

**PARTICIPACIÓN DEL INGENIERO INDUSTRIAL EN EL DESARROLLO Y LA
FABRICACIÓN DE UN INSUMO ORGÁNICO (MIEL NATURAL) PARA LA
PRODUCCIÓN DE AZÚCAR CRUDO NATURAL**

**NATALIA ANDREA ARIAS AGUDELO
JOSÉ LUÍS CASTRO VALDERRUTEN**

**UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TULUÁ, VALLE DEL CAUCA**

2018

**PARTICIPACIÓN DEL INGENIERO INDUSTRIAL EN EL DESARROLLO Y LA
FABRICACIÓN DE UN INSUMO ORGÁNICO (MIEL NATURAL) PARA LA
PRODUCCIÓN DE AZÚCAR CRUDO NATURAL**

**NATALIA ANDREA ARIAS AGUDELO
JOSÉ LUÍS CASTRO VALDERRUTEN**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero
Industrial**

**Director:
LEIDY ELIANA TEJADA BUITRÓN**

**UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TULUÁ, VALLE DEL CAUCA**

2018

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Unidad Central del Valle del Cauca para otorgar el título de Ingeniero Industrial.

Jurado

Jurado

Santiago de Cali, enero 31 de 2018

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco a mis formadores, personas de gran conocimiento quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro. Me siento orgulloso de haber llegado hasta este paso el cual iré fortaleciendo en cada meta que me proponga, sencillo no ha sido el proceso, pero gracias por transmitirme sus conocimientos y dedicación que los ha regido, he logrado importantes bases de formación en cuanto a lo personal como profesional. ¡Muchas gracias!

A mis padres, mi más grande agradecimiento por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos. Gracias madre y padre.

José Luis

Una vez finalizado este trabajo de grado le quiero dar gracias a Dios primero, es por él que todo fue posible, por él disfrute día a día poder aprender de las personas y el proceso. Gracias a mis profesores por darme el conocimiento y la fortaleza de enfrentarme a la práctica y el desarrollo de la tesis, gracias a mi directora, la ing. Leidy Eliana Tejada Buitrón que fue mi mentora y maestra en la práctica, por hacerme enamorar más de mi carrera, por tener paciencia y compartir su sabiduría.

Mi agradecimiento también es para el ingenio Mayagüez SA que me abrió sus puertas y permitió mi colaboración en un proyecto tan enriquecedor, mil gracias.

Gracias a todos los que estuvieron directa e indirectamente relacionados con el proyecto, tacheros, operarios, ingenieros, compañeros de universidad y de vida.

Por último y no menos importante gracias a mis padres; mi madre que es mi ángel y mi padre que es mi vida, gracias por guiarme siempre hacia los mejores pasos, son un ejemplo a seguir por donde lo mire, a luchar día a día por mis metas y que todo es posible en esta vida.

Natalia Andrea

Contenido

	Pág.
Abstract	9
Resumen.....	10
Introducción	11
1. Generalidades del proyecto.....	12
1.1 Antecedentes	12
1.2 Problema de investigación	14
1.3 Justificación	16
1.4 Objetivos	20
1.4.1 Objetivo General	20
1.4.2 Objetivos específicos	20
1.5 Marco referencial	20
1.5.1 Marco teórico conceptual.....	20
1.5.2 Marco contextual	25
1.6 Metodología	32
1.6.1 Clase de investigación.....	32
1.6.2 Tipo de investigación.....	32
1.6.3 Instrumentos.....	33
1.6.3 Procedimiento	33
2. Proceso de fabricación de miel natural para la producción de azúcar crudo natural en un ingenio azucarero del Valle del Cauca.....	35
2.1 Ficha técnica del producto	35
2.2 Descripción del proceso de producción de azúcar crudo natural	35

2.3 Proceso de fabricación de miel natural	40
2.4 Factores que intervienen en el proceso de fabricación de miel natural	43
2.4.1 Materia prima.....	44
2.4.2 Maquinaria y equipo	45
2.4.3 Mano de obra	47
2.4.4 Métodos.....	48
2.5 Variables que influyen en la fabricación miel natural	49
2.6 Control de calidad.....	50
3. Responsabilidad del Ingeniero Industrial con respecto al control del proceso y del insumo para garantizar su calidad.....	54
3.1 Análisis del proceso para definir las funciones propias del Ingeniero Industrial	55
3.2 Clasificación y descripción de las funciones en relación con los factores y el proceso.	57
4. Definición de la gestión de control que se deben aplicar para la obtención de un insumo orgánico objeto de investigación (miel natural).....	59
4.1 Análisis de la información relacionada con las variables del proceso y del insumo	59
4.2 Identificación y definición de las variables a controlar	59
4.3 HACCP y cuadros de control.....	60
5. Conclusiones.....	64
Bibliografía	65
Anexos	70

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Diagrama de flujo del proceso.....	30
Figura 2. Proceso de fabricación de azúcar crudo natural	36
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de fabricación de miel natural	42
Figura 4. Factores y relación con el proceso.....	43
Figura 5. Controles sobre los factores.....	44
Figura 6. Tanque de meladura cruda filtrada	45
Figura 7. Tanque de miel A natural	45
Figura 8. Tanque reactor de miel natural	46
Figura 9. Tanque de almacenamiento de miel natural	46
Figura 10. Bombas No.1 y 2	47
Figura 11. Centrífugas 6, 7 y 8	47
Figura 12. Formato de control	62

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Productos	26
Tabla 2. Estrategias.....	29
Tabla 3. Ficha técnica del producto final: miel natural	35
Tabla 4. Lista de chequeo para definir las funciones del Ingeniero Industrial en el proceso de fabricación del insumo (miel natural).....	55
Tabla 5. Variables a controlar.....	60
Tabla 6. Cuadro de control en cada equipo.....	61
Tabla 7. HACCP	63

Abstract

The degree work carried out determined the participation of the Industrial Engineer in the manufacturing process of an organic input or natural honey for the production of natural raw sugar, taking advantage of the opportunity that the authors of this work had of belonging to the team that developed the input to meet the requirements of the largest customer of this reference in the European market for a sugar mill in Valle del Cauca.

As a general objective of the project, it was proposed to establish the role and participation of the Industrial Engineer in the development and manufacture of an organic input (natural honey) for the production of natural raw sugar in a sugar mill in Valle del Cauca for which the approach was based on observation and direct participation in the process that involved testing over a period of 6 months. With this method, the process was able to be known and the flow diagram was drawn up jointly with the work team. To establish the functions of the Industrial Engineer, a checklist was made of all the activities of the process and the work team discussed what activities would be carried out by an Industrial Engineer in the manufacture of the input, reaching the conclusion that its participation is related to the control of the process and the inputs to guarantee its quality. Finally, it was clearly defined how this professional can perform control management in obtaining an organic input object of research (natural honey).

Keywords: participation of the industrial engineer, manufacturing process of natural honey, sugar¹, °Brix², crystallization³ and natural honey⁴[4].

¹ Sugar: Sucrose is called sugar, it is a disaccharide formed by a molecule of glucose and a molecule of fructose, which is obtained mainly from sugar cane (Mapama, 2018).

² °Brix It determines the total quotient of sucrose dissolved in a liquid (Ingenio Mayagüez, 2017a).

³ Crystallization: the operation consists of separating a solute from a solution through the formation of crystals from the solution nucleus (Ingenio Mayagüez, 2017a).

⁴ Natural honey: It is the result of a cooked mixture of honey A and filtered raw cane syrup

Resumen

El trabajo de grado realizado determinó la participación del Ingeniero Industrial en el proceso de fabricación de un insumo orgánico o miel natural para la producción de azúcar crudo natural, aprovechando la oportunidad que tuvieron los autores de este trabajo de grado de pertenecer al equipo que desarrolló el insumo para dar cumplimiento a los requerimientos del mayor cliente de esta referencia en el mercado Europeo para un ingenio azucarero del Valle del Cauca.

Como objetivo general del proyecto se propuso establecer el rol y participación del Ingeniero Industrial en el desarrollo y la fabricación de un insumo orgánico (miel natural) para la producción de azúcar crudo natural en un ingenio azucarero del Valle del Cauca para lo cual se utilizó un enfoque cualitativo basado en la observación y la participación directa en el proceso que implicó la realización de pruebas durante un período de seis meses. Con esta metodología se pudo conocer el proceso y hacer el levantamiento del diagrama de flujo y la caracterización del proceso conjuntamente con el equipo de trabajo. Para establecer las funciones del Ingeniero Industrial se hizo una lista de chequeo con todas las actividades del proceso de fabricación del insumo y se discutió con el equipo de trabajo cuales serían las actividades a realizar por parte de un Ingeniero Industrial, llegando a la conclusión que su participación se relaciona con el control del proceso y los insumos para garantizar su calidad. Finalmente se definió claramente cómo puede este profesional realizar la gestión de control en la obtención de un insumo orgánico objeto de investigación (miel natural).

Palabras clave: participación del ingeniero industrial, proceso de fabricación de miel natural, azúcar⁵, °Brix⁶, cristalización⁷ y miel natural⁸.

⁵ Azúcar: se denomina azúcar a la sacarosa, es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, que se obtiene principalmente de la caña de azúcar (Mapama, 2018).

⁶ °Brix Determina el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido (Ingenio Mayagüez, 2017a).

⁷ Cristalización: la operación consiste en separar un soluto de una solución mediante la formación de cristales del núcleo de la solución (Ingenio Mayagüez, 2017a).

⁸ Miel natural: Es el resultado de una mezcla cocinada de miel A y meladura cruda filtrada.

Introducción

La importancia de este estudio radica en la participación del Ingeniero Industrial en la fabricación de productos naturales de consumo humano y la aplicación de los elementos propios de esta disciplina en las funciones que este profesional puede realizar para garantizar la calidad del insumo a elaborar, en este caso la miel para la producción de azúcar natural. Esta oportunidad surge de los cambios en el consumo de alimentos y la tendencia de la demanda hacia los productos naturales y específicamente de la exigencia de un cliente importante para el Ingenio Mayaguez con respecto a obtener este producto bajo estas condiciones para seguir comprándolo. El diseño del producto estuvo a cargo de un equipo de trabajo conformado por ingenieros y directivos de la empresa y los autores de este proyecto, lo cual permitió conocer el paso a paso para su elaboración y detectar los controles que deben hacerse desde la Ingeniería Industrial para garantizar la calidad del producto final o en este caso el insumo (miel natural).

Este estudio genera grandes beneficios tanto para los profesionales en Ingeniería Industrial como para los ingenios azucareros u otras empresas de alimentos que incursionen con este tipo de productos. Los primeros tendrán claro su rol dentro de estas industrias, sus funciones y participación en el proceso orgánico, lo que le permitirá aplicar métodos y herramientas de control de procesos y productos propios de esta disciplina. En cuanto a los ingenios conocerán el perfil de los profesionales requeridos para el proceso y optimizarán su contratación porque la información plasmada en este documento contempla la participación del ingeniero industrial en el desarrollo de un producto en una empresa. Otras empresas de alimentos tomarán como referencia los controles que se deben realizar para asegurar la calidad del producto final.

1. Generalidades del proyecto

1.1 Antecedentes

Se realizó una búsqueda sobre estudios en los cuales se muestre la participación de los Ingenieros Industriales en los procesos industriales y no se encontró estudio alguno que se direccionara al mismo propósito de este, razón por la cual se enfocó la búsqueda en estudios sobre el control de calidad de productos alimenticios, mejoramiento de procesos enfocados en la calidad de procedimientos, métodos, materiales y productos tanto del sector azucarero como de otros del sector de alimentos; los cuales utilicen herramientas como los gráficos de control y el análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC o HACCP, por sus siglas en inglés) entre otros que contribuyan a garantizar la inocuidad alimentaria.

González, Victoria, Alonso, Rodríguez, & Esgarribeña (2009), realizaron un estudio de mercado para la instalación de una fábrica de azúcar orgánica en arroyos y esteros, departamento de Cordillera en Paraguay, aunque no es el mismo tema del presente trabajo de grado contiene información sobre el proceso de fabricación del azúcar orgánica, tema contenido en el estudio. En este estudio además de presentar el proceso y los factores que intervienen en él (mano de obra, materia prima, maquinaria y equipo y métodos). En cuanto a los métodos se enfatiza en la planeación, la programación y el control de la producción; es aquí donde se encuentran elementos a considerar para la realización del presente estudio.

Gómez (2010), realizó un estudio que busca mejorar la calidad del proceso de clarificación de meladura mediante el seguimiento de nueve variables fisicoquímicas en el Ingenio Risaralda S.A. Se hizo un seguimiento durante seis meses al funcionamiento del clarificador de meladura⁹ para determinar las variables que afectan la calidad del proceso estableciendo el perfil de los equipos involucrados y los insumos utilizados. Las variables y parámetros son similares a los del presente estudio, además propone el uso de cuadros de control estadísticos para cada una de las variables que determinan la calidad de la meladura, insumo utilizado en la fabricación de azúcar. Este estudio muestra que para garantizar la calidad de un

⁹ Es un equipo al cual se le agrega floculante que reacciona para eliminar partículas sólidas de la meladura.

insumo es necesario aplicar herramientas de Ingeniería Industrial, lo que implica realizar funciones propias de esta disciplina. Contribuye a la propuesta. Este es un trabajo de grado que se ajusta al trabajo de grado presente a la participación del ingeniero industrial en el desarrollo y la fabricación de un producto orgánico para el consumo humano: azúcar crudo natural en cuanto a los procesos principales de fabricación de la caña de azúcar.

El siguiente estudio se enfoca en el mejoramiento del proceso de producción de la panela en la hacienda La Capilla por medio de herramientas de Ingeniería Industrial (Sarmiento Blanco, 2011), es un trabajo de grado en el cual se aplican herramientas de esta carrera profesional en el proceso de producción de la panela específicamente en lo relativo a la ingeniería de procesos, procesos industriales, gestión de calidad, diseño de experimentos y manufactura flexible; el proyecto se enfoca en desarrollar propuestas de mejora tecnológica en la Hacienda La Capilla, con el fin de fortalecer los aspectos en los cuales se vienen presentando falencias, que conllevan a obtener resultados no satisfactorios en el proceso de la panela que conllevan a fortalecer el control de calidad.

El plan de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial de diferentes universidades de la región ofrece diferentes tipos de herramientas que permiten a las organizaciones que producen bienes y servicios estandarizar y optimizar sus procesos productivos a través de sus profesionales.

Este último estudio referenciado se sale de la línea de productos pero no del sector de alimentos, se denomina “Documentación de los programas prerequisite para la implementación de buenas prácticas de manufactura en la Empresa Colombiana de Mariscos COLMARISCOS” (Ojeda Rios, 2009). Aunque de manera directa no muestre las funciones del Ingeniero Industrial en el proceso, si demuestra que las herramientas que se deben aplicar a todos los procesos en cuanto a prácticas de control pertenecen a esta disciplina ingenieril. Se afirma en este estudio sobre la necesidad de contar con un Sistema de Calidad integrado, por tal razón el objetivo de este trabajo fue iniciar la documentación de los programas prerequisite en la empresa Colombiana de Mariscos COLMARISCOS, empresa dedicada a la comercialización y distribución de mariscos procesados congelados.

