓN es el porcentaje final de remoción de microorganismos de los equipos, a los cuales se les implemento el programa de limpieza y desinfección.

En la tabla 4 se presenta el porcentaje de aceptación al realizar el análisis de luminometría a los equipos que intervienen en el proceso fabril de la azúcar morena.

Tabla 4.

Rango de luminometría

Rango de aceptación resultados luminometria	
Rechazo	Aceptación
Entre 0% y 89%	Entre 90% y 100%

Fuente: Autoría propia

Cuando el rango de luminometría está por debajo del 89% se procede a realizar de nuevo la limpieza y desinfección de los equipos.

Cuando de luminometría está por encima del 90% se procede a liberar los equipos y empezar el proceso fabril.

A continuación, se relacionan algunas imágenes donde se evidencian situaciones que permiten proliferación de microorganismos en el área de estudio.

En la figura 3, se muestra inundación debajo de la secadora, provocadas por desbordes en las canales de aguas lluvias, situación que propicia la proliferación de microorganismos afectando la calidad de la azúcar.

Figura 3.

Pisos parte inferior secadora Fives Cail (FCB)



Fuente: Autoría propia

En la figura 4, se observa el deterioro de las líneas de alimentación de las máquinas familiares.

Figura 4.

Chutes de alimentación a las máquinas de presentaciones de libra, kilo y 2,5 kg de azúcar morena



Fuente: Autoría propia.

En la figura 5, se evidencia los arreglos temporales realizados a las líneas de alimentación de las máquinas de presentaciones industriales.

Figura 5.

Chutes de alimentación a las máquinas de presentación de 25 y 50 kg de azúcar morena



Fuente: Autoría propia

En la figura 6, se evidencia los arreglos temporales realizados a las líneas de alimentación de las máquinas de presentaciones industriales.

Figura 6.

Chutes de alimentación a las máquinas de presentación de 25 y 50 kg de azúcar morena



Fuente: Autoría propia

En la siguiente figura 7 se evidencia fugas de azúcar en el conductor de azúcar morena; situación que puede atraer plagas, y convertirse en fuente de contaminación microbiana.

Figura 7.

Conductor de azúcar morena



Fuente: Autoría propia

En las figuras de 8 a la 13 se presenta las malas condiciones de orden, limpieza y desinfección, en el área de secado de azúcar morena, las cuales se pueden convertir en foco de contaminación para el azúcar.

En la figura 8 se muestra el desorden en el puesto de los implementos de aseo.

Figura 8.

Área de utensilios de aseo



Fuente: Autoría propia

La figura 9 muestra las malas condiciones de aseo en el área de los filtros de las secadoras.

Figura 9.

Parte exterior de los filtros de la secadora



Fuente: Autoría propia

En la figura 10 se observa el mal aseo realizado a la secadora.

Figura 10.

Tapa lateral de la secadora de azúcar morena



Fuente: Autoría propia

La figura 11 presenta los derrames de azúcar los cuales se han mezclado con fugas de agua en el elevador de azúcar morena, generando un área insegura y foco de proliferación de microorganismos que pueden contaminar el azúcar.

Figura 11.

Elevador de azúcar morena



Fuente: Autoría propia

En la figura 12 se observan telarañas en las luminarias las cuales generan mala presentación en el área de secadoras de azúcar morena, además de generar contaminación si caenen el azúcar.

Figura 12.

Iluminación área de secadoras de azúcar morena



Fuente: Autoría propia

En la siguiente figura 13, se observan fugas en las bombas del tanque disolutor de azúcar morena las cuales generan mal aspecto en el área.

Figura 13.

Bombas del tanque disolutor de azúcar



Fuente: Autoría propia

Implementar un plan de mejora al programa de limpieza y desinfección de la línea continua de fabricación de azúcar morena del Ingenio Riopaila Castilla S.A.

Instructivo para la limpieza y desinfección de las centrifugas de la línea continua de fabricación de azúcar morena

A continuación, en la figura 14 se describe las partes de una centrifuga.

Figura 14.

Partes que conforma una centrifuga para el purgado de azúcar de caña



Fuente: ing. rafael álvaro garcía padilla aguilar la paz - Bolivia 2017

En la tabla 5, se explica los diversos utensilios e insumos empleados para realizar la limpieza y desinfección correspondiente a las centrifugas de la línea continua de fabricación de azúcar morena.

