

UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS “CARLOS RAFAEL RODRIGUEZ”

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



Trabajo de Diploma en opción al Título de Ingeniero Químico.

Título: “Propuesta de alternativas para implementar la producción de azúcar orgánica en el central Antonio Sánchez”

Autor: Luis Enrique Pérez Cobas

Tutores: MSc. Víctor Manuel González Morales

MSc. Esperanza Martínez Cabrera

Ing. María Luisa Freide Orozco

Curso: 2019- 2020

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado en primer lugar a la persona más importante en mi vida, por la cual ha sido tanto sacrificio y dedicación **“MI MAMÁ”** ya que gracias a ti hoy puedo cumplir con una de mis metas personales convertirme en Ingeniero Químico. Eres la persona que más admiro en este mundo porque a pesar de todos los tropiezos que has tenido que enfrentar en la vida te has sabido levantar y seguir adelante. Has sido madre y padre al mismo tiempo, eres un ejemplo de superación para cualquier persona que conozca tu historia, tu amor por lo que haces es lo que te ha permitido ser quien eres hoy y de la que hoy estamos tan orgullosos tantas personas que te aman y te admiran. Con estas palabras que no son suficientes para expresar mi amor por ti te dedico mis logros y espero algún día poder sentir tus hombros descansar en mí.

En segundo lugar, está dedicado a toda mi familia y amigos que sin ellos este logro jamás hubiera sido posible ya que han estado en los momentos que lo he necesitado y he recibido el apoyo incondicional de todos.

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá: Te doy las gracias por ser la mejor madre del mundo, por haberme dado educación, un hogar lleno de amor donde crecer, aprender y adquirir los valores que hoy definen mi vida, por ser un ejemplo de superación, de madre, de padre, de tía, de amiga, eres la persona que me ha apoyado en este largo trayecto de sacrificio y dedicación, sin ti este resultado no hubiera sido posible **“TE AMO”**.

A mis tíos Bertica y Omarcito: Les agradezco todo su apoyo que ha sido fundamental en mi vida, siempre me ha apoyado mucho, han sido mis segundos padres, los amo con todo el corazón.

A mis hermanas Ángela y Bety: Les doy las gracias por estar siempre conmigo y compartir tantos momentos lindos y a Bety por darme la alegría de ser tío de una bebita preciosa, las amo.

A mis primos: Humbertico, Omar Camilo, Gonzalito, los quiero mucho.

A mis Abuelos: Les doy las gracias por ser los mejores del mundo, aunque dos ya no se encuentren presentes (mi abuela Teresa y mi abuelo Carlos) yo se las dedico con toda mi alma, los amo.

Para Rodolfo y Raúl Luis: les doy las gracias a ambos por fueron las dos personas que me acompañaron en el duro primer día que entré a la universidad, y por ser parte de mi día a día, muchas gracias.

A mi novia preciosa y familia: Te agradezco todo el apoyo que me has dado, por ser alguien muy especial en mi vida y quiero decirte que contigo a mi lado todo ha sido más fácil **“TE ADORO”**. A mi suegra que siempre ha estado pendiente de mí, a mi suegro que ha sido un ejemplo para mí por sus conocimientos, por su apoyo a lo largo de mi carrera, quiero dedicarles un pedacito de mi alegría.

A mis amigos Ridel y Héctor: quiero darle las gracias por ser los mejores, por todo el apoyo que me brindaron, Lelo **“amigo”** que más que mi amigo eres mi hermano gracias por los momentos que compartimos juntos, el chino te doy las gracias por todo el apoyo y el tiempo que

me has dedicado en la confección de este proyecto, sin ti no sé qué hubiera hecho, muchas gracias a los dos.

A mis amigos: les doy las gracias a Joaquín, Gustavo, Jorge, Hendry, Julio Jesús, Julio Cesar, por estar unidos en todo momento, por ser un gran apoyo en esta trayectoria de estudio, sacrificio, dedicación, de diversión y convivencia. También quiero agradecer a mis compañeros de aula por ser como son, un poco rebeldes, pero de muy buen corazón, a todos y cada uno muchas gracias.