Los estudios anteriormente relacionados muestran no solo como se realizan los procesos similares al proceso de estudio sino que presentan herramientas que se pueden considerar al proponer los mecanismos de control que se deben utilizar por parte de los ingenieros industriales en el proceso de fabricación de productos alimenticios, asociadas a las funciones que deben realizar para contribuir a mantener la calidad del producto y del mismo proceso.

1.2 Problema de investigación

Según la firma inglesa de Estudios de Mercado -Euromonitor Internacional, en países europeos, Canadá y Estados Unidos, existe un alto consumo de productos orgánicos. En este último, de acuerdo con la Asociación de Comercio Orgánico, la facturación comercial en 2011 fue de 12.400 millones de dólares, lo que representa un aumento del 12% respecto del año anterior (Cámara de Comercio de Cali, 2012).

Frente a la creciente demanda en el consumo de alimentos orgánicos o de denominación natural, en los mercados internacionales especialmente el mercado europeo se ha incentivado la búsqueda de alternativas de producción para obtención de este tipo de productos y el sector agroindustrial del Valle del Cauca no es la excepción.

El Ingenio donde se realizó el desarrollo de la investigación, cuenta con cuatro unidades de negocio como lo son la producción de energía, abonos orgánicos, alcohol deshidratado y producción de azúcar de tipo blanco y crudo (denominado también azúcar morena). Para la obtención del tipo de azúcar crudo natural se realiza la aplicación de insumos químicos o también denominados ayudadores de proceso como el dióxido de calcio (cal), para la obtención de las unidades de color oscuro requeridas.

Aunque el azúcar crudo nacionalmente cumple con los requisitos de la Norma Técnica Colombiana (NTC) 607 aplicable, la organización ha incursionado con la búsqueda de nuevos clientes en el continente europeo, donde uno de los mayores clientes ha solicitado la producción de un azúcar crudo natural (sin la adición de cal para obtención del color crudo), es decir desarrollar un colorante orgánico o natural para adicionar al proceso y agregarle color requerido al azúcar, este proceso fue denominado aplicación de miel natural, insumo obtenido sin ningún tipo de químico.

El cliente del ingenio, es importador actual de azúcar crudo natural o morena, cuyas compras corresponden aproximadamente a \$6.400.000.000 mensuales aproximadamente¹⁰ le solicitó a la organización la producción de un azúcar crudo natural o morena sin la adición de insumos químicos es decir producto de denominación natural, ya que el sector de consumo de productos naturales u orgánicos ha aumentado de manera exponencial, está cambiando la línea de productos inorgánicos por productos orgánicos o naturales. Si el ingenio no puede satisfacer este requerimiento se pierde el cliente, puesto que definitivamente está decidido a comercializar productos de esta naturaleza (orgánicos o naturales) y por ende, se pierden ventas significativas. No obstante, si lo hace se beneficia porque conserva el cliente y desarrolla un producto que implica su crecimiento y apertura hacia nuevos clientes que se constituyen en otro segmento del mercado.

Ante este hecho el ingenio optó por satisfacer las necesidades del cliente e inició el proceso de pruebas para la fabricación del insumo con la participación de un equipo conformado por jefe de planta, jefe de proceso, operador de tacho, operador de centrífugas, operador de miel natural y los autores del presente estudio; el cual definió el proceso a seguir, los estándares a utilizar, los controles a realizar sobre el proceso y el producto para garantizar su calidad; aspectos que fueron documentados por los autores en lo que respecta a las funciones que dentro de este proceso competen al Ingeniero Industrial.

Además el Ingeniero Industrial está en capacidad de aplicar metodologías y conceptos propios de su disciplina que garanticen la calidad de los productos, de los procesos y del medio ambiente. Entre las que se destacan la manufactura esbelta (lean manufacturing), control estadístico de calidad, análisis de peligros y puntos críticos de control- HACCP y producción limpia.

Los autores de este trabajo de grado pudieron aplicar los conocimientos adquiridos en su formación académica y tuvieron una importante experiencia en el campo de investigación en este caso la gestión del desarrollo de un producto con la estandarización del mismo puesto que su participación en la producción de azúcar crudo natural en un ingenio azucarero del Valle del

¹⁰ La relación es obtenida de la cantidad de sacos de azúcar presentación Big Bag (1 Ton), el cliente compra aproximadamente 2000 Big Bag mensuales, cada saco Big Bag contiene 20 quintales o 20 QQA de azúcar. (Cada QQA se encuentra en el mercado en \$160.000 mil pesos aproximadamente para exportación).

Cauca determinó que el proyecto requiere la intervención interdisciplinar de profesionales como: el ingeniero de sistemas quien registra la información, el ingeniero químico que se encarga del producto, el ingeniero industrial que se encarga de analizar los resultados de las variables y estadísticas de calidad asociadas a las variables de proceso.

Los ingenieros industriales se constituyen en este proceso como agentes de calidad en el intercambio de información, quienes mediante la identificación y el control de las variables del proceso como los son mediciones de temperaturas de ingreso de vapor y presión, las relaciones de mezcla adecuada (obtención de color natural), medición de °Brix¹¹ requeridos, pronto de color UI¹², realizar la medición hasta identificar el rango específico para avanzar a la siguiente etapa, es decir, el controlar las características de calidad del insumo hasta su etapa final para poder concluir a que se debe el éxito o identificar que variable no permite alcanzar los resultados.

Por lo anterior, se plantea la siguiente pregunta:

¿Cómo el ingeniero industrial aporta su formación profesional integral en el desarrollo y la fabricación de un insumo (miel natural) para la producción de azúcar crudo natural?

1.3 Justificación

El desarrollo de este proyecto se justifica porque de acuerdo con la experiencia participativa de los autores en el proceso de fabricación de miel natural para obtener azúcar orgánico se pudo conocer de manera detallada el proceso e identificar cómo puede participar el Ingeniero Industrial y a la vez documentar todo este proceso, de tal manera que sirvió de referencia para los manuales de la organización como para el desempeño de estos profesionales

¹¹ °Brix: Los grados Brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes en un jugo o pulpa expresados en porcentaje de sacarosa. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta (Vega, 2014).

¹² Pronto de color UI: Uno de los parámetros de calidad más importantes en la industria azucarera es el color del azúcar porque es un indicativo de que tan puro es; el azúcar puro es blanco, las impurezas son de color, así que el azúcar con un color intenso es de baja pureza. Cuando el azúcar se usa como un ingrediente, las impurezas pueden influenciar las propiedades del producto fabricado; por lo tanto, muchos consumidores tienen límites estrictos sobre la cantidad de color que tolerarán (NELTEC, 2017)

en procesos similares, además que se plantean herramientas ingenieriles que pueden ser aprovechadas y aplicadas en dichos procesos.

Apoyar este tipo de desarrollo de productos cuya finalidad es mantener el bienestar del consumidor, permite al profesional obtener un valor agregado dentro de su formación profesional, ya que analizar e identificar las variables de medición y control de un proceso le permite identificar la criticidad de la definición de métodos de trabajo adecuados y solución de problemas frente a la toma de medidas oportunas.

El Lean Manufacturing (LM) es utilizado por las empresas interesadas en aumentar su competitividad en el mercado [como es el caso del ingenio], obteniendo mejores resultados a la vez que emplean menos recursos (Tejeda, 2011). Busca eliminar las actividades que no agregan valor al producto, es decir, se concentra en los desperdicios, los cuales se clasifican en ocho:

- Sobreproducción. Hacer el producto antes, más rápido o en cantidades mayores a las requeridas por el cliente, ya sea interno o externo.
- Demoras o tiempo de espera. Operarios o clientes esperando por material o información.
- Inventario. Almacenamiento excesivo de materia prima, en proceso o terminada. Ocupan espacio y requieren de instalaciones adicionales de administración y administración.
- Transporte. Mover material en proceso o producto terminado de un lado a otro. No agrega valor al producto.
- Defectos. Reparación de un material en proceso o repetición de un proceso.
- Desperdicios de procesos. Esfuerzo que no agrega valor al producto o servicio desde el punto de vista del cliente.
- Movimiento. Cualquier movimiento de personas o máquinas que no agreguen valor al producto o servicio.
- Subutilización del personal. Cuando no se utilizan las habilidades y destrezas del personal (habilidad creativa, física y mental). (p.289).

Además utiliza múltiples herramientas que permiten mantener la calidad, entre las que se destacan el kamban, el poka yoke, justo a tiempo, 5Ss, mejora continua, entre otras. Herramientas que los Ingenieros Industriales están en capacidad de aplicar porque son parte de su formación académica.

El otro concepto se refiere a la producción limpia, la cual según Torres (2009) tiene como propósito minimizar la contaminación influyendo en el comportamiento de la industria. La producción más limpia involucra temas de la Ingeniería industrial como son:

- Administración de procedimientos de producción.
- Sustitución de materiales.
- Cambios en tecnología.
- Aprovechamiento de residuos.
- Rediseño del producto.

La aplicación de la Producción más Limpia en la industria implica cambios en los procedimientos de trabajo, actitudes de los trabajadores sobre la concientización del daño que se le puede hacer al medio ambiente. Busca reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente, además en los procesos productivos se enfoca en el ahorro de energía, eliminación de sustancias tóxicas y emisiones; en los productos trata su impacto negativo en el ciclo de vida del producto en toda su cadena logística y operativa. Aspectos en los que el Ingeniero Industrial adquiere preparación.

En cuanto a la utilidad de este estudio puede afirmarse que el desarrollo de un producto o insumo orgánico genera beneficios para todos los grupos de interés: los ingenieros industriales y demás profesionales requeridos en el proceso, los propietarios, los directivos, los clientes, los trabajadores y los autores.

La organización, también obtiene diversos beneficios, entre ellos el ingreso monetario por nuevas ventas, el desarrollo de un nuevo producto, el sostenimiento de un cliente y el aumento en su satisfacción adicional a su reconocimiento y posicionamiento en el mercado. No obstante, si

lo hace se beneficia porque conserva el cliente y desarrolla un producto que implica su crecimiento y apertura hacia nuevos clientes que se constituyen en otro segmento del mercado, esto significa un mejor posicionamiento derivado de la expansión del mercado a otros horizontes teniendo en cuenta las tendencias de los consumidores y sus preferencias por los productos naturales.

Los directivos y jefes de producción, en primera instancia adquieren conciencia sobre la importancia de los productos orgánicos naturales, y en segunda instancia contarán con un nuevo producto para ofertar con otros clientes que pidan este tipo de referencia de producto, es decir, tendrán mayor capacidad de cubrimiento a las necesidades de los clientes nuevos.

Los clientes, se benefician porque van a satisfacerse sus necesidades, y van a contar con un portafolio más amplio y con mayores beneficios para los consumidores finales.

Los trabajadores se benefician porque tendrán mayor estabilidad en sus trabajos considerando que no se van a perder clientes, al contrario, van a aumentar, lo que implica la generación de más empleo.

El estudio es pertinente porque la solución al problema identificado se logra con conceptos, teoría y herramientas propias de la Ingeniería Industrial, relacionadas con desarrollo de productos, procesos industriales, control de calidad, métodos y tiempos, entre otras.

El auge de los productos orgánicos reviste gran importancia porque se han constituido en una tendencia mundial, cada vez más las personas consumen alimentos orgánicos o naturales, esta práctica adicional a ser para muchos un requerimiento por salud se está convirtiendo en un nuevo estilo de vida especialmente en los países más desarrollados, donde el consumidor se ha concientizado en ámbitos sobre el medio ambiente y la percepción en prácticas beneficiosas para su salud. Este cambio implica que las empresas deben también ajustarse a las necesidades y requerimientos de los clientes y concientizarse del cambio (Martínez Cardozo, 2016).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Establecer la participación del Ingeniero Industrial en el desarrollo y la fabricación de un insumo orgánico (miel natural) para la producción de azúcar crudo natural en un ingenio azucarero del Valle del Cauca.

1.4.2 Objetivos específicos

- Conocer el proceso de fabricación de miel natural para la producción de azúcar crudo natural en un ingenio azucarero del Valle del Cauca en cada una de sus etapas.
- Determinar la responsabilidad del Ingeniero Industrial con respecto al control del proceso y los insumos para garantizar su calidad.
- Definir la gestión de control que se deben aplicar para la obtención de un insumo orgánico objeto de investigación (miel natural).

1.5 Marco referencial

1.5.1 Marco teórico conceptual

Teniendo en cuenta que se estudia un proceso en particular es importante tener claridad en el concepto.

“*Proceso* es una totalidad que cumple un objetivo completo y que agrega valor para el cliente. Esta unidad es un sistema de creación de riqueza que inicia y termina transacciones con los clientes en un determinado período de tiempo” (Bravo, 2009, p. 25). Un proceso es un conjunto de actividades, interacciones y otros componentes que transforma entradas en salidas que agregan valor a los clientes del proceso.

Velasco & Pérez (2004) afirman que los factores que intervienen en los procesos son:

Personas o mano de obra. Son los trabajos que intervienen en el proceso, en el caso específico de los procesos de producción, estas personas son los operarios, los supervisores y el jefe de producción.

Materiales. Materias primas o semielaboradas, son todos los insumos que se requieren para producir.

Recursos físicos. Instalaciones, maquinaria, utillajes, hardware, software que han de estar siempre en adecuadas condiciones de uso.

Métodos/Planificación del proceso: Método de trabajo, procedimiento, hoja de proceso, gama, instrucción de trabajo, etc. Es la descripción de la forma de utilizar los recursos, quien hace que, cuando y ocasionalmente el cómo.

Un proceso está bajo control cuando su resultado es estable y predecible, los que equivale a dominar los factores del proceso, supuesta la conformidad del input. En caso de un funcionamiento incorrecto, poder saber cuál es el factor que lo ha originado es del capital importancia para orientar la acción de mejora (Velasco & Pérez, 2004).

Para Aquilano, Chase, & Jacobs (2009) es esencial comprender cómo funcionan los procesos para poder asegurar la competitividad de una compañía. Un proceso que no embona con las necesidades de la empresa, le impondrá una sanción por cada uno de los minutos que esté operando. “Un proceso se refiere a una parte cualquiera de una organización que toma insumos y los transforma en productos que, según espera, tendrán un valor más alto para ella que los insumos originales” (p.160).

El presente estudio busca dotar de herramientas ingenieriles a los estudiantes y futuros profesionales de Ingeniería Industrial para que en su desempeño puedan garantizar la calidad de procesos y de los productos. Para lograr calidad se debe hacer mejoramiento continuo y siempre buscar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos para el producto. La calidad es un proceso continuo que debe ser permanentemente alimentado y depende de las expectativas del cliente (Bravo, 2009). Se requiere entonces contar con un sistema de gestión de

calidad:

El sistema de Gestión de la calidad es el conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar una empresa en lo relativo a la calidad, está integrada en la gestión global de la empresa e influye en todas las actividades que tiene lugar en la misma”(Guerrero Aguiar, 2012).