Tabla 5.

Utensilios e insumos necesarios para la limpieza de las centrifugas de la línea continua de fabricación de azúcar morena

Herramientas	Descripción
Luminómetro	Equipo de detección de materia orgánica presente en las superficies.
Insumos	Descripción
Hisopo	Hisopo higiénico estable a temperatura ambiente que detecta rápidamente ATP como una medida de limpieza de la superficie. Se utiliza para limpiar la parte interna de la centrifuga con el fin de retirar los residuos de azúcar que están adheridos a esta.
Agua potable	
Topax 66	Es un detergente clorado de alta alcalinidad, para limpiar y remover suciedad proteica y grasas, utilizado para limpieza manual y con equipo generador de espuma, concentración del 5% dejar actuar por 20 min. Se utiliza para desinfectar las superficies de los equipos, con una concentración de 0,5% y se debe dejar actuar por un tiempo de 40 minutos luego se debe enjuagar con agua potable.
Oxonia active 150	

Fuente: Autoría propia.

Por su parte, en la tabla 6 se describen desde los ciclos, las actividades a desarrollar a los responsables de dicha actividad para la limpieza de la centrifuga.

Tabla 6.

Descripción de las actividades de limpieza y desinfección de la centrifuga

Ciclo	Actividades a desarrollar	Responsable de la actividad
P	Planear las herramientas a utilizar en la liberación del equipo.	Supervisor
H	Realizar la limpieza Informar al área de aseguramiento de calidad para realizar luminometría posterior a la limpieza.	Operario centrifuga
V	Verificar la correcta limpieza del equipo. Nota: si la limpieza del equipo está mal realizada, se le informa al operario para que la realice nuevamente.	Supervisor
H	Realizar luminometría posterior a la limpieza Informar al operario encargado de la centrifuga que realice la desinfección del equipo. Realizar la desinfección del equipo Informar al proceso de aseguramiento de calidad para realizar luminometría posterior a la desinfección.	Operario centrifuga
H	Realizar luminometría posterior a la desinfección.	
V	Verificar si el porcentaje de la liberación después de la desinfección está dentro del rango establecido. (ver tabla 1) Nota: si el porcentaje de la liberación está por debajo del rango, se le informa al operario que realice la desinfección nuevamente.	Aseguramiento de la calidad
A	Libera el equipo	

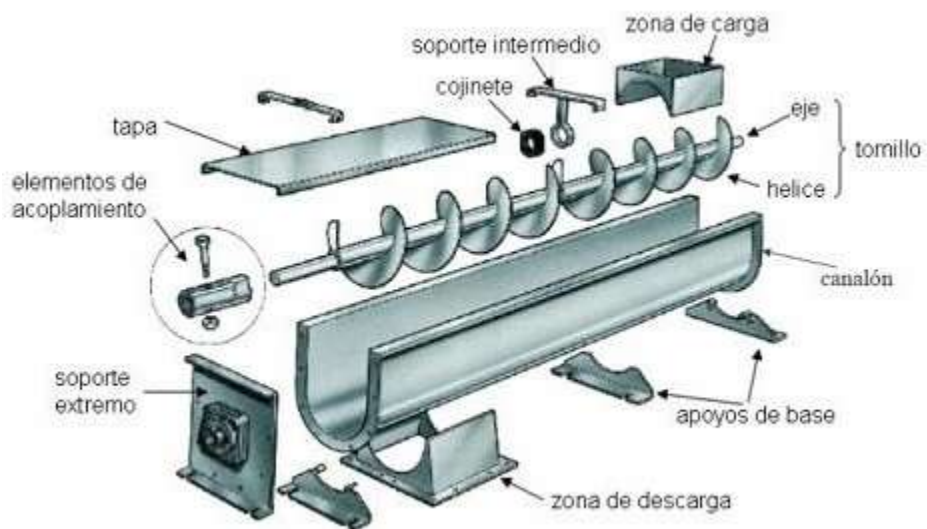
Fuente: Autoría propia.

Instructivo para la limpieza y desinfección del tornillo sinfín de la línea continua de fabricación de azúcar morena

A continuación, en la figura 15 se describen las partes de un tornillo sinfín transportador de azúcar húmeda.