A mis tutores, colaboradores y profesores del departamento que han contribuido a mi formación profesional. En especial a Profe Víctor por darme la oportunidad de ser uno de sus tesiantes y trabajar juntos en un proyecto importante para los dos, a Esperanza por el apoyo que me brindó.

MUCHAS GRACIAS A TODOS

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza una propuesta de alternativas para la producción de azúcar orgánica en la UEB Central “Antonio Sánchez” ubicado en el municipio de Aguada de Pasajeros provincia Cienfuegos, el mismo tiene como objetivo la obtención de un nuevo producto que contribuya a proteger la salud de los consumidores y el equilibrio ecológico, además del alto valor económico que tiene en el mercado internacional lo cual contribuye al principio de exportar y no importar, se evidencia que es un proceso sostenible en el tiempo, para ello se realizan balance de masa y de energía, puesto que es imprescindible para controlar lo que entra y lo que sale del proceso y poder conocer los datos de la producción de azúcar final orgánica y la miel B final orgánica que son los productos de mayor valor comercial, donde se lleva a cabo la evaluación económica del equipamiento a instalar para la obtención de este nuevo producto utilizando la metodología de los programas Balance, Deuda y Flujos aprobados por el MEP donde se mostraron tres escenarios (optimista, medio y pesimista), se completa estudio del impacto económico, social y medioambiental del proyecto. Se evidencia que la producción de azúcar orgánica en la UEB Central “Antonio Sánchez” es tecnológicamente viable, económicamente factible, ambientalmente compatible y con mejoras sociales, lo que permite definir una vía de seguimiento adecuado para la posterior instalación de la tecnología de producción de azúcar orgánica en esta industria.

Palabras Claves: orgánica, equilibrio ecológico, sostenible, alcohol orgánico.

SUMMARY

In the present work, a proposal of alternatives for the production of organic sugar is made in the UEB Central "Antonio Sánchez" located in the municipality of Aguada de Pasajeros, Cienfuegos province, it has as objective to obtain a new product that helps to protect consumer health and ecological balance, in addition to the high economic value that it has in the international market, which contributes to the principle of exporting and not importing, it is evident that it is a sustainable process over time, for which mass balance is carried out and energy, already that it is essential to control what enters and what leaves the process and to be able to know the data on the production of organic final sugar and organic final B honey, which are the products with the highest commercial value, where it is carried out the economic evaluation of the equipment to be installed to obtain this new product using the methodology of the Balance, Debt and Flow programs approved by the MEP where three scenarios were shown (optimistic, medium and pessimistic), a study of the economic, social and environmental impact of the project is completed. It is evident that the production of organic sugar in the UEB Central "Antonio Sánchez" is technologically viable, economically feasible, environmentally compatible and with social improvements, which allows to define an appropriate monitoring path for the subsequent installation of organic sugar production technology in this industry.

Key Words: organic, ecological balance, sustainable, organic alcohol.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	10
Problema de Investigación	12
Hipótesis	12
Objetivo general	12
Objetivos específicos	13
1. CAPÍTULO I. GENERALIDADES DE LA PRODUCCIÓN DE AZÚCAR ORGÁNICA. 13	
1.1. Azúcar orgánica	13
1.3. Propiedades nutricionales	16
1.4. Variedades de cañas recomendadas para la producción de azúcar orgánica	16
1.5. Tecnología de producción de la caña de azúcar orgánica	16
1.5.2. Siembra	17
1.5.3. Fertilización	17
1.5.4. Control de Malezas	19
1.5.5. Control biológico de Plagas	19
1.5.6. Riego	19
1.5.7. Cosecha	20
1.6. Utilización de la miel final orgánica como materia prima en el proceso de producción de alcohol orgánico	21
1.7. Normas de producción orgánico	21
1.8. Proceso de certificación orgánico	23
1.8.1. Etapas del proceso de certificación	23
1.9. Mercado del azúcar orgánico	24
1.9.1. La Unión Europea	24
1.9.2. El Mercado Orgánico Japonés	25
1.9.3. El Mercado Orgánico de Estados Unidos	25
1.10. La producción y el procesamiento Orgánico se basan en varios principios e ideas según los criterios básicos de la Federación Internacional del Movimiento Agrícola Orgánico (IFOAM) International Federation of Organic Agriculture Movement) incluyen.	25
1.10.1. La Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM). 27	

2. CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONVENCIONAL Y DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA TECNOLOGÍA PROPUESTA.....	29
2.1. Caracterización de la UEB Central “Antonio Sánchez”	29
2.2. Descripción del proceso de producción de azúcar convencional en Antonio Sánchez. .	29
2.3. Tecnología o equipamiento existente en el Central “Antonio Sánchez”	32
2.4. Propuesta tecnológica para la producción de azúcar orgánico en la UEB Central “Antonio Sánchez”	36
2.4.1. Etapa 1: Recepción de la caña de azúcar	38
2.4.2. Etapa 2: Preparación y Molienda.....	38
2.4.3. Etapa de Generación de Vapor	38
2.4.4. Etapa 3: Purificación del Jugo	39
2.4.5. Etapa 4: Evaporación del Jugo	40
2.4.6. Etapa 5: Cocción y centrifugado.....	40
2.4.7. Etapa 6: Secado y tamizado.....	41
2.4.8. Etapa 7: Envase, Manipulación y Almacenaje	41
2.5. Diagrama de flujo del proceso de obtención de azúcar orgánica en la UEB Central “Antonio Sánchez”	42
2.5.1. Consideraciones a tener en cuenta durante el proceso de obtención de azúcar orgánica:	43
2.6. Equipos a incrementar para producir azúcar orgánica en “Antonio Sánchez”.....	44
2.7. Metodología de cálculo para el balance de masa.....	48
2.8. Metodología de cálculo para el balance de energía.	50
3. CAPÍTULO III: EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA, AMBIENTAL Y SOCIAL.....	55
3.1. Proyección de la producción e ingresos por ventas.	55
3.2. Costos totales de la propuesta tecnológica para producir Azúcar Orgánica en la UEB Central “Antonio Sánchez”.....	56
3.3. Evaluación económica de los resultados obtenidos	57
3.4. Impacto Social y Ambiental	62
3.4.1. Impacto Social	62
3.4.2. Impacto Ambiental.....	63

Conclusiones65

Recomendaciones66

BIBLIOGRAFÍA67

Anexos.....70

INTRODUCCIÓN

La agricultura orgánica es un sistema integrado de producción basado en normas específicas y precisas orientadas a minimizar el uso de recursos no renovables, mejorar la salud del ecosistema buscando que sea sostenible desde el punto de vista económico, social y ecológico. Mediante la misma, se pretende conservar la fertilidad de la tierra y respetar el medio ambiente de manera sostenible y equilibrada, para producir alimentos saludables libres de residuos químicos, mantener la diversidad genética del sistema y evitar la contaminación. Los productores orgánicos optan por este sistema por varias razones, algunos por la convicción de que es mejor para la salud y el medio ambiente, otros por los mejores precios pagados y el importante crecimiento del mercado que proporciona oportunidades comerciales. Los beneficios de esta práctica incluyen la oportunidad de combinar los conocimientos tradicionales con la ciencia y las nuevas tecnologías de producción, permitiendo así producir alimentos con un alto componente nutritivo y de buen sabor. **(Pérez Consuegra, 2002)**

El azúcar orgánica es producida utilizando como materia prima la caña de azúcar, que es cultivada de acuerdo a las normas de producción orgánica dentro de un manejo productivo donde la utilización de abonos verdes, labores manuales de limpieza, prácticas conservacionistas, uso de abonos orgánicos y el cuidado del medio ambiente, son los pilares del sistema. El uso de productos químicos está prohibido tanto en el cultivo de la caña como durante el proceso de transformación industrial del azúcar. La misma se produce con el fin de nutrir al organismo humano protegiendo la salud de los consumidores, el equilibrio ecológico, ya que el lugar donde se produce está libre de sustancias tóxicas o químicos potencialmente dañinos a la salud. La caña de azúcar orgánica es industrializada en los ingenios donde se obtiene el “azúcar orgánica” que se utiliza para el consumo humano ya sea en forma directa o como insumo de los productos alimenticios. **(Fridmann & Penner, 2010).**