El enfoque a través de un sistema de gestión de la calidad anima a las organizaciones a analizar los requisitos del cliente, definir los procesos que contribuyen al logro de productos aceptables para el cliente y a mantener estos procesos bajo control. Un sistema de gestión de la calidad puede proporcionar el marco de referencia para la mejora continua, con objeto de incrementar la probabilidad de aumentar la satisfacción del cliente y de otras partes interesadas. Proporciona confianza tanto a la organización como a sus clientes, de su capacidad para proporcionar productos que satisfagan los requisitos de forma coherente” (International Organization for Standardization - ISO, 2005).

Sistema de gestión de calidad (SGC) significa disponer de una serie de elementos como procesos, manual de la calidad, procedimientos de inspección y ensayo, instrucciones de trabajo, plan de capacitación, registros de la calidad y otros, funcionando en equipo para producir bienes y servicios de la calidad requerida por los clientes. Los elementos de un sistema de gestión de la calidad deben estar documentados por escrito (Guerrero Aguiar, 2012). Es el conjunto de elementos (personas, equipos, materia prima, procedimientos, instrumentos de control, entre otros) que sirven para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad, aborda la obtención de resultados, sobre la base de una política y de objetivos de calidad, es un conjunto de procesos que interactúan entre sí. Uno de los principales objetivos de un SGC es lograr la satisfacción del cliente y partes interesadas, entregar productos o servicios que cumplan con el costo, plazo y calidad requeridos.

La gestión de calidad lleva implícito el control de calidad como base para satisfacer las necesidades del cliente y más cuando se trata de un producto alimenticio y natural.

Según Tarí Guilló (2007), el control de calidad es el proceso de evaluación de desviaciones de un proceso o producto y la solución de las mismas mediante acciones correctoras para el cumplimiento de los objetivos de calidad, y por asegurar la calidad de un bien o servicio con la finalidad de que satisfaga las necesidades de los clientes. Esto implica:

- La evaluación del comportamiento real, es decir, de los resultados de calidad que han sido previamente establecidos en la planificación de la calidad.

- Comparación del comportamiento real con los objetivos de calidad.

- Actuación sobre las diferencias que existan.

Como consecuencia, el control de calidad se relaciona con su significado universal, por lo que aunque la inspección es una forma de realizarlo, su significado es más amplio. En este sentido, “sólo con un decidido esfuerzo encaminado a controlar la calidad en toda la organización se puede asegurar la eficacia competitiva” (Leonard y Sasser, 1983 citado en Tari Guillo, 2007).

El control de la calidad es responsabilidad de todos, desde la alta gerencia hasta los operarios, con la diferencia de que los objetivos de calidad y la toma de decisiones para unos y otros serán distintas debido a la jerarquización del organigrama de la empresa.

Mientras los objetivos de los operarios vienen reflejados en las especificaciones y manuales de procedimientos, dirección de la calidad a nivel directivo, éstos tienden a ser más amplios. De igual forma, por un lado, las decisiones de los operarios se limitarán normalmente a cuestiones relacionadas con las especificaciones y procedimientos mientras que por otro, éstas serán más complejas para los diferentes niveles de la administración (Juran, 1990, citado en Tari Guillo, 2007).

Este hecho implica involucrar a los empleados quienes necesitan utilizar una serie de métodos, entre ellos se destacan la inspección, la elaboración de procedimientos e instrucciones de trabajo y la supervisión y para Talavera Pleguezuelos (2013), el uso de las siguientes siete herramientas básicas de la calidad

- Diagrama causa – efecto. Ayuda a identificar, clasificar y poner de manifiesto posibles causas, tanto de problemas específicos como de efectos deseados.

- Hoja de comprobación. Registro de datos relativos a la ocurrencia de determinados sucesos, mediante un método sencillo.

- Gráficos de control. Herramienta estadística utilizada para controlar y mejorar un proceso mediante el análisis de su variación a través del tiempo.
- Histograma. Gráfico de barras verticales que representa la distribución de frecuencias de un conjunto de datos.
- Diagrama de Pareto. Método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales).
- Diagrama de dispersión. Herramienta que ayuda a identificar la posible relación entre dos variables.
- Estratificación. Procedimiento consistente en clasificar los datos disponibles por grupos con similares características que muestra gráficamente la distribución de los datos que proceden de fuentes o condiciones diferentes.

Para efectos del presente estudio juega un papel importante las gráficas de control (Kume, 2002) quien afirma que la calidad de un producto manufacturado por medio de un proceso inevitablemente sufrirá variaciones. Las variaciones tienen causas y éstas últimas pueden clasificarse en dos tipos:

Causas debidas al azar. Las variaciones debidas al azar son inevitables en el proceso, si la operación se realiza usando materia prima y métodos estandarizados. No es práctico eliminar el azar técnicamente y en forma económica por el momento.

Causas asignables. La variación debida a causas asignables significa que hay factores significativos que pueden ser investigados. Es evitable y no puede pasar por alto: hay casos causados por la no aplicación ciertos estándares o por la aplicación de estándares inapropiados (p.73).

Cuando los puntos se ubican por fuera de los límites de control o muestran una tendencia particular, el proceso está fuera de control, y esto equivale a decir, "Existe variación por causas asignables y el proceso está en un estado de descontrol Para controlar un proceso, se requiere poder predecir el resultados dentro de un margen de variación

debido al azar”.

Hay varias clases de gráficas de control, dependiendo de su propósito y de las características de la variable. En cualquier tipo de gráfica de control el límite de control se calcula así:

(Valor promedio) ± 3 x (desviación estándar),

Donde la desviación estándar es la variación debida al azar. Este tipo de gráfica de control se llama una gráfica de control de 3-sigma.

Hay dos tipos de gráficas de control, una para valores continuos y otra para valores discretos.

Gráfica X— R. Ésta se usa para controlar y analizar un proceso en el cual la característica de calidad del producto que se está midiendo toma valores continuos, tales como longitud, peso o concentración, y esto proporciona la mayor cantidad de información sobre el proceso. X representa un valor promedio de un subgrupo y R representa el rango del subgrupo. Una gráfica R se usa generalmente en combinación con una gráfica \bar{x} para controlar la variación dentro de un subgrupo.

Gráfica \bar{x} . Cuando los datos de un proceso se registran durante intervalos largos o los subgrupos de datos no son efectivos, se grafica cada dato individualmente y esa gráfica puede usarse como gráfica de control. Debido a que no hay subgrupo y el valor R no puede calcularse, se usa el rango móvil R_s de datos sucesivos para el cálculo de los límites de control de \bar{x} .

1.5.2 Marco contextual

En el Valle del Cauca, al sur occidente colombiano, se creó en 1937 un ingenio de la agroindustria azucarera de Colombia. Nació en una familia de emprendedores: la señora Ana Julia Holguín de Hurtado, y su esposo el señor Nicanor Hurtado Pérez.

Inició actividades con la producción de panela, siendo conocidos por aquel entonces con

el nombre de Hacienda Catatumbo. Luego para fortalecer la compañía, se adquirieron tierras aledañas, logrando que se combinaran los cultivos de caña con otros productos agrícolas.

Años después estos emprendedores se concentraron en la producción de azúcar y de acuerdo con los cambios económicos y tecnológicos de su tiempo transformaron el trapiche panelero en el Ingenio Mayagüez (Ingenio Mayagüez, 2017).

Los productos del ingenio se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 1. Productos

Producto	Tipos	Especificaciones	Mercado
Azúcar	Blanco Blanco Especial Crudo Natural	Presentaciones de 0.5, 1, 2.5 y 5 Kilos.	Internacional: Perú, Chile, Venezuela, Surinam, República Dominicana, Haití, Jamaica, Cuba, Antillas, Canadá, Estados Unidos, Yemen, Sri Lanka, Pakistán, Omán, Rusia y Siria son nuestros principales destinos de exportación. Nacional: almacenes de cadena, autoservicios independientes, distribuidores, agentes comerciales y venta directa.
Alcohol Carburante Alcohol Industrial, Hidratado y Fusel.	No aplica	Producto combustible oxigenante, usando como materia prima una fuente renovable de energía como la caña de azúcar. Su capacidad de producción actual es de 250,000 litros de alcohol por día.	Mercado nacional.
Cogeneración de Energía	No aplica	Planta de Cogeneración de Energía Eléctrica a partir de Biomasa - Bagazo, como resultante del proceso de transformación de la caña de azúcar.	En Mayagüez se aprovechan los residuos vegetales de la producción de caña y con ellos genera 37 megavatios de electricidad, suficientes para suplir las necesidades propias y entregar una parte a la red nacional.
Compost	No aplica	El compost es un abono orgánico, resultante de la mezcla de los subproductos de la molienda de caña y la producción de etanol (vinaza + cachaza), un producto que contribuye a la conservación del medio ambiente y	Autoconsumo y comercialización nacional.

Producto	Tipos	Especificaciones	Mercado
		sostenibilidad de las tierras, en tanto que mejora la estructura y fertilidad del suelo, aumentando su capacidad de retención de agua. La producción estimada es de 52.000 toneladas por año.	

Mayagüez se encuentra ubicado en la terraza media del Valle del Cauca en el Municipio de Candelaria Valle, a 30 kilómetros de Santiago de Cali, abarca en su área de influencia a siete municipios de este Departamento. A una altura de 990 m.s.n.m., con temperatura media anual de 24°C, oscilación media de temperatura de 14°C, humedad relativa mínima de 69%, humedad relativa máxima de 78% y precipitación anual de 1200mm.

Mayagüez cuenta con Políticas Ambientales que son aplicadas a todas las actuaciones del personal de la organización, así garantiza que sus tareas se realizan de forma responsable con relación al medio ambiente.

Pone en clara evidencia el cumplimiento de los compromisos establecidos con la autoridad ambiental, con la implementación de sistemas de producción limpia y reducción de riesgos, así como el uso racional de las materias primas y el ahorro de energía; eliminando del proceso materiales nocivos, con el fin de entregar al consumidor productos saludables.

Cuenta con diferentes sistemas de gestión y sellos de conformidad de producto para los procesos de elaboración, empaque y distribución de los productos, como: Mayagüez ostenta para el azúcar blanco especial, el sello ICONTEC NTC-2085 y el Certificado de Calidad ISO 9001:2015, que garantizan la calidad, tanto en el proceso de fabricación, como en el producto final.

Certificación con el Sistema de Gestión Ambiental bajo la norma ISO 14001:2015 y sus otros productos: Azúcar Blanco NTC 611; Azúcar Crudo NTC 607; Miel NTC 587

Sistema de Control Ambiental.

Buenas Prácticas de Manufactura.

Las estrategias que tiene establecidas se resumen a continuación:

Tabla 2. Estrategias

Estrategia	Especificación
Clientes	La plena satisfacción de nuestros clientes, con productos y servicios de venta y postventa de excelente calidad, será siempre un compromiso de toda la organización.
Trabajadores	Mayagüez se concibe así misma como una empresa claramente respetuosa de la dignidad de las personas, cree que el pensamiento proactivo de todos sus colaboradores es fundamental para el éxito de la Compañía, por esto promueve el trabajo en equipo, el intercambio de opiniones, el trato digno, amable y respetuoso. La capacitación permanente de todos los colaboradores que conlleve al mejor desarrollo humano y técnico aplicable en circunstancias cotidianas de la vida y el trabajo recibirá siempre el apoyo de la alta dirección. Por ser la familia el núcleo básico de la sociedad, Mayagüez promueve entre los familiares de sus trabajadores programas de capacitación educación y desarrollo.
Medio Ambiente	La empresa vela por la preservación y mejoramiento del medio ambiente y acata en un todo las reglamentaciones legales existentes.
Competencia	Mantenemos un espíritu de sana competencia nacional e internacional con los mejores Ingenios en productividad y eficiencia porque pensamos que la competencia es una oportunidad de desarrollo global y no una amenaza.
Productividad	La adopción de nuevas tecnologías y procesos gerenciales participativos que incrementen la productividad hacen parte de nuestro pensamiento estratégico.
Calidad	La calidad de los procesos productivos tanto intermedios como finales incluyendo toda la gestión administrativa es esencial para mantener la competitividad de la Compañía, por esto su logro y aseguramiento recibirá de la alta gerencia un amplio y decidido apoyo.
Rentabilidad	La rentabilidad es un objetivo esencial de la Compañía, pues esta ofrece progreso y confianza a sus accionistas y la consecuente estabilidad a todos sus colaboradores, por ellos este concepto hará parte permanente del pensamiento de todos los miembros de la organización.

En la figura 1 se describe de manera general el proceso de producción de azúcar, desde la siembra hasta la distribución.

El trabajo en campo inicia con la siembra de la caña, para lo cual se requiere una previa adecuación del terreno y estudio del suelo, teniendo en cuenta la topografía del terreno, y de acuerdo a ella se localizan canales de riego, drenaje y vías de acceso. Luego el suelo se rotura con maquinaria y equipos especializados, dejándolo en adecuadas condiciones para la siembra.

El cultivo de la caña requiere agua en la cantidad y forma oportuna para alcanzar una buena producción. En el ingenio se ha optimizado la distribución y aplicación eficiente del agua, mediante sistemas de riego por gravedad, surcos o aspersión simulando lluvia. Y se han desarrollado técnicas de programación del riego por balance hídrico haciendo más eficiente el uso del agua. El riego se aplica hasta dos meses antes de la cosecha, la cual se realiza entre los 12

y 14 meses asegurando una excelente calidad de la caña.

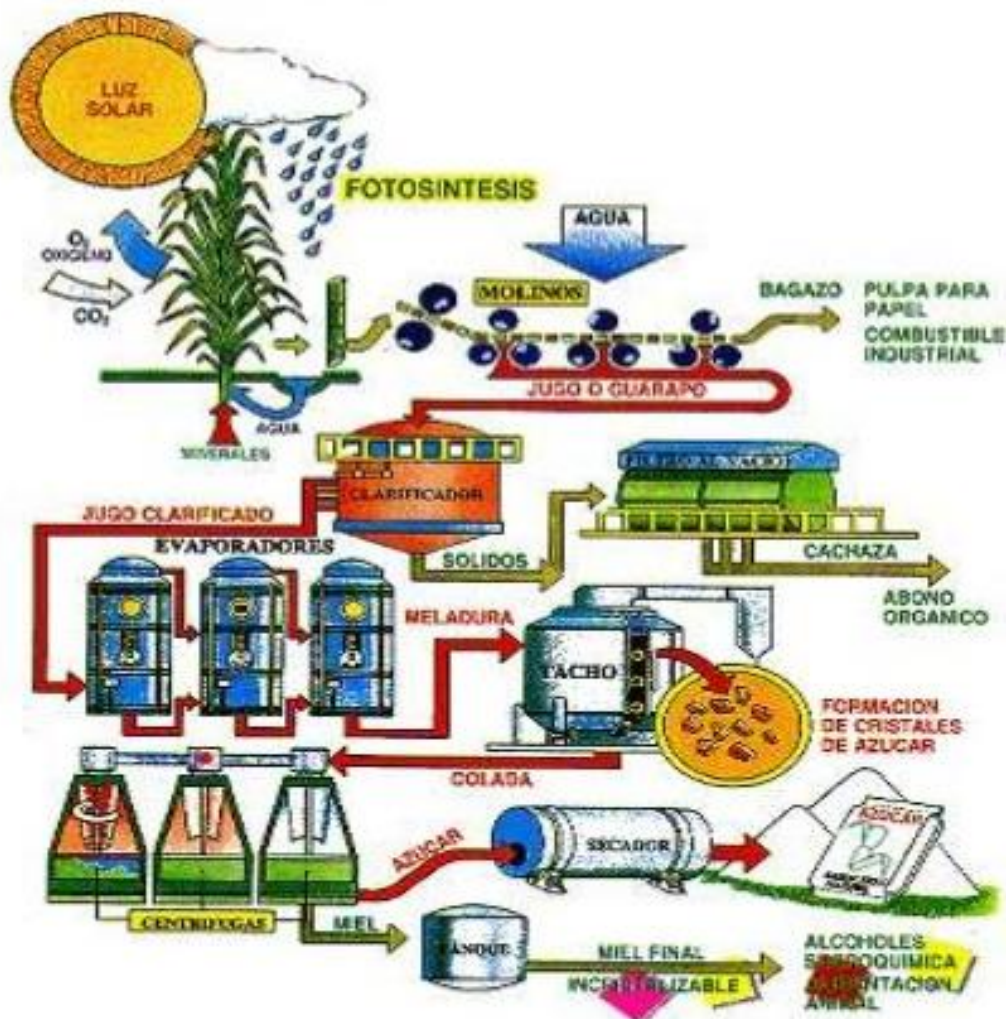


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso

Fuente: Google

Esta organización realiza un control biológico¹³ en el cultivo, con la reproducción de moscas que se consumen las larvas que en la caña se puedan presentar, esta práctica se realiza sin afectar el medio ambiente y lo más importante sin usar insecticidas químicos, para lo cual se cuenta con un centro especializado. Se realiza análisis foliar, control de malezas y aplicación técnica de fertilizantes para obtener un adecuado desarrollo del cultivo

¹³ El control biológico puede definirse como el uso de organismos benéficos (enemigos naturales) contra aquellos que causan daño (plagas) (Nicholls Estrada, 2008).