Figura 15.

Partes que conforman un tornillo sinfín transportador de azúcar húmeda



Fuente: componentes del sistema: hélice y eje. Rodríguez, H. Tutorial No 143.

Dentro de la tabla 7, se explica los utensilios e insumos correspondientes para realizar la limpieza y desinfección del tornillo sinfín.

Tabla 7.

Utensilios e insumos necesarios para la limpieza y desinfección del tornillo sinfín de azúcar húmeda

Herramientas	Descripción
Manguera	Tubo largo de material flexible usado para conducir en su interior agua para realizar la limpieza del tornillo sinfín de azúcar húmeda.
Equipos	Descripción
Generador espuma	Equipo para realizar limpieza a superficies, instalaciones y equipos por medio de aspersion propulsada por inyección de aire comprimido.
Insumos	Descripción
Topax 66	Es un detergente clorado de alta alcalinidad, para limpiar y remover suciedad proteica y grasas, utilizado para limpieza manual y con equipo generador de espuma, concentración del 5% dejar actuar por 20 min.
Oxonia active 150	Se utiliza para desinfectar las superficies de los equipos, con una concentración de 0,5% y se debe dejar actuar por un tiempo de 40 minutos luego se debe enjuagar con agua potable.

Fuente: Autoría propia.

Por su parte en la tabla 8, presenta la descripción de los ciclos, las actividades a realizar y el responsable de cada una, para la limpieza y desinfección del tornillo sinfín.

Tabla 8.

Descripción de actividades de limpieza y desinfección del tornillo sinfín

Ciclo	Actividades a desarrollar	Responsable de la actividad
P	<p>Programar la limpieza en el tornillo sinfín de azúcar húmeda al operario designado.</p> <p>Planear las herramientas e insumos necesarios para llevar a cabo la limpieza del tornillo sinfín de azúcar húmeda al operario designado.</p> <p>Comunicar las actividades del programa de limpieza y desinfección en el tornillo sinfín de azúcar húmeda al operario designado.</p>	Supervisor elaboración
H	<p>Se coloca a girar el tornillo sinfín de azúcar húmeda.</p> <p>Se le adiciona agua potable por medio de una manguera para retirar los residuos de azúcar que estén en el equipo.</p> <p>Se realiza el secado interno de las aspas del sinfín.</p>	Operario centrifuga
	<p>Revisar la limpieza y secado del equipo.</p> <p>Nota: si no está bien realizada la limpieza del equipo se le informa al operario para realizarla de nuevo.</p>	Supervisor elaboración
	<p>Informar al proceso aseguramiento de calidad para que realice la luminometría.</p>	Operario centrifuga
	<p>Realizar la luminometría posterior de la limpieza.</p>	Analista inocuidad
	<p>Aplicar desinfectante a las aspas y cintas del tornillo sinfín azúcar húmedo</p> <p>Se le adiciona agua potable por medio de una manguera para retirar los residuos de desinfectante.</p>	Operario centrifuga

	Informar al área de aseguramiento de calidad para que realice la luminometría posterior a la desinfección.	
V	Se hace una verificación de la limpieza del equipo Nota: si la limpieza del equipo está mal realizada se le informa al operario de centrifuga para que la realice nuevamente.	Supervisor elaboración
A	Realizar la luminometría posterior a la desinfección. Liberar el equipo según el instructivo para liberación de limpieza y desinfección del tornillo sinfín de azúcar húmeda	Analista inocuidad
	Cerrar el equipo. Nota: si no está bien cerrado se realiza nuevamente hasta que este ajustado correctamente.	Operario centrifuga

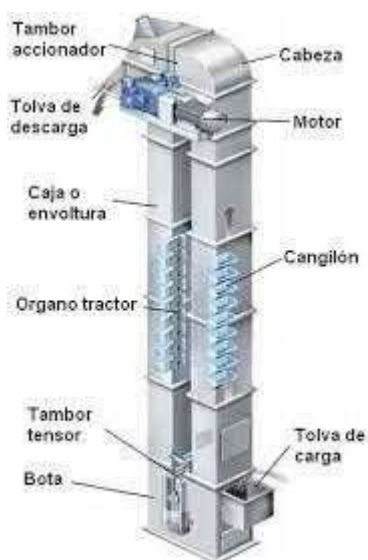
Nota. Autoría propia.