La producción orgánica en el mundo continua creciendo a un ritmo acelerado, y en este sentido los países latinoamericanos no son la excepción. De los 130 países alrededor del planeta que cultivan productos orgánicos en cantidades comerciales, al menos 90 (69 %) son países en desarrollo los cuales cuentan en la actualidad con alrededor de un 20 % del área cuantificada bajo manejo orgánico a nivel mundial, los países que se destacan con las mayores áreas de producción

son: Paraguay, Argentina, México, Brasil y que en conjunto abarcan un 95 % de la producción agropecuaria orgánica total latinoamericana, otros países que producen azúcar orgánica son Ecuador, Nicaragua, Costa Rica, Chile, El Salvador, Colombia, Honduras, entre otros. **(García, 2014)**

Desde la década de los 90 Cuba viene trabajando por lograr una agricultura cada vez más ecológica u orgánica, menos dependiente de los costosos insumos de productos químicos y basada en el desarrollo científico-técnico en aras de alcanzar una verdadera racionalidad ecológica y sustentabilidad económica. Con el propósito de detener la acelerada degradación que ocasiona el hombre sobre el medio ambiente, han tomado fuerza en las últimas décadas diferentes enfoques o escuelas que proponen un manejo de los agro-sistemas que no sea tan agresivo sobre el medio ambiente, los recursos naturales y la biodiversidad, como son: la agricultura orgánica, la natural, la ecológica, la biodinámica y la sostenible. **(Cabrera, 2018)**

La producción de caña de azúcar orgánica y sus derivados surge como una estrategia del país, teniendo en cuenta el incremento de la demanda de estas producciones a nivel internacional, sus altos precios, así como los beneficios que proporcionan desde el punto de vista ambiental, por la no utilización de productos químicos contaminantes, la no quema y el uso racional de residuos agroindustriales que permiten cerrar el ciclo productivo.

El Proyecto Ecológico “Carlos Baliño”, enmarcado en el municipio de Santo Domingo, provincia Villa Clara se inserta en la producción de caña de azúcar procedente de la agricultura orgánica, comenzó con este tipo de producción en el año 1998 realizando un ordenamiento progresivo del período de transición de sus bloques de caña de convencionales a orgánicos, proceso que demoró como promedio tres años y se sembraron nuevas plantaciones en tierras en barbecho ó desmonte. Paralelamente se realizaron modificaciones en la tecnología de azúcar crudo adecuando el proceso a los requerimientos de las normas ecológicas. **(Rodríguez Castellón, 2003)**

Durante esta etapa del proyecto ha sufrido diversas remodelaciones que han mejorado aún más sus parámetros tecnológicos. El mismo asume toda la producción de azúcar, procesando la materia prima que tributan seis UBPC y una CPA productoras de caña. Actualmente cuenta con 4 unidades productoras certificadas. Además existe una planta procesadora certificada con una norma

potencial de 2500 t por día, la cual alcanzando una eficiencia óptima y puede producir en una zafra 10 000 t de azúcar ecológica, las cuales tienen demanda en el mercado y se cotizan actualmente a precios tentativos.

La producción de azúcar orgánica abre las puertas a la producción de otros derivados de la caña como melaza orgánica, melado de caña orgánico para el consumo humano, frutas orgánicas deshidratadas con azúcar y posibilidades de producción de alcohol orgánico. **(Rodríguez Ovalle, 2016)**

En la provincia de Cienfuegos la UEB “Antonio Sánchez” se encuentra inmerso en un proceso de diversificación de su producción de azúcar convencional a azúcar orgánica, motivado por las bondades que se exponen anteriormente para estos productos y teniendo en cuenta su aceptación tanto en el mercado nacional como en el internacional.

En la actualidad, este central no se encuentra aplicando la tecnología para la producción de azúcar orgánica, aun contando con las condiciones, el personal adecuado, el terreno disponible y la implementación tecnológica, lo que dió origen a la formulación de la presente investigación y para la cual se consideró como problema de investigación el siguiente:

Problema de Investigación

No se tienen elaboradas propuestas para la producción de azúcar orgánica en la UEB Central “Antonio Sánchez”, teniendo en cuenta que la misma cuenta con los recursos básicos necesarios para la fabricación de este tipo de producto.