La segunda parte del proceso del campo es la cosecha, esta puede darse de dos maneras: el corte que se realiza manual o mecánicamente (dependiendo de la ubicación del cultivo), utilizando parámetros de calidad que disminuyen los porcentajes de materia extraña y el transporte a fabrica y preparación de la caña, la cual una vez cosechada es levantada mecánicamente del campo y transportada a la fábrica en tractores y tractomulas con el menor tiempo de permanencia.

Una vez en planta, el proceso de fabricación es el siguiente:

Extracción del jugo: los vagones de caña son levantados y descargados mediante una grúa de hilo en las mesas transportadoras de caña, una vez descargada es pasada por las niveladoras y desfibradora, que la convierten en caña desfibrada y uniforme para ser ingresada al proceso de extracción del jugo.

Es aquí cuando comienza la fase de molienda, a través de un tándem de molinos que extraen el jugo de caña.

Clarificación del jugo: En esta etapa se agrega agua caliente para obtener la máxima cantidad de sacarosa en un proceso llamado maceración.

El jugo obtenido es colado iniciando la primera etapa de calentamiento facilitando la sedimentación de sólidos insolubles y separándolos del jugo claro que queda en la parte superior del clarificador, los cuales son llevados a los filtros rotatorios al vacío para la recuperación de su contenido de sacarosa.

Evaporación: El jugo claro es enviado al área de evaporación para ser concentrado hasta obtener la meladura, la cual es purificada en los clarificadores antes de ser llevada a los tachos.

Cristalización: Es en los tachos donde se produce la masa cocida conformada por cristales de azúcar y miel.

Centrifugación y Secado: La masa cocida pasa a centrifugas de alta velocidad que separaran los cristales de azúcar del licor madre.

Durante este proceso, el azúcar es lavado para retirar los residuos de miel y posteriormente ser secado y enfriado (Ingenio Mayagüez, 2017).

Por último el empaque y distribución. Una vez el azúcar esté seco y frío, es empacado en sacos de diferentes presentaciones según las necesidades de los clientes nacionales e Internacionales.

El azúcar, finalmente es almacenado por lotes de producción, para su posterior comercialización, de acuerdo con las normas establecidas en la certificación ISO 9002.

1.6 Metodología

1.6.1 Clase de investigación

La investigación tiene enfoque cualitativo:

Según el diseño del proyecto la investigación es cualitativa porque detalla el proceso de producción de azúcar orgánica basándose en la observación y las entrevistas para obtener la información al respecto.

1.6.2 Tipo de investigación

Se considera un de carácter descriptivo:

“Con frecuencia, la meta del investigador consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y eventos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. Los diseños transeccionales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población. El procedimiento consiste en ubicar en una o

diversas variables a un grupo de personas u otros seres vivos, objetos, situaciones, contextos, fenómenos, comunidades; y así proporcionar su descripción. Son, por tanto, estudios puramente descriptivos y cuando establecen hipótesis, éstas son también descriptivas (de pronóstico de una cifra o valores). Diseños transeccionales descriptivos indagan la incidencia de las modalidades, categorías o niveles de una o más variables en una población, son estudios puramente descriptivos.” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2004, p. 80).

Para el caso de este estudio este tipo de investigación se realizó en el orden de los objetivos planteados con sus correspondientes actividades que determinan consecuentemente el diseño metodológico de la participación en el proceso.

1.6.3 Instrumentos

Se utilizó la observación directa con participación de los autores en el proceso en un período de seis meses y se complementó con la lista de chequeo para definir las funciones propias del Ingeniero Industrial.

1.6.3 Procedimiento

El procedimiento de este estudio está definido en tres etapas:

Etapa 1: Conocer el proceso de fabricación de miel natural para la producción de azúcar crudo natural en un ingenio azucarero del Valle del Cauca en cada una de sus etapas. Este proceso se realizó mediante una investigación en cada fase para establecer el proceso y los factores que intervienen en él. Se observó el proceso durante seis meses porque durante este período se participó con el equipo en las pruebas de producción del insumo y se hizo la descripción del mismo con su correspondiente diagrama de flujo. Además se entrevistó (entrevista informal) al personal para conocer los factores del proceso como: mano de obra, materia prima, maquinaria, equipo y métodos (lista de chequeo).

Etapa 2: Determinar la responsabilidad del Ingeniero Industrial con respecto al control del proceso y los insumos para garantizar su calidad. En esta etapa se realiza el análisis del proceso

para definir las funciones propias del Ingeniero Industrial. Se hizo una lista de chequeo con el equipo de trabajo y se definieron las funciones de cada responsable del proceso. El equipo de trabajo estuvo conformado por: Jefe de planta, jefe de proceso, operador de tacho, operador de centrífugas, operador de miel natural.

Etapa 3: Definir la gestión de control que se deben aplicar para la obtención de un insumo orgánico objeto de investigación (miel natural). Esta etapa contiene las herramientas de Ingeniería Industrial que se pueden aplicar al proceso para lograr la calidad final del producto natural.

Los siguientes capítulos contienen el cumplimiento de estas etapas, es decir el cumplimiento de los objetivos o resultados del trabajo.

2. Proceso de fabricación de miel natural para la producción de azúcar crudo natural en un ingenio azucarero del Valle del Cauca

Este capítulo contiene la descripción del insumo en el cual enfatiza este estudio (miel natural), luego se los dos procesos, el de azúcar natural y el de la miel, además se presentan los factores que intervienen en el proceso. Esta es la documentación que realizaron los autores de este proyecto con base en la observación y participación directa en el proceso.

2.1 Ficha técnica del producto

Tabla 3. Ficha técnica del producto final: miel natural

Nombre del producto:	Miel natural									
Descripción del producto:	Es un producto elaborado a partir de miel A y meladura cruda filtrada									
Composición nutricional	Hay 50 calorías en una cucharada de miel, 7.2 gramos de ellas en el azúcar y 0.1 gramos de proteína, con un total de 7.3 gramos de carbohidratos.									
Aplicación	Se envía por medio de bombas hacia las centrífugas y se aplica al azúcar crudo natural por medio de chisperos.									
Características organolépticas	<table border="1"> <tr> <td>Aspecto</td> <td>Líquido</td> </tr> <tr> <td>Color</td> <td>Café, sin brillo</td> </tr> <tr> <td>Olor</td> <td>Dulce opaco</td> </tr> <tr> <td>Sabor</td> <td>Amargo</td> </tr> </table>		Aspecto	Líquido	Color	Café, sin brillo	Olor	Dulce opaco	Sabor	Amargo
Aspecto	Líquido									
Color	Café, sin brillo									
Olor	Dulce opaco									
Sabor	Amargo									
Requisitos mínimos de normatividad	NTC 607									

Fuente: los autores

2.2 Descripción del proceso de producción de azúcar crudo natural

El proceso es el siguiente:

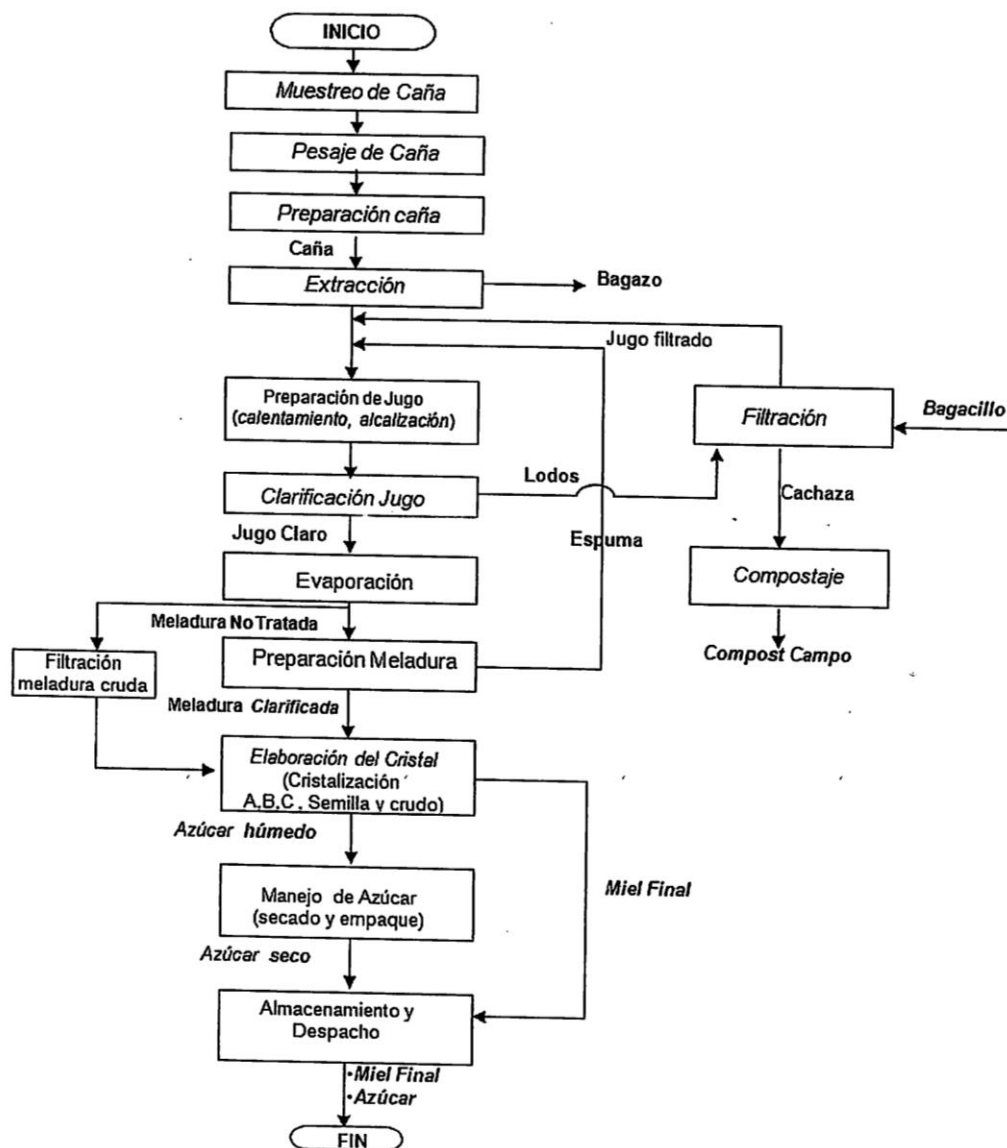


Figura 2. Proceso de fabricación de azúcar crudo natural

Fuente: los autores

La figura anterior muestra el diagrama de flujo del proceso de fabricación de azúcar crudo natural, el cual se explica a continuación de manera detallada:

1. El proceso de producción de azúcar se inicia con el pesaje de los vehículos que transportan la caña orgánica del campo, los cuales son pesados en las básculas de caña No. 1 y No. 2 con una capacidad de 80 y 30 toneladas respectivamente.

2. Una vez pesados los vehículos con la caña, esta es descargada mediante las grúas hilo directamente a las mesas y/o patio de caña, el cual deberá estar libre de materiales que puedan afectar el carácter orgánico de la caña.

El vehículo ya vacío llega a la báscula de destare, compuesta por dos plataformas de 30 y 60 toneladas de capacidad, las cuales se pueden parar en forma conjunta o independiente para pesar tractomulas o vagones y obtener por diferencia el peso neto de la caña que ha entrado.

3. La alimentación de la caña a las mesas es realizada de dos formas:

3.1 La mesa No.1 es la alimentada directamente por la grúa hilo No.1.

3.2 La mesa No. 2 y No. 3 son alimentadas ocasionalmente por el stacker que recoge la caña almacenada en el patio.

4. Posteriormente, la caña es llevada por el transportador No. 1 mientras va siendo preparada por la niveladora y la picadora de caña y la desfibradora. La caña preparada es conducida por los transportadores No. 2 y 3 hasta llegar al molino No. 1.

5. La extracción de jugo es efectuada por una línea de seis molinos ubicados en serie uno después del otro. El jugo extraído en los molinos No. 3, 4, 5 y 6, es utilizando como un jugo de maceración para humedecer el bagazo obtenido de cada extracción (Ejemplo: El jugo extraído en el molino No. 6 es utilizado como jugo de maceración para el molino No. 5). Para la maceración del molino No. 6 se utiliza agua caliente.

6. El jugo diluido que se obtiene de este proceso, pasa a través de las mallas, donde se reirá la mayor cantidad de bagacillo presente, el cual regresa al molino No.2 El proceso de preparación de jugo, inicia cuando el jugo diluido ha sido pesado y bombeando a través de un medidor de flujo hacia el recalentador de jugo (el cual a su vez es un enfriador de agua de condensados que son utilizados en la maceración para el proceso de extracción), seguidamente el jugo pasa al calentador primario donde se determina de elevar su temperatura y es llevado al tanque de jugo alcalizado.

7. En la línea de succión de las bombas de este tanque, es alcalizado el jugo con sacarato de calcio (mezcla de meladura y lechada de cal) con el fin de insolubilizar impurezas presentes

en el jugo.

8. El jugo alcalizado presenta un calentamiento secundario para elevar su temperatura, ligeramente por encima de su punto de ebullición, luego, llega al tanque flash donde pierde el aire que contiene. A la salida se adiciona floculante orgánico previamente preparado y de allí a la caja de distribución donde se reparte a los clarificadores en los cuales se extraen las impurezas contenidas en el jugo por decantación.