Instructivo para la limpieza y desinfección del elevador de la línea continua de fabricación de azúcar morena

A continuación, la figura 16 describe las partes de un elevador de cangilones de azúcar húmeda.

Figura 16.

Elevador de cangilones para azúcar de caña



Fuente: (Francisco González Solís 2013).

Dentro de la tabla 9, se explican tanto insumos como los utensilios utilizados para la limpieza y desinfección del elevador de azúcar húmedo.

Tabla 9.

Utensilios e insumos necesarios para la limpieza y desinfección del elevador de azúcar húmedo

Herramientas	Descripción
Manguera	Tubo largo de material flexible usado para conducir en su interior agua para realizar la limpieza de los vasos del elevador 1 de azúcar húmedo.
Equipos	Descripción
Aspersor manual	Es utilizado para la aplicación del limpiador desinfectante.

Insumos	Descripción
Agua potable	Se utiliza para la limpieza de los vasos y paredes del elevador 1 de azúcar húmedo.
Topax 66	Es un detergente clorado de alta alcalinidad, para limpiar y remover suciedad proteica y grasas, utilizado para limpieza manual y con equipo generador de espuma, concentración del 5% dejar actuar por 20 min.
Oxonia active 150	Se utiliza para desinfectar las superficies de los equipos, con una concentración de 0,5% y se debe dejar actuar por un tiempo de 40 minutos luego se debe enjuagar con agua potable.

Nota. Autoría propia.

De igual manera la tabla 10, describe el ciclo, actividades para la limpieza y desinfección de los elevadores de azúcar, así como su correspondiente responsable.

Tabla 10.

Descripción de las actividades de limpieza y desinfección de elevadores de azúcar

Ciclo	Actividades a desarrollar	Responsable de la actividad
P	<p>Programar la limpieza y desinfección del elevador 1 de azúcar húmedo al operario designado.</p> <p>Planear las herramientas e insumos necesarios para llevar a cabo la limpieza y desinfección del elevador 1 de azúcar húmedo.</p> <p>Comunicar las actividades del programa de limpieza y desinfección del elevador 1 de azúcar húmedo.</p>	Supervisor elaboración
H	<p>Retirar la tapa del elevador 1 de azúcar húmedo.</p> <p>Colocar a girar el elevador 1 de azúcar húmedo para tener una mejor limpieza de los vasos.</p>	Operario centrifuga

	Introducir manguera con agua potable, lavar hasta que los vasos del elevador 1 de azúcar húmedo estén sin residuos de azúcar.	
	Revisar la limpieza del equipo. Nota: si no está bien realizada la limpieza del equipo se le informa al operario para realizarla de nuevo.	Supervisor elaboración
	Informar al área de aseguramiento de calidad para que realice la luminometría.	Operario centrifuga
	Realizar la luminometría posterior de la limpieza.	Analista inocuidad
	Aplicar con el equipo aspersor manual (100 ml Oxonia= 5%/2 lts de agua). Dejar actuar por 15 min. Enjuagar el elevador 1 de azúcar húmedo con la manguera. Rotar los vasos del elevador 1 de azúcar húmedo para que se escurra el agua que quedo en ellos.	Operario centrifuga
V	Se hace una verificación de la desinfección del equipo Nota: si la limpieza del equipo está mal realizada se le informa al operario para que la realice nuevamente.	Supervisor elaboración
A	Informar al proceso aseguramiento de calidad para que realice la luminometría posterior a la desinfección.	Operario centrifuga
	Realizar la luminometría posterior a la desinfección. Liberar el equipo según el instructivo para liberación del elevador de azúcar húmedo.	Analista inocuidad
	Cerrar el equipo. Nota: si no está bien cerrado se realiza nuevamente hasta que este ajustado correctamente.	Operario centrifuga

Nota. Autoría propia.

Instructivo limpieza y desinfección de la secadora de la línea continua de fabricación de azúcar morena

A continuación, en la figura 17 se describen las partes de una secadora- enfriadora de azúcar de caña.

Figura 17.