Hipótesis

Si se elabora una propuesta tecnológica adecuada para la producción de azúcar orgánica en la UEB Central “Antonio Sánchez”, se obtendrá un producto de mayor calidad, mayor valor agregado y ecológicamente saludable para el medio ambiente y la sociedad.

Objetivo general

Proponer las alternativas para implementar la producción de azúcar orgánica en la UEB Central “Antonio Sánchez.”

Objetivos específicos

1. Fundamentar teóricamente los elementos que sustentan la producción de azúcar orgánica.
2. Proponer mejoras tecnológicas en la UEB Central “Antonio Sánchez” para lograr la producción de azúcar orgánica.
3. Realizar la evaluación técnica, económica, ambiental y social las mejoras propuestas.

1. CAPÍTULO I. GENERALIDADES DE LA PRODUCCIÓN DE AZÚCAR ORGÁNICA.

Este capítulo resulta de vital importancia debido a que el mismo trata aspectos relacionados con los objetivos del trabajo y se ofrecen definiciones que facilitan la comprensión de aspectos abordados que persiguen dar una conceptualización y contribución a la problemática planteada.

1.1. Azúcar orgánica

El término “**orgánico**” se refiere a un sistema de producción más que a un producto final. Los alimentos orgánicos son producidos por productores que enfatizan el uso de recursos renovables y la conservación de la tierra y el agua, a modo de mejorar la calidad de su producto y asegurar la protección del medio ambiente para las generaciones futuras. El creciente interés del consumidor por alimentos orgánicos está abriendo nuevas oportunidades de mercado para los productores de la industria alimenticia. Estos productos, que una vez fueron un producto nicho vendido en un número limitado de tiendas, hoy se venden a través de una amplia variedad de canales incluyendo ferias, supermercados de productos naturales, supermercados convencionales y club de descuento. (Garibay, 2003)

Las producciones orgánicas persiguen la obtención de alimentos saludables, de mayor calidad nutritiva, obtenidos mediante procedimientos sostenibles y sin la presencia de sustancias de síntesis química. Este tipo de agricultura es un sistema global de gestión de la producción, que incrementa y realza la salud de los agrosistemas, inclusive la diversidad biológica, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Esto se consigue aplicando, siempre que sea posible, métodos agronómicos, biológicos y mecánicos, en contraposición a la utilización de materiales sintéticos para desempeñar cualquier función específica del sistema. Esta forma de producción, además de contemplar el aspecto ecológico, incluye en su filosofía el mejoramiento de las

condiciones de vida de sus practicantes, de tal forma que su objetivo se apega a lograr la sostenibilidad integral del sistema de producción agrícola; o sea, constituirse como un agrosistema social, ecológico y económicamente sostenible. Los estudios más recientes se inclinan hacia la obtención de un producto cada vez más sano para la salud del hombre y que coopere con el saneamiento del medio donde se promuevan estas producciones. **(Orgánica & Agricultura, 2014)**

Para producir azúcar con la denominación de orgánica se debe comenzar cultivando caña de forma orgánica, donde se prohíbe totalmente el uso de fertilizantes químicos concentrados o cualquier tipo de abono que pueda introducir alguna contaminación. Para garantizar la calidad del producto como orgánico, el azúcar debe estar certificado por una entidad verificadora reconocida a escala internacional, de preferencia afiliada a la IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) ya que algunas veces los términos “orgánico”, “natural” o “ecológico” son utilizados como gancho publicitario sin respaldo real en las características del producto. **(Rodríguez Ovalle, 2016)**

El proceso industrial no se diferencia grandemente del convencional, salvo que no se puede añadir floculantes. Debe existir extremada limpieza e higiene y así evitar los problemas de infección y contaminación. Se deben evitar posibles derrames o goteo de los lubricantes adicionados a las maquinarias sobre el producto. Se recomienda el uso de equipos de acero inoxidable o plásticos de grado alimenticio. El envase y almacenamiento del azúcar se recomienda que sea en envases reciclables y biodegradables, en los lugares limpios e higiénicos evitando cualquier tipo de contaminación.