9. En los clarificadores, los flóculos sedimentan en cada una de las bandejas de los clarificadores son llevados por medio de raspadores hacia las salidas de los de cada uno de los cuerpos. Estos lodos se bombean al mezclador de lodos/bagacillo para formar la torta y aumentar la filtrabilidad del jugo en los filtros. El jugo filtrado se recircula hacia el tanque de jugo pesado para iniciar nuevamente el proceso de preparación.

10. El jugo claro obtenido en el proceso de clarificación pasa a través de mallas D.S.M, donde se retira el arrastre de bagacillo de los clarificadores y posteriormente es enviado al tanque de jugo claro. De este tanque se bombea hasta los calentadores de placas donde se eleva la temperatura al valor necesario para iniciar el proceso de evaporación en el cual se retira la mayor cantidad de agua posible.

11. Para lograr la eliminación del agua sobrante y la concentración del jugo, el proceso es realizado mediante 5 efectos que funcionan en serie, de tal forma que el jugo que alimenta cada cuerpo proviene del efecto anterior a excepción del primer efecto que es alimentado con el jugo claro proveniente del calentamiento de placas.

12. Después del quinto efecto, la meladura no clarificada es dirigida al proceso de clarificación de meladura, donde se remueve la mayor cantidad posible de la turbiedad y una fracción de su color mediante la adicción de sacarato de calcio, floculante orgánico y aire.

13. Los lodos obtenidos en forma de espuma son enviados al tanque de jugo pesado y la meladura clarificada alimenta a los tanques de almacenamiento.

14. La meladura obtenida en el proceso de evaporación pasa al proceso de cristalización, donde se realiza la formación y desarrollo de cristales de sacarosa hasta obtener un material apto

su distribución y consumo.

15. El proceso industrial considera el sistema de tres templas las cuales son elaboradas con control automático de cocimiento.

15.1 La templa de masa A es preparada con Meladura y Magma o Semilla B o cristalizando con colada.

15.2 La templa de masa B es preparada con Miel A y/o miel B y Magma o Semilla C obteniendo una masa B.

15.3 La templa de masa C es preparada con miel B y un cristal desarrollado obteniendo una masa C.

15.4 El cristal desarrollado es preparado con Miel A y Miel B, el cual se le aplica al tacho una colada preparada con aceite de castor y azúcar orgánica.

16. Las masas obtenidas son descargadas a los mezcladores o cristalizadores según el tipo de masa.

17. Para la separación de cristal la masa pasa por un proceso de centrifugación y lavado, que por la velocidad, los cristales de azúcar sean retenidos en la malla de las centrifugas y la miel pase a través de ella.

18. De las centrifugas de primera, que son batch, se obtiene el azúcar húmedo que va al proceso de secado y miel A vuelve al proceso para la preparación de una templa B.

19. De las centrifugas continuas de segunda y tercera, se obtiene magma B, Miel B, Magma C y miel final respectivamente. Los magmas B y C, y la miel B son utilizadas nuevamente para la preparación de las templas. La miel final presenta bajo contenido de sacarosa de difícil recuperación y por esta razón no se involucra de nuevo en el proceso. Ella tiene como destino la industria del alcohol, la fermentación y la alimentación animal.

20. El azúcar orgánico húmedo es transportado por medio de un elevador de cangilones y transportadores sin fin desde las centrifugas de primera hasta los ductos alimentadores de las

secadoras.

21. El proceso de secado se realiza con el fin de disminuir la humedad que presenta el azúcar orgánico proveniente del proceso de centrifugas. Una vez seco, se dirige por medio de bandas transportadoras a las tolvas de las ensacadoras para su empaque en presentación industrial y presentación familiar. A la salida del empacadero, se encuentra ubicado un video jet con el cual se le imprime a cada saco la fecha, hora y número consecutivo que sirve para llevar un control de la producción diaria y poder realizar la trazabilidad al producto.

22. El azúcar es transportado a través de la banda hasta la bodega de almacenamiento de azúcar empacado, donde se cargan directamente a los camiones y/o se almacenan en la bodega teniendo en cuenta el tipo de azúcar producido.

2.3 Proceso de fabricación de miel natural

El proceso de fabricación de miel natural se inicia con el alistamiento de insumos que ya se encuentran almacenados y son miel A, meladura cruda filtrada, vapor y agua caliente entre 40°C y 70°C, verificar la temperatura de vapor que antes de la válvula este entre 140°C y 160°C, que los tanques de meladura cruda filtrada y miel A se encuentren en un 90%.

Teniendo el check list del alistamiento se abre la válvula del tanque de meladura cruda filtrada y se llena el tanque reactor en un 30% y seguidamente se abre la válvula del tanque de miel A y se llena el tanque reactor hasta quedar un 60% del nivel del reactor, se enciende el agitador del reactor que está ubicado en el cuarto de control, se abre la válvula de vapor ubicada en el área de centrifugas se abre con tres vueltas y de inmediato se abre la válvula de entrada de vapor al tanque reactor y se abre con cuatro vueltas.

Se debe registrar las variables en el formato PRO-FOR-041 denominado “registro de elaboración de miel natural”, verificar que la temperatura del batch se mantenga entre 80°C y 110°C y observar la textura para evitar el desarrollo de un material no conforme, en caso tal de que se observe una mezcla gruesa y no floja se debe aplicar agua caliente y/o meladura que esté entre los 40°C y 70°C, en caso de emergencia se debe agregar agua caliente en altas cantidades.

La duración de la preparación del caramelo está entre 6 y 8 horas con la temperatura

adecuada, para dar finalización al batch este debe alcanzar el color adecuado que estaría entre los 700.000 y 1.000.000 UI, y se debe descargar al caramelo al tanque de almacenamiento aflojarlo un poco con agua caliente y posteriormente abrir las válvulas de las bombas que dirigen la mezcla hacia las centrífugas y esta se esparce mediante chisperos que se encuentran dentro de las centrífugas y por último después de descargar el batch se debe lavar los tanques (reactor y de almacenamiento) para una nueva preparación.

A continuación se muestra la ilustración de la fabricación de miel natural para la producción de azúcar orgánica en el ingenio Mayagüez S.A. Este diagrama de flujo se relaciona con el análisis de peligros físicos, químicos y biológicos en cada etapa del proceso de elaboración de la miel.

La caracterización del proceso permite identificar claramente las entradas, actividades y salidas del proceso, también relaciona los indicadores de medición y control que para él se tiene establecidos. Ver anexo 1

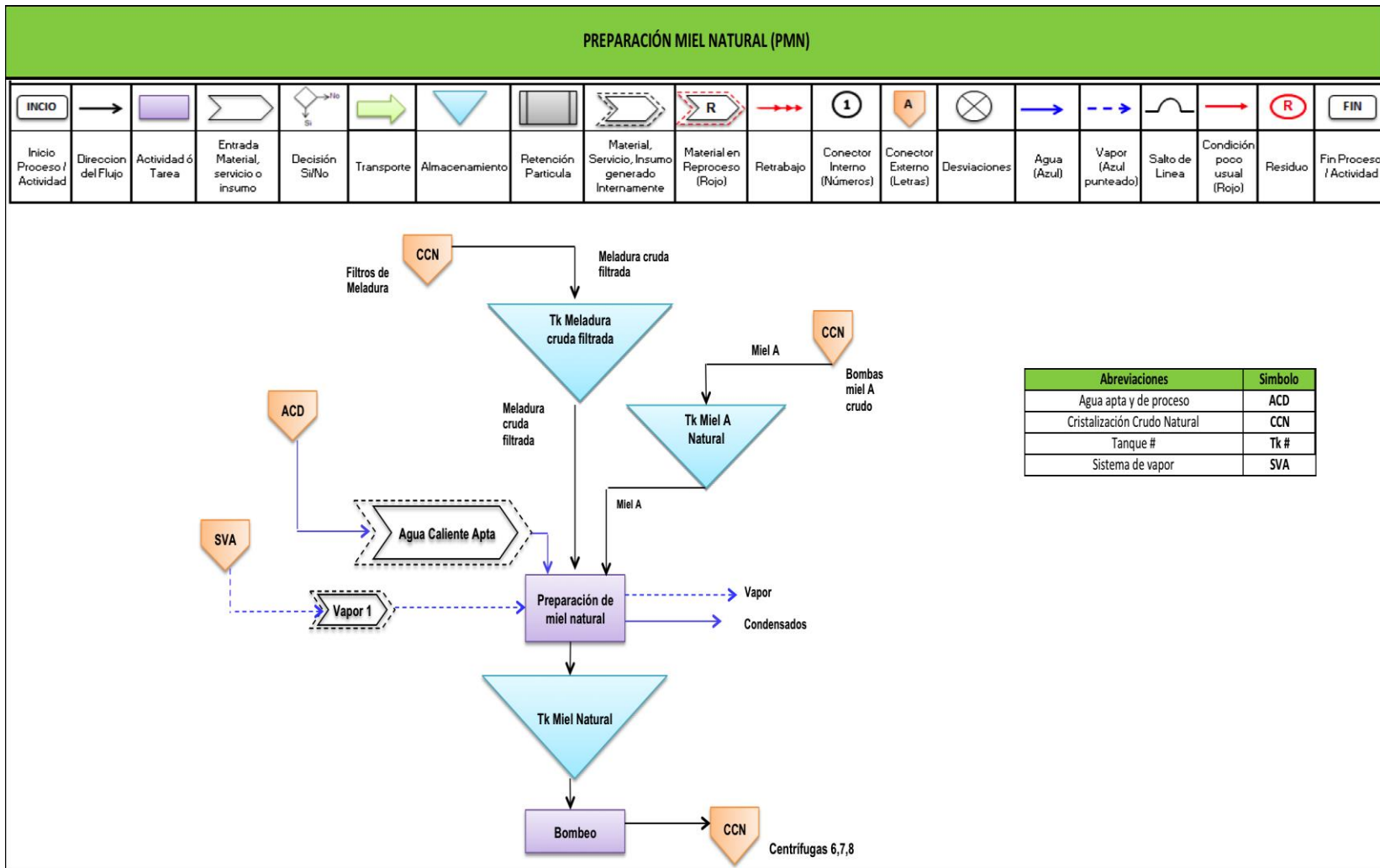


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de fabricación de miel natural

Fuente: los autores

2.4 Factores que intervienen en el proceso de fabricación de miel natural

A continuación se presentan los factores de producción como son maquinaria, mano de obra, materiales, métodos, medio ambiente y medición y la relación que tienen con los procesos productivos, preparación y centrifugación.

FACTORES QUE INCIDEN PROCESO	MAQUINARIA						MANO DE OBRA				MATERIALES			
	Tanque de meladura cruda filtrada	Tanque de miel A natural	Tanque reactor de miel natural	Tanque de almacenamiento miel natural	Bombas no. 1 y 2	Centrifugas 6, 7 y 8	Auxiliar de proceso	Operador de miel natural	Operador centrifugas	Analista laboratorio CCA	Auxiliar laboratorio CCA	Meladura cruda filtrada	Miel A	Agua caliente
Preparación de miel natural	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total
Centrifugación	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total

FACTORES QUE INCIDEN PROCESO	METODO				MEDIO AMBIENTE			MEDICIÓN			
	Dosificación de miel A	Dosificación de meladura cruda filtrada	Dosificación de agua caliente	Esparción de miel natural mediante chispero	Temperatura ambiente	Lluvias	Humedad relativa	Grados brix	Equipos de análisis de laboratorio	Manómetros	Fluidez
Preparación de miel natural	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total
Centrifugación	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total	Relación total

Relación total
 Relación parcial

Figura 4. Factores y relación con el proceso

La siguiente figura muestra los controles que se deben ejercer en relación a los factores de producción.

FACTORES QUE INCIDEN CONTROLES	Programa de mantenimiento preventivo y correctivo	Mantenimiento de equipos	Instrucción de operación de equipos	Calificación de personal	Calibración de equipos	Inspección y ensayo de <i>insumos, m. prima, y p. final</i>	Registros de calidad	Dosificación de Insumos
	Maquinaria	■	■	■	■	■	■	■
Mano de Obra	■	■	■	■	■	■	■	■
Método	■	■	■	■	■	■	■	■
Medición	■	■	■	■	■	■	■	■
Medio Ambiente	■	■	■	■	■	■	■	■

Figura 5. Controles sobre los factores

A continuación se describen los factores que se relaciona con el proceso de producción del insumo.

2.4.1 Materia prima

Meladura cruda filtrada: Jugo concentrado por evaporación, antes de extraerle azúcar por cristalización, su Brix es usualmente superior a 60° Brix.

Miel A: Líquido madre que se separa de una masa cocida por medios mecánicos (centrifugación). La miel se designa por un número y una letra.

Agua caliente: Sustancia líquida que se encuentra a una temperatura entre los 40°C y 70°C.

2.4.2 Maquinaria y equipo

Tanque de meladura cruda filtrada: Tanque que almacena meladura cruda filtrada proveniente del último efecto de evaporación del evaporador 5 o 5s, son dos tanques que se encuentran ubicados en el último nivel de proceso de fabricación de miel natural.



Figura 6. Tanque de meladura cruda filtrada

Tanque de miel A natural. Almacena miel A, es líquido espeso proveniente del proceso de centrifugación, se encuentra ubicado debajo de los tanques de meladura cruda filtrada.



Figura 7. Tanque de miel A natural

Tanque reactor de miel natural. El reactor de tanque de miel natural mantiene una agitación continua de mientras se eleva a altas temperaturas, hasta lograr el producto objetivo.



Figura 8. Tanque reactor de miel natural

Tanque de almacenamiento de miel natural. Tanque diseñado para contener líquido sin cambiar las propiedades de la mezcla, hasta que se encuentre dispuesto a realizar su descarga. Se encuentra en el primer nivel.



Figura 9. Tanque de almacenamiento de miel natural

Bombas No.1 y 2. Las bombas hidráulicas son las que permiten que la mezcla pueda ser

transportada a las centrifugas, gracias a que le transfiere energía al fluido.



Figura 10. Bombas No.1 y 2

Centrífugas 6, 7 y 8: es un equipo que pone en rotación el azúcar crudo natural por fuerza de centrifuga para realizar la sedimentación de los componentes, mientras se le aplica la mezcla de miel natural para terminar de darle el color requerido por el cliente.



Figura 11. Centrífugas 6, 7 y 8

2.4.3 Mano de obra

Auxiliar de proceso: Es la mano derecha del jefe de proceso y coordina de manera efectiva el sistema de producción de azúcar crudo natural.

Operador de miel natural: Es la persona encargada de la preparación de miel natural,

encargada del área de miel natural y de los equipos y el manejo de estos. Y llevar acabo los registros de cada batch.

Operador de centrifugas: Es la persona encargada del manejo y operación de las centrifugas. Y llevar acabo los registros de cada carga en las centrifugas.

Analista de laboratorio: Es la persona encargada de realizar el análisis físico-químicos y microbiológicos de la miel natural, con los equipos e instrumentos de laboratorio de fábrica.

Auxiliar de laboratorio: Es la persona encargada de entregar los informes de los análisis físico-químicos y microbiológicos de la miel natural al operador de miel natural.