Secadora – enfriadora de azúcar de caña



Fuente: (sugar technology)

La tabla 11, describe los utensilios e insumos empleados para la limpieza y desinfección de la secadora.

Tabla 11.

Utensilios e insumos necesarios para la limpieza y desinfección de la secadora

Herramientas	Descripción
Rasqueta	Es utilizada para la limpieza de las paredes de la secadora con el fin de desprender el azúcar y el polvillo adherido.
Teja	Se amarra debajo del cono para conducir el agua que se filtra hasta el balde y no se derrame encima del electroimán
Balde	Se usa para el agua que cae de la secadora no se derrame en el piso del electroimán.

Manguera	Tubo largo de material flexible usado para conducir en su interior agua para realizar la limpieza del interior de la secadora.
Insumos	Descripción
Agua potable	Se utiliza para limpiar la parte interna de la secadora con el fin de retirar los residuos de azúcar que están adheridos al rodillo de esta.
Topax 66	Es un detergente clorado de alta alcalinidad, para limpiar y remover suciedad proteica y grasas, utilizado para limpieza manual y con equipo generador de espuma, concentración del 5% dejar actuar por 20 min.
Oxonia active 150	Se utiliza para desinfectar las superficies de los equipos, con una concentración de 0,5% y se debe dejar actuar por un tiempo de 40 minutos luego se debe enjuagar con agua potable.

Fuente: Autoría propia.

Dentro de la tabla 12, se explican y describen las actividades pertinentes a la limpieza y desinfección de la secadora.

Tabla 12.

Descripción de las actividades limpieza y desinfección de la secadora.

Ciclo	Actividades a desarrollar	Responsable de la actividad
P	<p>Programar la limpieza de la secadora al operario designado.</p> <p>Planear las herramientas e insumos necesarios para llevar a cabo la limpieza de la secadora al operario designado.</p> <p>Comunicar las actividades del programa de limpieza de la secadora al operario designado.</p>	Supervisor

<p>H</p>	<p>Retirar el entredós del electroimán con una llave $\frac{3}{4}$.</p> <p>Instalar cono en el chute de la secadora asegúrese que el empaque y toda la tornillería este bien puestos.</p> <p>Coordinar con el supervisor y supernumerario la puesta en marcha la secadora, antes de adicionar agua para lograr que los terrones, azúcar y/o polvillo que hayan quedado de la liquidación pasen a la tolva.</p> <p>Rasquetear las paredes de la secadora para desprender el azúcar y el polvillo adherido.</p> <p>Conectar tubería de PVC al cono para que el agua de la secadora llegue al tanque disuelto de terrón, colocar una teja debajo del cono para que el agua que se alcance a filtrar caiga en un balde y no se derrame hacia el electroimán.</p> <p>Abrir las tapas del sinfín que alimenta la secadora.</p> <p>Introducir manguera con agua potable, la disposición del agua se realiza hasta el tanque de disuelto.</p> <p>Enjuagar con agua potable el serpentín de la secadora para disolver todo el azúcar acumulado en las paredes.</p> <p>Dejar girando la secadora para que escurra el agua remanente de 1 a 2 horas.</p> <p>Aplicar Topax 66 y estregar las paredes, luego Remover con agua potable</p> <p>Dosificar Oxonia y dejar actuar por un tiempo de 20 a 40 minutos, luego enjuagar con agua potable.</p>	<p>Operario</p>
<p>V</p>	<p>Se realiza una inspección por parte del supervisor de turno o la persona que el jefe de elaboración asigne.</p> <p>Nota: si la limpieza está mal realizada se le informa al operario para que la realice nuevamente.</p> <p>Se hace la liberación visual de la secadora, Nota: revisar instructivo para la liberación de la secadora.</p>	<p>Supervisor</p>

	Luego de que se supervise la limpieza se procede a cerrar las tapas del chute que alimenta el sinfín. Retirar tanto la tubería de liquidación como todos los accesorios que se usaron para la limpieza de la secadora. Cerrar el equipo.	Operario secadoras
V	Verificar cierre del equipo. Nota: si no está bien cerrado el equipo, se le informa al operario que lo realice nuevamente.	Supervisor
A	Colocar de nuevo el entredós que va del chute de la secadora hacia la bandeja del imán rotatorio.	Operario secadoras
	Ajuste del entredós. Nota: Si no está ajustado se realiza nuevamente hasta que este correctamente ajustado.	Supervisor

Nota. Autoría propia.