El azúcar orgánica certificada es el producto elaborado a partir de caña de azúcar cultivada de acuerdo a estrictas normas verificadas por empresas u organismos internacionales acreditados como certificadores orgánicos. Es obtenida a partir de caña orgánica o remolacha orgánica, cultivadas mediante prácticas de agricultura sostenible: en cuyo proceso agrícola e industrial no están presentes agentes químicos inorgánicos. Es un producto que se caracteriza por ser muy puro, de un grano fino casi de color blanco, del cual se puede obtener alcohol orgánico o ecológico. Varios países, entre ellos Argentina, producen volúmenes exportables de azúcar orgánico y utiliza unas 50 mil toneladas anuales de caña para la producción de alcohol orgánico. En el proceso de obtención de caña de azúcar con denominación de orgánica se rige por diferentes normas para el control de la calidad:

Parámetros de calidad del azúcar orgánico:

Pol mayor de 98 %; Humedad menor de 0,50 %; Color menor de 30 U.C.H.; Tamaño de grano mayor de 65 %; Reductores menor de 0,50 % Cenizas menor de 0,50 %.

Análisis del contenido de metales pesados del azúcar orgánica:

Hg menor de 0,03 ppm; Cd menor de 0,2 ppm; Pb menor de 0,1 ppm.

Análisis microbiológico del azúcar orgánica:

Bacterias aeróbicas menor de 104 Mic/g; Mohos y levaduras menor de 102 Mic/g; Enterobacterias menor de 102 Mic/g; Gérmenes coliformes menor de 102 Mic/g; Escherichia Coli menor de 102 Mic/g; Otros gérmenes menor de 102 Mic/g.

Análisis del contenido de residuos químicos del azúcar orgánica:

Pesticida de hidrógeno cloro y carbono (por componente) < 0,01 ppm; Pesticida de hidrógeno, cloro y carbono (en la suma) < 0,02 ppm; Insecticida de fósforo orgánico (por componente) < 0,01 ppm; Insecticida de fósforo orgánico (en la suma) < 0,02 ppm; Pesticida de nitrógeno orgánico (por componente) < 0,01- 0,05 ppm; Bromuros totales inorgánicos < 10 ppm.(Rodríguez Ovalle, 2016)

Unidades de medida:

Mic/g: microorganismos por gramo.

ppm: partes por millón.

U.C.H: unidad de color horne.

1.2. Tipos de azúcar orgánica

Existen diferentes tipos de azúcares que pueden ser producidos de manera orgánica, siempre y cuando sean elaborados respetando las normas orgánicas. Algunos ejemplos de tipos de azúcares más demandados en el mercado orgánico son: azúcar cruda (con polarización de 75-89% de sacarosa),

Actualmente se está incrementando la cantidad de azúcar orgánica que es utilizada como insumo en la elaboración de productos de líneas ecológicas o llamadas “naturalistas”. Azúcar refinada (con polarización 99,5-hasta 99,9% de sacarosa) o azúcares de especialidad como la golden light (de polarización 99,5% de sacarosa, insumo en industrias alimenticias), azúcar demerara (con polarización de 99 a 99,6%), entre otras.(Fridmann & Penner, 2010)

1.3. Propiedades nutricionales

El azúcar es el alimento principal del cerebro humano y se encuentra en casi todos los alimentos, en mayor o menor medida. Su aporte de energía ayuda al buen funcionamiento de los músculos, la retina y el sistema nervioso. Además, eleva el ánimo y la vitalidad, tiene carácter antidepresivo, favorece la rehidratación y posee un efecto de saciedad muy importante para el mantenimiento de una dieta con bajo contenido en grasas.

De acuerdo a numerosos estudios, el azúcar elaborado de manera orgánica tiene a la vez niveles más altos de nutrientes beneficiosos que su equivalente convencional. Esto se explica en gran medida, por un lado, por esfuerzos de los agricultores orgánicos por mejorar la nutrición vegetal en el suelo, lo cual a su vez tiene como resultado mejores condiciones generales de salud de los cultivos. Por el otro lado, el hecho de realizar un menor nivel de refinado y blanqueo y de no recurrir al uso de químicos como azufre o ácido fosfórico en el proceso de industrialización del producto, hacen que se conserven mejor los nutrientes naturales del azúcar. (Penner, 2010)

1.4. Variedades de cañas recomendadas para la producción de azúcar orgánica

Hablar de variedades especialmente recomendables para producir azúcar dentro de un sistema orgánico resulta realmente difícil, teniendo en cuenta factores como el suelo, régimen de lluvias, etc. Las diferencias con respecto a un sistema de producción convencional se encuentran básicamente en el manejo de factores permitidos o en su caso restringido, como ocurre con los agroquímicos.