2.4.4 Métodos

Dosificación de miel A: Para la preparación de miel natural se necesita adicionar 30% de miel A al tanque reactor de miel natural, este método se encuentra automatizado y se puede verificar en el sistema de fábrica SIGIND¹⁴.

Dosificación de meladura cruda filtrada: Para la preparación de miel natural se necesita adicionar 30% de meladura cruda filtrada al tanque reactor de miel natural, este método se encuentra automatizado y se puede verificar en el sistema de fábrica SIGIND.

Dosificación de agua caliente: Para la preparación de miel natural se necesita agua caliente entre 40°C y 70°C en caso tal de que el batch se encuentre denso y no se haya llegado a los °Brix necesarios para descargar la mezcla.

Aspersión de miel natural mediante chispero o centrifugación: La última fase de la preparación de miel natural termina en este método de aplicación de la miel por medio de chisperos dentro de las centrifugas. Se aplica a 85 psi¹⁵ y se encuentra automatizado.

¹⁴ Es un sistema que toma los registros de producción para garantizar la trazabilidad del lote de azúcar producido (Ingenio Mayagüez, 2017a).

¹⁵ Psi: Unidad de presión de vapor.

2.5 Variables que influyen en la fabricación miel natural

En la fabricación de miel natural para la producción de azúcar crudo natural se encuentran variables que influyen directa e indirectamente en el rendimiento de la mezcla final, se tienen:

Variables de intervención directa:

- Temperatura
- ° Brix
- Unidades Icumsa
- Presión de Vapor

Variables de intervención indirecta:

Tiempo de almacenamiento de miel A y meladura cruda filtrada: mientras mayor es el tiempo de almacenamiento de la miel A y la meladura cruda filtrada en los tanques de almacenamiento luego de ser filtrada y almacenada, existe mayor inversión de la sacarosa, por lo tanto mayores pérdidas de azúcar y menor recuperación en el proceso.

Pureza de caña: A mayor pureza de la caña mayor porcentaje de recuperación de azúcar en el proceso.

Mieles: Mientras mayor es su pureza quiere decir que menor cantidad de grano se formó, en este caso Miel A.

Tiempo de cocción: A mayor tiempo mayor depósito de desecho en el tanque de Miel Natural.

Control de calidad en el proceso de preparación de miel natural para la fabricación de azúcar crudo natural. Los factores especialmente que se consideran para caracterizar el azúcar crudo natural como apto para comercializar en Europa son: el color, la fluidez y la humedad.

Estas variables determinan la calidad del producto en el proceso de la preparación de miel natural, para mejorar la calidad del azúcar crudo natural es necesario estandarizar el proceso de preparación de miel natural y su aplicación, el ingenio al momento de la participación de los ingenieros industriales no contaba con algún control donde se llevara un registro de cada batch, con el que se pudiera hacer seguimiento y estandarizar la mezcla.

Ahora bien se implementó un formato para cumplir y verificar los niveles de calidad durante el proceso y dependiendo de los resultados de laboratorio o inspección visual corregir cualquier problema que pudiese reflejar. Ver anexo 2.

Los controles que se llevan a cabo en cada batch que son las mezclas tomadas cuando se encuentra el funcionamiento el tanque reactor y es cuando se obtienen los datos que resultados en determinado tiempo y se anota en el reporte diario ver formato (FOR-pro-041) el cual es analizado por el ingeniero de proceso y el supervisor de producción al final de cada prueba, los cuales toman las medidas necesarias para lograr mejoras en cada batch, hasta llegar al resultado esperado.

Los datos de cada batch luego de ser analizados por el ingeniero y el supervisor se incluye al analista de calidad de la fábrica que se encarga de los resultados de los parámetros por la medición realizada en el laboratorio como °Brix, y las unidades de color, de acuerdo a los resultados se puede diagnosticar un informe de calidad de la preparación de miel natural para aprobarlo y aplicarlo al azúcar natural.

2.6 Control de calidad

El primer paso es el alistamiento:

1. Verificar el stock de material en los tanques de miel A y meladura filtrada.
2. Verificar que el tanque reactor se encuentre limpio.
3. Verificar el funcionamiento del agitador.

El segundo paso la operación:

1. Abrir válvula de paso de meladura filtrada, de los tanques de almacenamiento al tanque reactor, dejar llenar a un 30%.
2. Abrir válvula de paso de miel A de blanco, del tanque de almacenamiento al tanque reactor, dejar cargar hasta alcanzar un 60% del nivel del reactor.
3. Encender el agitador del tanque reactor ubicado en el cuarto de control.
4. Abrir válvula de vapor encontrada en el área de centrifugas, la válvula se debe abrir con tres vueltas.
5. Abrir válvula de entrada de vapor al tanque reactor, la válvula se debe abrir con cuatro vueltas.
6. Verificar que la temperatura antes de la válvula este entre 140°C - 160°C.
7. Verificar que la temperatura después de la válvula este entre 110°C - 122°C.
8. La temperatura de la chaqueta o cubierta del tanque reactor debe de estar entre 45°C - 60°C.
9. Verificar que la temperatura dentro del tanque reactor se mantenga entre 78°C - 110°C.
10. El caramelo se debe de llevar flojo para evitar el desarrollo de un material no conforme, para esto el operador debe de estar pendiente del reactor, monitoreándolo constantemente y aflojándolo con agua caliente y/o meladura que este entre los 40°C - 70°C.
11. La duración de la preparación del caramelo está entre 6 y 8 horas con la temperatura adecuada.
12. Luego de alcanzar el color adecuado que se encuentra entre 680000UI¹⁶ y 700000 UI, se debe descargar el caramelo al tanque dosificador y aflojarlo para propagar la fluidez y posteriormente bombearlo hacia las centrifugas.
13. Después de descargar el caramelo al tanque dosificador se debe lavar el reactor y

¹⁶ UI: Es una unidad internacional para expresar la pureza del azúcar y se relaciona directamente con el color.

prepararlo para una nueva preparación.

El tercer paso es la verificación y el análisis:

Cada hora realizar el registro de las siguientes variables en el formato PRO-for-041 o “registro de elaboración de miel natural”.

Al finalizar el batch, analizar con el ingeniero de procesos para verificar los parámetros.

Producto terminado. El control de calidad que se efectúa en el último proceso es a través de una muestra aleatoria de un lote y cada lote se califica como aceptable o defectuosa, los criterios para aceptar o rechazar el producto terminado son los siguientes:

Color de la mezcla 700.000 UI y 1.000.000 UI

Fluidez no debe estar denso se verifica visualmente

Controles de calidad. Se diseñó un formato PRO-for-041 o “registro de elaboración de miel natural” que incluye todo lo que se necesita para estandarizar el proceso de preparación de miel natural, y así tener un mejor control de todo el proceso, desde la materia prima hasta el producto final. Los controles de calidad se basaran en la prevención y valoración durante todo el proceso, para obtener un producto sin errores de producción y desperdicios. Debido a que todas las áreas anteriores y posteriores a la preparación de miel natural ya se encuentran estandarizadas, el punto de inspección se ubicó en un lugar específico del proceso de azúcar crudo natural es en el área de preparación de miel natural.

Para estructurar el método de control de calidad se divide el área de la preparación de la mezcla de la siguiente manera:

Materia Prima

Proceso

Los controles que se deben tomar para un producto sin desechos y con las características específicas del cliente se describirán detalladamente a continuación.

Materia prima. Para obtener una mezcla en su punto es decir no tan espesa ni tan delgada y lo suficientemente “dulce” se debe llenar el tanque reactor al 30% con miel A, y otro 30% con meladura cruda filtrada, dejar que el tanque reactor cumpla su función con temperatura a vapor, se le añade agua caliente (60°C) cada vez en la inspección visual la mezcla se observa demasiado espesa.

Proceso. El control de calidad durante el proceso es la clave vital para obtener el producto que se desea por ello fue necesario realizar las respectivas pruebas para llegar a los parámetros que se ajusta exactamente a la calidad del producto, en el área de preparación de miel natural se considera el lugar pertinente donde se deben tomar muestras para la estandarización del batch.

Equipos para la preparación de miel natural: Tanques de almacenamiento de meladura filtrada, tanque de almacenamiento de miel A, tanque reactor, tanque dosificador, transmisores de nivel, medidores de temperatura y vapor.

3. Responsabilidad del Ingeniero Industrial con respecto al control del proceso y del insumo para garantizar su calidad

Para definir la responsabilidad del Ingeniero Industrial en el proceso de fabricación del insumo, fue necesario en primera instancia conocer el proceso. Luego de describir dicho proceso, con el equipo de trabajo se definió mediante la siguiente lista de chequeo cuales deben ser las responsabilidades del Ingeniero Industrial.

Es responsabilidad del superior en este caso el jefe de producción en este caso ingeniero químico proporcionar las herramientas para el trabajo, proporcionar instrucciones sobre el método para efectuar el trabajo con eficacia y eficiencia, y sobre la calidad esperada del mismo, así como proporcionar retroalimentación del desempeño de sus labores.

Para que el operador que se encarga de la preparación de miel natural para la fabricación de azúcar crudo natural conozca lo que le espera en cuanto a los parámetros, debe recibir periódicamente sesiones de capacitación sobre la calidad que refuerzan el compromiso de la administración con la calidad, durante las sesiones de capacitación y entrenamiento se puede asignar tiempo para discusiones sobre las fuentes de variación de la calidad y métodos para mejorar la calidad.

Un objetivo es desarrollar una actitud hacia la calidad del proceso y un ambiente cálido para una comunicación asertiva en los dos sentidos en este caso entre el jefe de producción, el auxiliar de producción y el operario de miel natural, en general todo el personal debe estar en pro de mejorar su trabajo, actividad o labor.

Como ingenieros industriales se deben resolver problemas relacionados con el control de calidad que debe tener un proceso de producción para llegar a la estandarización del producto. El ingeniero conforme al campo de su tarea debe aplicar productividad y eficiencia, tiene la responsabilidad de evaluar la calidad de las pruebas producidas e informar los resultados para emprender las acciones correctivas cuando sean necesarias. La eficiencia de la actividad de evaluación es función de los métodos y procedimientos de inspección, las pruebas son necesarias para estandarizar el proceso, la meta es lograr la perfección mejorando continuamente los

procesos de producción.

3.1 Análisis del proceso para definir las funciones propias del Ingeniero Industrial

Tabla 4. Lista de chequeo para definir las funciones del Ingeniero Industrial en el proceso de fabricación del insumo (miel natural)

LISTA DE LAS ACTIVIDADES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA PARA REALIZAR LA PREPARACION DEL CAMELO (MIEL)			
	Responsabilidades	Cargos	Profesión
Planeación	En la temporada de octubre se planea cuanta caña será procesada durante el siguiente año.	Vicepresidente de Operaciones	Ingeniero industrial
		Gerente de Fabrica	Ingeniero industrial
		Gerente de Campo	Ingeniero Agrónomo
		Gerente de laboratorio	Ingeniero Químico
	La planeación tendrá una aprobación para su ejecución.	Presidente	Ingeniero industrial
	Se ponen de acuerdo cuanto se va a exportar y cuanto se llevará al mercado nacional	Gerente Comercial	Negocios internacionales
	Distribuir a cada una de las empresas un porcentaje de la producción azúcar crudo natural.	Jefe de logística	Ingeniero industrial
	Se realizarán reuniones cada mes donde se analizará la tendencia del mercado.	Jefe de logística	Ingeniero industrial
		Jefe de elaboración	Ingeniero de procesos
		Jefe de empacadero	Tecnólogo en logística Empresarial
		Jefe de compras	Mercadeo y ventas
	Indaga sobre el estado de la fábrica, Obtiene el programa del día, Verifica los equipos que se van a utilizar, Inspecciona al personal que será necesario sobre el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura y que materiales se van a necesitaran.	Supervisor de procesos	Ingeniero industrial
	Generación de vapor, energía & automatización, molienda, mantenimiento mecánico, control procesos, empacadero, planeación & confiabilidad, mejoramiento & productividad.	Jefe de elaboración	Ingeniero de Procesos
Coordinar, Supervisar y ejecutar los procesos de elaboración de azúcar morena a partir de la materia prima, optimizando la utilización de insumos químicos, material del proceso, y el personal, mediante los lineamientos de la Jefatura de Elaboración, con el fin de entregar un producto con la cantidad y calidad requerida para su empaque.	Supervisor de elaboración	Ingeniero industrial	

Tabla 4. Continuación

	Responsabilidades	Cargos	Profesión
Ejecución	Inspeccionará cada puesto de trabajo observando que cada operario este realizando el proceso satisfactoriamente, los métodos y tiempos, pendiente de las normas de seguridad y las buenas prácticas de manufactura.	Supervisor de elaboración	Ingeniero industrial
	Tendrá control de las variables del proceso que son la presión, la temperatura, el Brix, el color de azúcar y el agua que se utilizara en el proceso.	Supervisor de elaboración	Ingeniero industrial
	Elaboración de crudo: Calentado para remover partículas e impurezas y se envía al proceso de evaporación.	Operario de elaboración	Tecnólogo azucarero
	Evaporación: se concentra la evaporación de multiple efecto y se entrega entre 60 - 62 °Brix hasta llegar a su concentración que sería meladura	Operario de evaporación	Tecnólogo azucarero
	Clarificación de la meladura: se somete a una clarificación y es enviada a los tanques de alimentación de tachos para concentrarla y lograr la cristalización de sacarosa.	Operario de clarificación	Tecnólogo azucarero
	Elaboración de producto terminado en el tacho destinado a azúcar morena: Se mezcla la Meladura (50%), Semilla B (35%) y Miel de alto color (15%).	Operario de Cocimiento o Tachero	Tecnólogo azucarero
	Centrifugación: Separación de los cristales de azúcar con la miel final. Esta miel se retira del proceso y se comercializa como materia prima para la elaboración de alcoholes.	Operario centrifugado	Tecnólogo azucarero
Resultado	Sistema de gestión de inocuidad: Informará al equipo de inocuidad alimentaria sobre los problemas relacionados con el sistema de gestión de alimentos.	Inspector	Ingeniero ambiental
	Se indagara el formato de accidentes que se hayan presentado.	Supervisor de elaboración	Ingeniero industrial
	Cumplimiento de buenas prácticas de manufactura.	Supervisor de elaboración	Ingeniero industrial
	Verificación de los resultados obtenidos del laboratorio y su debida aprobación.	Jefe de muestras	Ingeniero Agroindustrial
	Cumplimiento del programa de producción.	Supervisor de elaboración	Ingeniero industrial
	Producto terminado azúcar morena en sus tres colores claro mediano y oscuro	Area de elaboración	Empacador

Con base en lo anterior las responsabilidades del Ingeniero Industrial son:

- Conocer y estandarizar el proceso. Al vincularse el Ingeniero Industrial a la empresa productora de miel natural debe asegurarse que exista un estándar del mismo porque de él dependen las actividades de control. Si no lo hay debe elaborarlo a través de su caracterización, el conocimiento de los factores de producción como se presenta en el capítulo 2 de este estudio.

- Controlar la calidad del proceso y del producto. Para realizar estos controles debe

contar con herramientas propias de ingeniería Industrial como se detalla en el siguiente capítulo (4). Como ingenieros industriales se deben resolver problemas relacionados con el control de calidad que debe tener un proceso de producción para garantizar la calidad del producto.