Verificación de los resultados microbiológicos de la línea continua de fabricación de azúcar morena después de implementar el plan de mejora propuesto al programa de limpieza y desinfección.

A continuación, se presentan los resultados del análisis microbiológico para las bacterias mesófilas aerobias en el azúcar después de la implementación del plan de mejora realizado al programa de limpieza y desinfección.

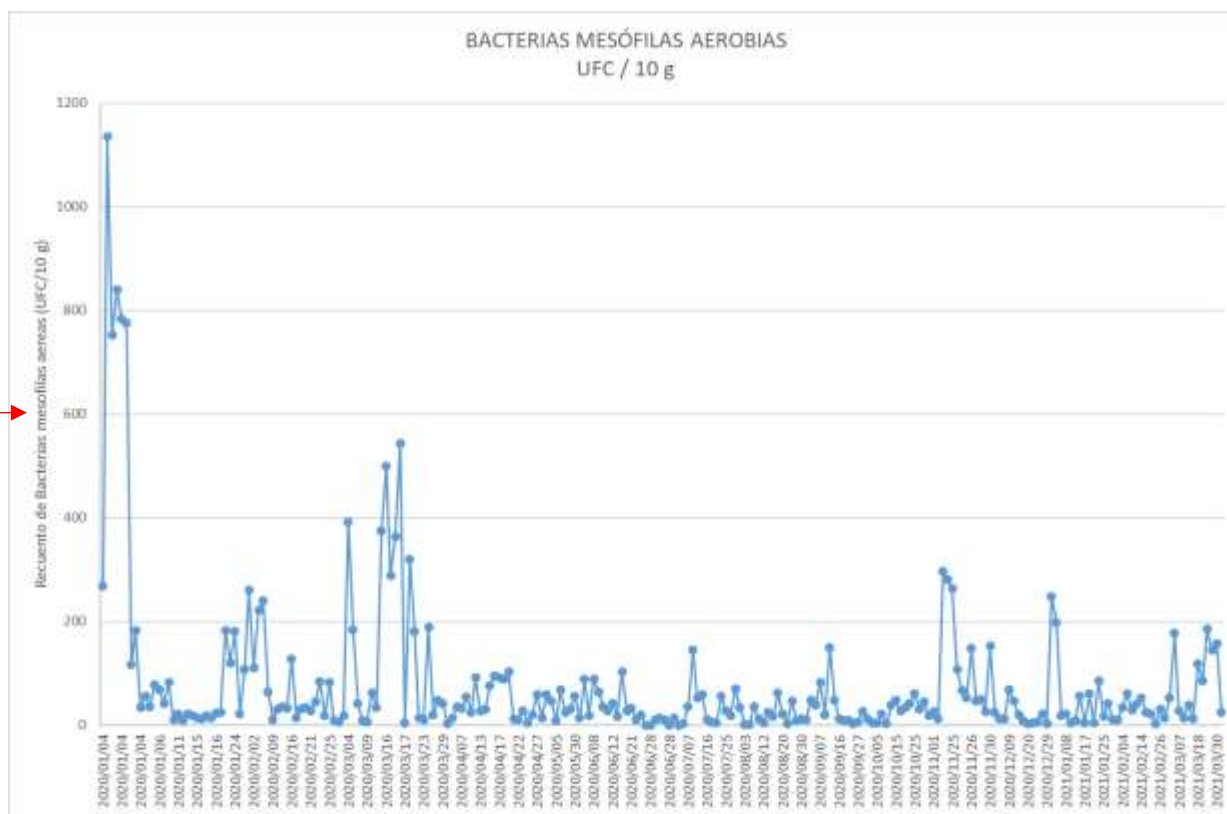
Durante el periodo evaluado entre enero 2020 y abril 2021, se puede observar como el recuento de bacterias mesófilas ha tenido un comportamiento por debajo de los valores permitidos en la ficha técnica que la compañía tiene para la producción de este alimento que es de máximo de 600 UFC/10g.