Entre esas variedades se tienen como más sobresalientes las siguientes: B 47-44, B 50-135, Co 421, CP 57-603, H 32-8560, H 57-5174, H 44-3098, Mex 57-473 (conocida como Mex58-1230), NCo 310, PINDAR, POJ 2878, Q 68, Q 96, Q 99 y la denominada SANTA CRUZ; así como otras que pueden en la actualidad incrementarse como POJ 2714, H 50-7209, las cuales se encuentran muy dispersas, aisladas y disminuidas. (Chaves, 2001)

1.5. Tecnología de producción de la caña de azúcar orgánica

1.5.1. Preparación del Suelo

La buena preparación de suelo es fundamental para lograr una buena productividad del cultivo. Puede utilizarse la misma metodología recomendada para el sistema convencional pero sin la utilización de productos químicos. Está prohibida la quema de rastrojos y residuos vegetales como herramienta de limpieza. Existen dos opciones para la preparación del suelo, la primera el sistema convencional de labranza de suelo y la segunda la labranza mínima sobre kokuere o sobre abono verde. El cultivo de la caña de azúcar orgánica dura 5 años, empezando a producir desde el primer año. La caña de azúcar es una planta tropical de lugares calientes y soleados, dando sus mejores rendimientos con temperaturas medias de 25° a 26,5° C. El régimen de lluvias ideal para la caña de azúcar es aquel que supera los 1.200 milímetros anuales, con un período seco de 4 a 5 meses. Las heladas afectan las hojas y tallos tiernos. Para poder obtener azúcar orgánica es importante manejar todo el ciclo del cultivo con productos biológicos para el control de plagas y de algunas enfermedades que afectan el cultivo. Además, se debe trabajar con abonos orgánicos para nutrir a la planta y al suelo. Para que la parcela pueda ser registrada como orgánica, la misma debe tener un historial libre de agroquímicos durante por lo menos 36 meses. **(Villalta, 2012)**

1.5.2. Siembra

Para lograr mayor eficiencia en la zafra es recomendable que se utilice una combinación de variedades con ciclos de maduración variados (tempranera, mediana y tardía). La combinación a su vez varía en función al área de caña de azúcar que se va a cultivar.

Las semillas se distribuyen manualmente en los surcos abiertos. En los campos bajos, la siembra es llevada a cabo en camellones, con el objetivo de prevenir cualquier exceso de agua en los surcos. Los surcos deben tener una profundidad de 40 cm y una densidad de 1,40 cm. Se realizan cortes, dejando entre 3 y 4 yemas por cada trozo para lograr una germinación uniforme, con machetes filosos, con el fin de no dañar las yemas. La tapada de las semillas se realiza en forma mecánica o manual, y debe hacerse inmediatamente después de la colocación de la semilla para que la yema no sea dañada por el contacto con la luz solar. **(Villalta, 2012)**

1.5.3. Fertilización

Se realiza de acuerdo a los análisis de suelo respectivos, aplicándose como promedio en la caña plantada 25 kilos de nitrógeno, 150 kilos de fósforo y 100 kilos de potasio por hectárea y en la caña seca 80 kilos de nitrógeno, 30 kilos de fósforo y 120 kilos de potasio por hectárea. También

se utiliza cal agrícola (en dosis no mayores a 1.000 Kg. por hectárea aplicados en el fondo del surco, en caso de no disponer de análisis de suelos). El uso de abonos verdes en asociación con la caña de azúcar es una práctica que obligatoriamente debe adoptar el productor orgánico, debido a las múltiples ventajas que ofrece esta tecnología y por su facilidad de implementación. **(Villalta, 2012)**

El aporte de nutrientes y materia orgánica al suelo, son cuestiones fundamentales dentro del manejo orgánico, recomendándose fundamentalmente abonos orgánicos de producción propia tales como: compost, residuos de cosecha y abonos verdes. Prohibiéndose totalmente el uso de fertilizantes químicos concentrados o cualquier tipo de abonos tratados químicamente o que puedan introducir alguna contaminación.