3.2 Clasificación y descripción de las funciones en relación con los factores y el proceso.

Control de las materias primas. El control de las materias primas se realiza mediante una hoja de verificación que permite cumplir con la estandarización, que especifica en qué condiciones se debe encontrar el equipo que sería el nivel de los tanques de meladura cruda filtrada y miel A y cuánto tiempo la materia prima ha estado en el tanque, las funciones que implican el control de las materias primas son:

- Controlar los cambios en caso de que la materia prima o el equipo no se encuentre en los parámetros establecidos y recomendar acciones correctivas y/o preventivas para anticipar posibles problemas y evitar la pérdida de tiempo.

- Influir en los posibles factores que podrían ocasionar el cambio en los controles de calidad de los equipos y en las materias primas.

Control en el tanque reactor. Este control es el que se encarga del aseguramiento de calidad, por que especifica los parámetros que se deben cumplir en cada variable, es el que muestra señales de alarma o satisfacción por cada resultado de laboratorio que se entrega de la muestra. Para ello se realiza un registro diario PRO-for-041 donde se monitorea el proceso de miel natural para lograr los resultados planeados o realizar las acciones correctivas para lograrlos.

Este monitoreo continuo permite a los ingenieros industriales identificar las áreas que demandan más atención. Los ingenieros industriales no solo realizan control y seguimiento al proyecto que se está realizando sino que también realiza control y seguimiento al esfuerzo global dedicado al proyecto. Esta etapa de monitoreo al tanque reactor se requieren funciones con el fin de realizar ajustes y soluciones de compromiso entre los objetivos del proyecto, que son las siguientes:

- Realizar revisiones tras la entrega de cada batch, si ocurre problemas realizar investigación para establecer los ajustes necesarios y cumplir con los parámetros.

- Realizar registros de los cambios que puedan surgir en el proceso para implementar nuevas técnicas de producción del proceso de miel natural para que sean documentadas y establecer nuevos estándares.

- Evaluar a los miembros del equipo para verificar que cumplen con los estándares de calidad.

4. Definición de la gestión de control que se deben aplicar para la obtención de un insumo orgánico objeto de investigación (miel natural).

4.1 Análisis de la información relacionada con las variables del proceso y del insumo

El proceso al que se realizó la participación fue específicamente a la preparación de miel natural, es la mezcla que se le aplica al azúcar crudo natural en las centrífugas 6,7 y 8. Para cumplir con el producto azúcar crudo natural. Entonces las variables específicas con sus estimados en el proceso productivo son las siguientes:

Proceso preparación de miel natural

- Temperatura dentro del tanque reactor (100°-110°)
- Temperatura de la chaqueta (50°-60°)
- Presión vapor (13psi – 20psi)
- Unidades de color ICUMSA (700.000UI – 1.000.000UI)
- Grados °Brix (70°-90°)

Estas variables se analizaron mediante un programa que se llama SIGIND, además las variables que se necesitan ya están determinadas porque antes de iniciar el proyecto se realizaban pruebas en ollas pero se necesitaba industrializar para obtener siempre un resultado estándar del producto, para información del lector no se puede divulgar resultados, ni aproximaciones de los resultados obtenidos por medio del análisis.

4.2 Identificación y definición de las variables a controlar

En el siguiente cuadro se tomaron cuatro variables las cuales representan el seguimiento del proceso de la miel natural hasta la azúcar cruda.

Las características de este proceso es tener en cuenta cada una de estas variables para las muestras de seguimiento del proceso. La teoría se da por experiencia del ingenio y es relatada por los integrantes que participaron en el proyecto, para un mejor entendimiento por parte de los lectores.

Tabla 5. Variables a controlar

Factores	¿Qué es?	¿Para qué es importante?
Temperatura	Es una magnitud que mide el nivel térmico o el calor que un cuerpo posee. También temperatura se define como una propiedad que fija el sentido del flujo de calor, ya que este pasa siempre del cuerpo que posee temperatura más alta al que la presenta más baja.	Para evapora el agua y dejar solamente la sacarosa así cambiar el color del azúcar sin cambiar las propiedades.
° Brix	Es una unidad de cantidad para determinar el grado de azúcar disuelta en un líquido.	Para determinar el porcentaje de sólidos solubles presentes en una disolución, en el caso de la industria alimentaria, nos indica la cantidad de sacarosa presente en la muestra a analizar.
Unidades Icumsa	Expresa la pureza del azúcar en la solución, y se relaciona directamente con el color del azúcar, la prueba de la ICUMSA permite a los productores de azúcar valorar la calidad y la seguridad de sus productos, y comercializarlos a un precio adecuado.	Para permitir que el azúcar sea de alta calidad para estar disponible en el mercado, busca estandarizar las medidas de describir el azúcar.
Presión de Vapor	La generación de alta presión por vapor empieza cuando se aprovecha la acción de las turbinas y los turbos generadores de energía, es una mezcla de hidrocarburos.	Para mantener la temperatura, la presión de vapor década liquido aumenta con la temperatura, es una temperatura determinada, la fase liquida y el vapor se debe encontrar en equilibrio dinámico.

4.3 HACCP y cuadros de control

Se realizó un análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP) de acuerdo a las etapas que requiere la preparación de miel natural, incluye la descripción detallada de las actividades que ejecuta los equipos de cada etapa, medidas de control críticas que afecten la inocuidad del alimento, y se tienen en cuenta los parámetros, normas de referencia, registro,

frecuencia y responsable de la actividad y los documentos asociados. Ver tabla 7.

Tabla 6. Cuadro de control en cada equipo

Inspección de materias primas y de producción de Miel Natural			
Equipo	Objetivo de la inspección	Método/Procedimiento	Frecuencia de inspección por el fabricante
Tanque de miel A	Verificar la concentración y el grado de homogenización	Inspección visual	Cada preparación de batch
Tanque meladura cruda filtrada	Verificar la concentración y el grado de homogenización	Inspección visual	Cada preparación de batch
Tanque reactor	Verificar las variables y parámetros anteriormente mencionadas	Control de dispositivos de medida por laboratorio	Cada hora
Bombeo	Verificar la fluidez del bombeo hacia las centrífugas	Inspección visual, sin obstrucciones	Al finalizar la mezcla
Centrífugas	Verificar chisperos, verificar fluidez del azúcar.	Inspección visual	Al inicio de la aplicación de la mezcla por medio del chispero

El proceso de miel natural cuenta con unos equipos especializados y debe permanecer en las condiciones anteriormente comentadas, cada operador debe de estar pendiente de su equipo por si algo no está bien debe llamar al jefe de procesos, se tiene en cuenta el equipo, objetivo de la inspección, el método o procedimiento y la inspección del operador de cada equipo. Es muy importante ya que cualquier cambio afecta el producto.

El cuadro de control que debe realizar el supervisor de fábrica según los datos que le suministre el operario de tachos, del tanque reactor de miel natural, de centrífugas y de empacadero es el siguiente. Ver figura 12.

Principalmente es el resultado de cada batch completo incluyendo todos los equipos que forman parte del proyecto, que son tachos para azúcar morena, tanque reactor de miel natural, centrífugas de azúcar crudo natural y las tolvas de azúcar crudo natural.

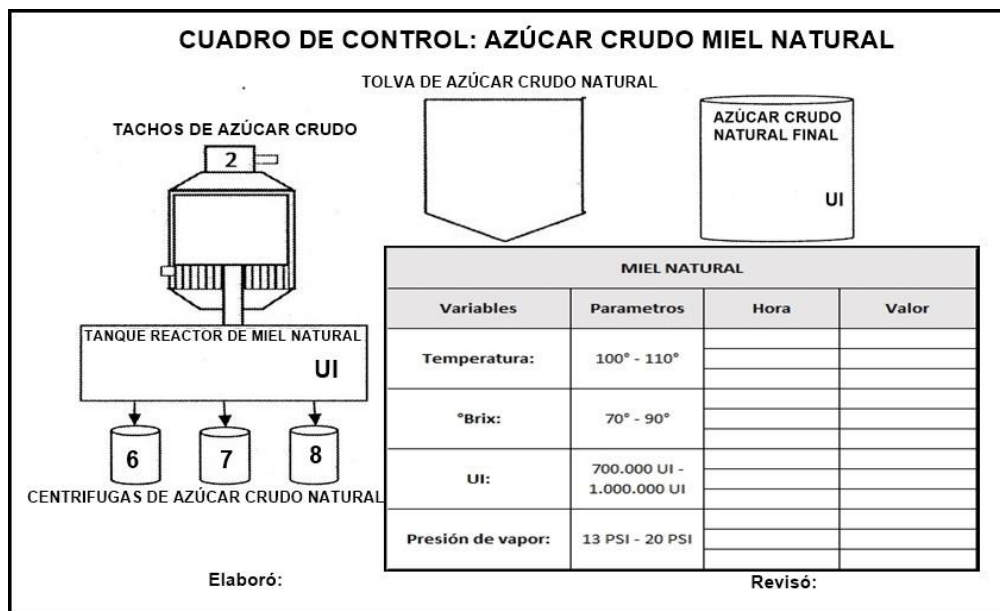


Figura 12. Formato de control

El HACCP es un análisis de peligros y puntos críticos de control para cada etapa del producto, se tiene en cuenta los factores o cualquier cambio que podría afectar la inocuidad del mismo, en este caso se identifica que en el tanque reactor la medida de control es la medición del color, cuando se toma la medida de color puede afectar la inocuidad por esto el responsable debe tomar las medidas adecuadas a la hora de realizar la muestra para el laboratorio.

Tabla 7. HACCP

PREPARACIÓN MIEL NATURAL (PMN)									
Etapa	Equipo	Descripción	MEDIDA DE CONTROL						Documentos
			MdC	Parametro	Norma Referencia	Registro	Frecuencia	Responsable	
Almacenamiento Meladura Cruda Filtrada	Tanque de Meladura Cruda No. 1 y 2	La meladura cruda filtrada proveniente de los filtros es almacenada en los Tanque de Meladura Cruda No. 1 y 2, para luego por control automático suministrar al reactor	No se identifica						
Almacenamiento Miel A Natural	Tanque Miel A	La miel de azúcar crudo proveniente de las centrifugas de crudo es almacenada en los Tanque de Miel, para luego por control automático suministrar al reactor	No se identifica						
Preparación Miel Natural	Tanque Reactor	La meladura cruda filtrada y la miel A de crudo dosificada desde los tanques, se somete agitación para homogenizar la mezcla. Mediante la aplicación de vapor se realiza el proceso de caramelización durante un tiempo aproximado de 4:30 horas. En la medida que el agua presente en la mezcla se evapora, se adiciona agua caliente a la mezcla para mantener su fluidez.	Medición de color	>300,000 UI	Unidades ICUMSA	PRO-for-041	2 Veces por preparación	Operador Tacho Continuo	
Almacenamiento Miel Natural	Tanque de Miel Natural	La miel natural obtenida es descargada al tanque de almacenamiento de miel natural para luego ser aplicada en el proceso de centrifugación.	No se identifica						
Bombeo	Bombas No. 1 y 2 Miel Natural	La miel es enviada al proceso de centrifugación mediante bombas para ser aplicada por medio de chispero a la torta de azúcar. Cuando la miel no esta siendo aplicada en los ciclos de las centrifugas se retorna nuevamente al tanque de miel natural.	No se identifica						

5. Conclusiones

- La participación del Ingeniero Industrial en el desarrollo y la fabricación de un insumo orgánico (miel natural) para la producción de azúcar crudo natural en un ingenio azucarero del Valle del Cauca fue real, es decir un caso aplicado con participación de los autores del trabajo de grado, mediante el cual se evidenció que este profesional no solo tiene funciones en dicho proceso sino responsabilidades relacionadas con la gestión de control con enfoque en la calidad.

- No solo se conoció sino que se participó directamente en el proceso de fabricación de miel natural para la producción de azúcar crudo natural en un ingenio azucarero del Valle del Cauca en cada una de sus etapas. El proceso de fabricación de miel natural parte del alistamiento de insumos (miel A, meladura cruda filtrada, vapor y agua caliente), los cuales se llevan al tanque reactor, la duración de la preparación del caramelo está entre 6 y 8 horas con la temperatura adecuada, luego se descarga el caramelo al tanque de almacenamiento y posteriormente abrir las válvulas de las bombas que dirigen la mezcla hacia las centrifugas. Después de descargar el batch se debe lavar los tanques (reactor y de almacenamiento) para una nueva preparación.

- La responsabilidad del Ingeniero Industrial en el proceso de fabricación de miel natural se relaciona con el control del proceso y los insumos para garantizar su calidad. El Ingeniero Industrial debe evaluar la calidad de las pruebas e informar los resultados para emprender las acciones correctivas cuando sean necesarias. La eficiencia de la actividad de evaluación está en función de los métodos y procedimientos de inspección y las pruebas son necesarias para estandarizar el proceso. La meta es lograr la perfección mejorando continuamente los procesos de producción.

- La gestión de control que se debe aplicar para la obtención de un insumo orgánico objeto de investigación (miel natural) consiste en el análisis de la información relacionada con las variables del proceso y del insumo, identificación y definición de las variables a controlar y presentación de la información de los mecanismos: HACCP y cuadros de control. También pueden aplicarse otras herramientas que contribuyan a la estandarización del proceso.

Bibliografía

- Anon. (2012). Türkiye Organik Tarım Stratejik Plan. *Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü*(86).
- Aquilano, R., Chase, R., & Jacobs, N. (2009). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros*. España: McGraw Hill.
- Berríos, C. A., Rojas, R., Rodríguez, M., & Tobar, B. (2011). Dimension that typify the potential consume of organic foods in the Maule Region. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, XLIII*(2), 59-69.
- Bravo, J. (2009). *Gestión de procesos*. Chile: Editorial Evolución S.A. Obtenido de <http://www.evolucion.cl/cursosdestacados/12/Libro%20GP%20Juan%20Bravo%20versi%20F3n%20especial.pdf>
- Cámara de Comercio de Cali. (5 de Octubre de 2012). *Consumo de orgánicos, una tendencia que crece*. Obtenido de www.ccc.org.co › Revista Acción / › Revista Acción Versión Digital
- Ergönül, B., & Ergönül, P. (2015). Consumer motivation for organic food consumption. *Emirates Journal of Food and Agricultur, XXVII*(5), 416-422.
- FAO. (2017). *¿Qué son los productos orgánicos certificados?* Obtenido de <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq2/es/>
- Fedeorgánicos. (Noviembre de 2015). *Colombia tiene más de 40.000 hectáreas de producción orgánica*. Obtenido de http://fedeorganicos.com/index.php?option=com_content&view=article&id=28:colombia-tiene-mas-de-40-mil-hectareas-de-produccion-organica&catid=2:uncategorised
- Feigenbaum, V. A. (2009). *La calidad como filosofía de gestión*. Obtenido de <http://www.pablogiugni.com.ar/httpwwwpablogiugnicomarp91/>
- Fekadu, Z., & Kraft, P. (2001). Self-identity in planned behavior perspective: Past behavior and. *Social Behavior and Personality. An international journal*(29), 671-686.