Se nota como la adopción de las mejoras planteadas en los procedimientos de limpieza y desinfección complementada con la capacitación del personal, los tiempos de exposición adecuados de los productos y las concentraciones adecuadas permitieron pasar del incumplimiento de la ficha técnica que se tiene para esta línea por parte de la compañía como se nota en los primeros valores de hasta 1136 UFC/10 g hasta tener valores tan bajos como 1 UFC/10 g. La implementación de las mejoras propuestas ha permitido tener una limpieza y desinfección más duradera lo cual se ha reflejado en un aumento de la producción, lo cual se ha ratificado en la confianza de nuestros clientes los cuales reciben un producto que se encuentra dentro de las especificaciones de la norma NTC 607 garantizando la producción de un alimento inocuo. De igual manera este proceso permite mantener las certificaciones de ICONTEC que actualmente posee el Ingenio ratificándolo como una empresa productora de alimentos de excelentes estándares de calidad que garantiza a sus clientes confianza y calidad.

A continuación, en la figura 18 se presentan la gráfica del seguimiento microbiológico realizado a la línea continua de fabricación de azúcar morena, desde enero del 2020 hasta 1 de abril del 2021 tiempo en el cual se tomaron muestras aleatorias del producto en diferentes presentaciones de empaque, así como de los equipos que hacen parte del proceso fabril.

Figura 18.

Seguimiento microbiológico de la línea continua de fabricación de azúcar morena



Fuente: Autoría propia.

Conclusiones

La revisión del programa de limpieza y desinfección que se estaba siendo empleado en el Ingenio permitió identificar una serie de falencias en el procedimiento utilizado, por ejemplo: concentraciones inadecuadas de los productos químicos, tiempos de exposición, claridad en el proceso de limpieza y desinfección por parte de los operarios.

Al implementar el plan de mejora en el programa de limpieza y desinfección en la línea continua de fabricación de azúcar morena se pudieron crear instructivos para la limpieza y desinfección de equipos como centrifugas, tornillo sinfín, elevadores y secadores, donde se relaciona los utensilios, insumos, actividades a desarrollar y responsables.

Los resultados de los análisis microbiológicos mesófilos aerobios realizados a la línea de azúcar morena por el método de filtración por membrana cumplen con los parámetros establecidos por la NTC (607), lo que nos indica que son productos inocuos y de buena calidad, ya que los recuentos microbiológicos dan por debajo de los valores de referencia 600 UFC/10g.

Recomendaciones

Concientizar al personal con los temas básicos en buenas prácticas de manufactura en el sitio de trabajo es una tarea que requiere un esfuerzo constante de parte de los directivos, jefes de departamento y supervisores hasta lograr un cambio del pensamiento arraigado a viejas costumbres y su negativa a aspectos nuevos.

La capacitación constante de los operarios es una herramienta fundamental para mantener al personal actualizado, pero es importante aclarar que siempre se debe evaluar la aplicación de los conocimientos adquiridos, de lo contrario es un esfuerzo que no aporta grandes beneficios a la empresa.

Tener en cuenta la opinión de los operarios cuando se requieran cambios en su área de trabajo es fundamental, pues son ellos los directamente afectados o beneficiados.

Las condiciones de confort en el lugar de trabajo son determinantes para lograr una mejor eficiencia en la ejecución de cualquier actividad laboral.

La aplicación de conceptos como las 5's, apoyados por la gerencia para el personal de todas las áreas sería un buen comienzo para cambiar la mentalidad de la gente con respecto a temas de orden y aseo, pero la empresa debe brindar las condiciones para hacerlo y eso requiere inversión.