- Friedmann, A., & Weil, B. (2010). *Azúcar orgánica. Potencial de negocios* . 2010. Obtenido de https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/azucar_organica.pdf
- Gómez, C. (2010). *Optimización del proceso de clarificación de meladura mediante el seguimiento de nueve variables fisicoquímicas en el Ingenio Risaralda S.A.* Trabajo de grado, Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnología. Escuela de Química, Pereira. Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/1823/664122G569.pdf?sequence=1>
- González, C., Victoria, N., Alonso, D., Rodríguez, M., & Esgarribeña, M. (2009). *Estudio de mercado para proyecto de instalación de fábrica de azúcar orgánica en arroyos y esteros, departamento de Cordillera.* Universidad Nacional de Asunción , Facultad de Ciencias Agrarias. Carrera de Licenciatura en Administración Agropecuaria . San Lorenzo: Paraguay.
- Guerrero Aguiar, M. (2012). *Implementacion de sistemas de gestion en la empresa de diseño e ingenieria en Cienfuegos.* Cienfuegos: Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2004). *Metodología de la Investigación.* México: McGraw Hill.
- Ingenio Mayagüez. (2017). *Historia.* Obtenido de <http://www.ingeniomayaguez.com>
- Ingenio Mayagüez. (2017). *Proceso de producción de azúcar.* Obtenido de <http://www.ingeniomayaguez.com/procesos/proceso-azucar?showall=&limitstart>
- International Organization for Standardization - ISO. (2005). *NTC ISO 9000:2005 Sistema de Gestión de la Calidad. Fundamentos y Vocabulario.*
- Kume, I. (2002). *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad.* Bogotá: Grupo editorial Norma.
- Lerma Kirchner, A. (2010). *Desarrollo de nuevos productos. Una visión Integral* (Cuarta ed.). México: CENGAGE. Obtenido de

https://books.google.com.co/books?id=LoffvfnKz_UC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Lobb, A. E., Mazzocchi, M., & Traill, W. (2007). Modelling risk perception and trust in food safety. *Food Quality and Preference*(18), 384-395.

Mapama. (2018). *Azucar*. Obtenido de mapama.gob: http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/azucar_tcm7-315242.pdf)

Martínez Cardozo, C. A. (2016). *Consumo de alimentos orgánicos en Colombia: una cultura incipiente*. Trabajo de grado, Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ciencias Económicas, Especialización en Alta Gerencia, Cajicá. Cundinamarca. Obtenido de <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/14424/3/Mart%C3%ADnezCardozoCésarAndrés2016.pdf>

NELTEC . (2017). *Why measure sugar colour?* . Obtenido de http://www.neltec.dk/sugar_09.php

Nicholls Estrada, C. I. (2008). Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico . *Ciencia y Tecnología* . Obtenido de <http://wp.globalalternatives.org/wp-content/uploads/2014/01/Control-biologico-de-insectos-un-enfoque-agroecologico.pdf>

Ojeda Rios, A. L. (2009). *Documentación de los programas prerrequisito para la implementación de buenas prácticas de manufactura en la Empresa Colombiana de Mariscos COLMARISCOS*. Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, Bogotá. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co:8443/bitstream/handle/10554/8479/tesis441.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Olarte, S. H. (2014). Los alimentos transgénicos como bienes públicos globales. *Suma de Negocios*, V(10), 59-66.

Organización para la Cooperación y el desarrollo Economico - OECD. (2006). *Manual de Oslo*. Obtenido de <http://www.itq.edu.mx/convocatorias/manualdeoslo.pdf>

- Prochile. (Marzo - abril de 2012). Alimentos orgánicos. Mercado hacia el crecimiento. *Cultura Orgánica*. Obtenido de <http://www.culturaorganica.com/html/articulo.php?ID=22>
- Salamón, M. (4 de Julio de 2016). El ABC del azúcar orgánico. *La Nación*. Obtenido de <http://www.lanacion.com.ar/1915259-el-abc-del-azucar-organico>
- Sarmiento Blanco, C. L. (2011). *Propuesta para el mejoramiento del proceso de producción de la panela en la hacienda La Capilla por medio de herramientas de Ingeniería Industrial*. Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana, Ingeniería Industrial, Bogotá DC. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7429/tesis583.pdf;sequence=1>
- Talavera Pleguezuelos, C. (2013). *Métodos y Herramientas de Mejora aplicados en la Administración Pública*. Granada: Unión Iberoamericana de Municipalistas.
- Tarí Guilló, J. J. (2007). *Calidad total: fuente de ventaja competitiva*. España: Publicaciones de la Universidad de Alicante.
- Tejeda, A. S. (2011). *Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos*. Obtenido de Emprendedurismo e Innovación del Instituto Tecnológico de Santo Domingo, INTEC. República Dominicana: www.redalyc.org/pdf/870/87019757005.pdf
- Tobler, C., Visschers, V., & Siegrist, M. (2011). Organic tomatoes versus canned beans: How do consumers assess the environmental friendliness of vegetables? *Environment & Behavior*(43), 591-611.
- Ulrich, K. T. (2012). *Diseño y desarrollo de productos* (Quinta ed.). México: McGraw Hill. Obtenido de https://www.academia.edu/16512984/Dise%C3%B1o_y_desarrollo_de_productos_5ed_-_Karl_T._Ulrich
- Vega, J. (2014). *Determinación de sólidos solubles en alimentos*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/vegabner/determinacin-de-slidos-solubles-en-alimentos>
- Velasco, J., & Pérez, A. (2004). *Gestión por Procesos*. Madrid: ESIC Editorial.

- Victoria, J., Briceño, C., Calero, M., Gómez, L., Gil, N., Larrahondo, J., . . . Villegas, F. (Julio de 2000). *La producción de azúcar organico en la industria azucarera de Colombia*. Obtenido de http://www.cenicana.org/publicaciones/prod_azucar_organic
- Vietoris, V., Kozelová, D., Mellen, M., Chreneková, M., Potclan, J., & Fikselová, M. (2016). Analysis of Consumer Preferences at Organic Food Purchase in Romania. *Food Nutr. Sci, LXVI*(2), 139–146.
- Noel, D. (2008). *Contabilidad Administrativa y de Costos*. San Juan de los Lagos (México): McGraw Hill interamericana.

Anexos

Anexo 1. Caracterización del proceso

OBJETIVO		RESPONSABLE		
-Adecuar y estandarizar la preparación de miel natural hasta aplicarlo en las centrifugas para entregarlo como azúcar crudo natural.		JEFE DEPARTAMENTO DE PROCESO		
-Cumplir con las necesidades del cliente en cuanto al color de azúcar crudo natural.				

PROCESO PROVEEDOR	ENTRADAS	ACTIVIDADES	SALIDAS	PROCESO CLIENTE
Preparación de miel natural Responsable: Jefe división proceso	Azúcar crudo	<u>Planear</u> -Programación de consumo de azúcar crudo -Programación de mantenimiento de equipos. -Programación de llenado de tanques de almacenamiento miel A y meladura cruda filtrada.	Mezcla miel natural	Preparación de miel natural. Responsable: Jefe departamento de proceso.
Tanques de miel A y meladura cruda filtrada Responsable: Jefe del proceso.	Agua caliente	<u>Hacer</u> -Precalentamiento del tanque reactor. -Preparación del azúcar blanco especial. -Agregar miel A y meladura cruda filtrada. -Alistamiento de agua caliente.	-Emisiones atmosféricas (vapor). -Residuos sólidos (masa sólida, plástico)	Gestión de calidad y Ambiental Responsable: Jefe departamento Calidad y Ambiental.
Generación Vapor Responsable: Jefe Dpto. GV	Miel A Meladura cruda filtrada	-Formación de mezcla miel natural. -Alistamiento de bombas hacia centrifugas.	-Residuos peligrosos: N/A	Tanques de condensados Responsable: Jefe departamento proceso.
Centrifugación Responsable: Jefe Dpto. de proceso	Vapor de escape.	-Aplicación de mezcla a centrifugas por espesores -Elaboración de informes.	Calor	
Almacenamiento Responsable: Jefe Dpto. de empacadero	Mezcla miel natural	<u>Verificar</u> -Cumplimiento en las variables de calidad. -Cumplimiento del programa de mantenimiento. -Cumplimiento a los indicadores. -Cumplimiento cronograma – recursos y obras de proyectos. -Cumplimiento de responsabilidad de los trabajadores (uso de elementos de protección personal, jornada laboral)	-Vertimientos líquidos (Si sobra mezcla de miel natural), se envía al jugo pesado. -Condensados	
		<u>Actuar</u> -Acciones correctivas y/o preventivas, planes de mejoramiento		

RECURSOS		REQUISITOS (L. C. O)	DOCUMENTOS Y REGISTROS	REQUISITOS DE NORMA
TIPOS	PROCESOS DE SOPORTE			
HUMANOS:		<u>Legales:</u> *Requisitos legales y otros requisitos del sistema de Gestión CGA-tbl-002. * Tabla de permisos, licencias, registros y certificados CGA tbl-003.	<u>Documentos:</u> PRO-pos- GGE-pos-003 Identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales. GGE-pos-004 Requisitos legales. SOC-pos-001 Programa de emergencias. CGA-pos-001 Planificación de cambios en los sistemas de gestión. CGA-pos-005 Acciones correctivas y preventivas. CGA-mnl-004 Manual de gestión documental. CGA-mnl-002 Manual de aguas residuales. CGA-mnl-003 Manual de manejo integral de residuos sólidos. GGE-tbl-002 Identificación y valoración de aspectos e impactos ambientales gestión fabricación de azúcar, alcohol, abonos, energía. CGA-tbl-006 Matriz de identificación y gestión de residuos sólidos y líquidos.	ISO 9001: 4.1 Requisitos generales. 4.2 Requisitos de la documentación. 4.2.3 Control de los documentos. 4.2.4 Control de los registros. CGA-pos-001 Planificación de cambios en los sistemas de gestión. 5.3 Política de gestión integral. 6.1 Provisión de recursos. 6.2 Recursos humanos. 6.3 Infraestructura. 6.4 Ambiente de trabajo 7.4 compras. 7.5 Producción y prestación del servicio.
Tachero	Competencia y formación, responsable: Directora división de personal.			
Operador de miel natural				
Operador de centrifugas		<u>Cientes:</u> *Cumplir con los requisitos establecidos en el sistema de gestión de inocuidad bajo FSSC-22000, sistema de gestión de calidad ISO 9001 y sistema de gestión ambiental ISO 14001.	CGA-tbl-006 Matriz de identificación y gestión de residuos sólidos y líquidos. GFA-tbl-006 Plan maestro de limpieza y sanitización de equipos. GFA-tbl-008 Caracterización y descripción del área. GFA-tbl-009 Plan maestro de limpieza y mantenimiento de equipos e infraestructura externamente. SOC-tbl-001 Identificación y valoración de situaciones potenciales de emergencias y accidentes.	7.5.1 Control de la producción y prestación del servicio. 8.1 Generalidades. 8.2 Seguimiento y medición. 8.4 Análisis de datos. 8.5 Mejora continua.
EQUIPOS:				
Tanque de meladura cruda 1 y 2, tanque de miel A, tanque reactor, tanque de miel natural, bombas 1 y 2 de miel natural, centrifugas 6, 7 y 8.	Gestión Mantenimiento Responsable: Director división mantenimiento y operaciones.			
INFORMACION Y SOFTWARE		<u>Organización:</u> Cumplir con los lineamientos de los sistemas de gestión de calidad, ambiental, inocuidad, programa S'S, y todos los programas que la organización establezca para su operación eficaz. Cumplir con los principios establecidos en compromiso con los derechos humanos.	PRO-for-041 informe diario datos de cada batch (preparación de miel natural) Tendencias históricos sistema Honey Well e informes sistema SAP y SIGIND Identificación y evaluación de peligros OPE-tbl-002 HACCP – Preparación de miel natural	ISO 14001: 4.2 Política de gestión integral 4.3 Planificación 4.3.1 Aspectos ambientales. 4.3.2 Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad. 4.4.2 Competencia, Formación y toma de conciencia. 4.4.3 Comunicación. 4.4.4 Documentos. 4.4.5 Control de documentos. 4.4.6 Control operacional. 4.4.7 Preparación y respuesta ante emergencias. 4.5.1 Seguimiento y medición. 4.5.2 Evaluación del cumplimiento legal. 4.5.3 No conformidad y acción correctiva y acción preventiva. 4.5.4 Control de los registros.
Catálogos técnicos. Información proveedores insumos. Informes de laboratorio y balances de gerencia de fábrica. Software aplicativo de gestión industrial (SIGIND). Software aplicativo corporativo (SAP). Software aplicativo de gestión industrial (SIGIND). software aplicativo corporativo (SAP) y sistema Honey Well.	Tecnología de información Responsable: Directora división tecnología de información. Departamento instrumentación, Jefe departamento instrumentación.			
Resultados de análisis de materiales en procesos.	Control calidad. Responsable: Directora control calidad			
ECONOMICOS:		Cumplir con los principios establecidos en compromiso con los derechos humanos.	PRO-for-041 informe diario datos de cada batch (preparación de miel natural) Tendencias históricos sistema Honey Well e informes sistema SAP y SIGIND Identificación y evaluación de peligros OPE-tbl-002 HACCP – Preparación de miel natural	ISO 22000: 4.1 Requisitos generales. 4.2 Requisitos de la documentación. 5.2 Política de Gestión integral. 5.6 Comunicación. 5.7 Preparación y respuesta ante emergencia. 6.1 Provisión de recursos. 6.2 Recursos humanos 6.3 Infraestructura 6.4 Ambiente de trabajo 7.2 Programas prerrequisitos 7.10.1 correcciones 7.10.2 Acciones correctivas 8.5 Mejora
Presupuesto de inversión y gasto	Gerencia fabrica Responsable: Gerente de fábrica.			
				ISO 22002-1 5 Diseño sanitario, infraestructura y equipos. 6.2 Agua potable 7 Programa de residuos solidos 8 Mantenimiento. 9.3 Requisitos de ingresos materiales. 10.3 Microbiología y control de alérgenos. 10.4 Control de material extraño 10.4 Control de vidrio y pastico rígido. 11 Limpieza y Sanitización. 12 Manejo integrado de plagas. 13 BPH 13.5 Salud ocupacional 13.6 Control de fluidos corporales. 14 Reproceso. 17 Trazabilidad. Apéndice IA. Gestión con contratistas Manejo de sustancias químicas. Roce metal-metal. Metrología.

INDICADORES						
QUE MEDIR	COMO MEDIR	A DONDE LLEGAR	HERRAMIENTAS ESTADISTICAS PARA EL ANALISIS DE DATOS	MECANISMOS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL		
CRITICOS						
Grados brix	° Brix	Max. 90°Brix	Diagrama combinado PRO-for-041	*Reuniones de gerencia. * Auditorías internas de calidad/ambiental. * Reuniones de operación.		
Unidades de color	UI	Max 1.000.000 UI				
SECUNDARIOS						
Temperatura	°c	*Dentro del tanque reactor Max. 110°c *De la chaqueta Max. 60°c				
Presión Vapor	psi	Vapor Max. 20 psi				
Los criterios y métodos para la operación y control eficaz del proceso se describen en los documentos enunciados en "Documentos y registros"						