Bibliografía

- Alimentarius, C. (2009). joint fao/who food standards programme executive committee of the codex alimentarius commission discussion paper on the need to develop a business plan for the codex alimentarius (prepared by australia and new zealand) Background. 5(c), 1–8.
http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCEXEC/CCEXEC62/ex62_05e.pdf
- Anzola, B. 2003. Yambal de Colombia S.A. Comunicación personal. Central de Ingenios S.A. de C.V. (2016). [CISA]. <http://www.cisahn.com/proceso-de-obtencion.html>.
- Brunel, J. (2015). ¿Qué son los aerobios mesofilos?. Food News Latam.
<https://www.foodnewslatam.com/>
- Díaz, A., Barrio, M. del P., Darré, M., López, M., Cofre, M., Condorí, M., Lazarte, D., Trevisán, V., Peirano, C., Del Bó, C., Cañate, A., & Alcaide, C. (2017). Análisis Microbiológico De Los Alimentos Microorganismos Indicadores. Anmat.
- Ecolab. (2020). Ficha Técnica Desinfectante Oxonia.
https://safetydata.ecolab.com/svc/GetPdf/OXONIA_ACTIVE_150_Spanish?sid=984484-22&cntry=CO&langid=es-MX&langtype=RFC1766LangCode&locale=en&pdfname=OXONIA_ACTIVE_150_Spanish.pdf.
- Ecolab. (2022). Ficha Técnica Topax 66.
https://safetydata.ecolab.com/svc/GetPdf/TOPAX_66_Spanish?sid=993733&cntry=CO&langid=es-MX&langtype=RFC1766LangCode&locale=en&pdfname=TOPAX_66_Spanish.pdf
- Examination of Food. 3 ed. Washington, D. C. American Public Health Association Inc. (APHA). 1219 p.
<https://ajph.apublications.org/doi/abs/10.2105/MBEF.0222>

- Gálvez, D. (2007). evaluación comparativa del método de sulfitación frente al empleo de peróxido de hidrogeno en el proceso de decoloración de meladura en el ingenio risaralda s.a. [tesis de grado, UTP]. repositorio institucional.
<https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/037f7a23-f509-4798-a712-0f78c30edb56/content>
- Grupo Agroindustrial Riopaila Castilla. (s.f.). *Azucar Morena*.
<https://www.riopaila-castilla.com/productos/azucar-morena/>.
- ICONTEC. (23 de 05 del 2018). Norma Técnica Colombiana 607.
<https://docplayer.es/116407172-Norma-tecnica-colombiana-607.html>.
- Leveau, J. Y . 2002. Manual Técnico de Higiene, limpieza y desinfección. Editorial MundiPrensa. Madrid, España. 623págs.
- Lira Gómez, C. F. (s.f.). *Mesófilos: características, tipos, hábitat, enfermedades, ejemplos*.
<https://www.lifeder.com/mesofilos/>.
- Ministerio de salud y protección social. (2013). Resolucion 2674 de 2013. Ministerio de Salud y Protección Social, 37.
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2674-de-2013.pdf>.
- Paredes, W. (2019). Tecnología: Proceso de producción del azúcar, papel y jugo. unidad y acción.
<https://walterparedes2019.blogspot.com/2019/04/tecnologia-proceso-de-produccion-del.html> .
- Perez, D. C., & Vera, A. M. (2008). Revisión Y Actualización Del Programa De Limpieza Y Desinfección De Anglopharma S.a. 139.

- Pivnick, H. 1980. Azúcar, Cacao, Chocolate. Trad. José Salguero. In. International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). Ecología microbiana de los alimentos 2: Productos alimenticios. Zaragoza, España, Acribia. p. 787-828.
- Phillips, M., Zieve, D.(2019). Enteritis por E. coli. Medline plus.
<https://medlineplus.gov/ency/article/000296.htm>
- Ramos, C., & Zelaya, T. O. (2015). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Recinto Universitario “ Carlos Fonseca Amador ” Facultad de Ciencias Económicas Departamento de Economía Trabajo de Seminario de Graduación para optar al título de licenciado en Tema : Sectores Económicos Pablo M.
<https://repositorio.unan.edu.ni/3951/1/2461.pdf> .
- Rodríguez, C., (2006). Diseño de una Unidad de Extracción de Azúcar a partir de Caña de Azúcar. [Tesis de Pregrado en ingeniería Química. Universidad de Cádiz].
<https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/6470/32809062.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Rossi, L. (1998). Áreas limpias de trabajo en el laboratorio de química. Pregrado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Departamento de farmacia. Caracas, Venezuela.
- Vanderzant, C.; Splittstoesser, D. (1992). Compendium of Methods for the Microbiological
- Trinks, F. (2014). *Ánàlisis microbiològico de los alimentos*. anmat.
http://www.anmat.gov.ar/renaloa/docs/Analisis_microbiologico_de_los_alimentos_Vol_III.pdf.
- Wildbrelt, G. (2000). Limpieza y desinfección en la industria alimentaria. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España 349 págs.