Los restos vegetales y animales que llegan al suelo constituyen una fuente de alimento para innumerables organismos que transforman esos residuos en materia orgánica o humus, componente ligado a la fertilidad del suelo y al mejoramiento de su estructura, porosidad y vida microbiana. El agricultor orgánico utiliza este proceso natural para compostar los residuos orgánicos que genera su actividad (hojas, pasto, madera, basura, fibras naturales, pelos, huesos, estiércol) y obtener así, su propio abono orgánico o compost. **(BARRETO, 2008)**

El Compost es un producto rico en materia orgánica en forma estable, con un alto contenido de microorganismos e importantes cantidades de nutrientes. Tiene un alto valor en el mejoramiento y restablecimiento de los suelos ácidos, con poca profundidad efectiva, textura gruesa, concrecionamiento y bajo contenido de humus y calcio. La riqueza media del compost de residuales agro-azucareros es de 2.5 a 2.7 % de nitrógeno, de 2.7 a 3.2 de fósforo y de 0.7 de potasio. Contiene además calcio, azufre y microelementos como, zinc, cobre, hierro, molibdeno, entre otros también es rico en microorganismos útiles y su utilización en el fondo del surco tiene un periodo residual de 3 a 4 años. **(Orgánica & Agricultura, 2014; Pierri Palma, 2015)**

El compost tiene varias funciones:

- mejora la estructura del suelo: y con ello el laboreo, la aireación y la conservación de humedad.
- provee nutrientes a las plantas: el suelo se hace más saludable y produce plantas sanas.

- proporciona a las plantas mayor resistencia a las plagas y a las enfermedades: en general los insectos se alimentan de plantas débiles o enfermas.
- y además tiene una gran ventaja: es económico. **(van Konijnenburg & Matarrese, 2007)**

1.5.4. Control de Malezas

El control de malas hierbas constituye otro aspecto de interés, las mismas forman parte del ambiente y en general su presencia contribuye al equilibrio del medio, pero es necesario ayudar a que no afecten el buen rendimiento de las plantaciones. Se recomienda para su control labores culturales, cultivos intercalados, escardas, uso de restos orgánicos y como cobertura compostaje. **(Rubio-González, 2001)**

1.5.5. Control biológico de Plagas

Este procedimiento se ha puesto en práctica a partir del año 2003, específicamente como medio de control de una plaga denominada “Broca de la caña de azúcar” (*Diatraea saccharalis*), que es una oruga que provoca perforaciones en el tallo de la caña dulce, en donde el orificio creado sirve de entrada para algunos hongos que ocasionan grandes mermas en el contenido de la sacarosa del cultivo.

El control biológico consiste en la liberación de un enemigo natural criado en laboratorio que es una pequeña avispa (*Cotesia flavipes*), donde esta parasita a la oruga, impidiendo así la prosecución del ciclo de la plaga. El esquema de liberación de las avispas depende del grado de afección del cultivo.

El control de los medios biológicos se realiza fundamentalmente con la mosca *Lixophaga diatraea*, para el control de la principal plaga que es el Bórer, a razón de 40 a 65 pupas/ha para las áreas de producción y 120 pupas/ha para el caso de las áreas de semilla, se utiliza además el *Tetrastichus howardi* a razón de 4000 ind/ha aproximadamente. **(Rubio-González, 2001)**

1.5.6. Riego

Riego: “el riego es la aplicación oportuna y uniforme de agua a un perfil del suelo para reponer en este el agua consumida por los cultivos entre dos riegos consecutivos.”

La selección del sistema de riego se debe basar en: tipo de suelo, velocidad de infiltración, profundidad radical, topografía, disponibilidad de agua y mano de obra y factores financieros. Con el riego por aspersión se pueden alcanzar eficiencias de aplicación entre 80% y 85%, y se requiere una inversión inicial de capital alta en los sistemas de distribución y aplicación más el costo de la mano de obra, la operación y el mantenimiento de los equipos. Para el riego por superficie el costo de instalación es menor; la eficiencia de aplicación de este sistema en la región varía entre 30% y 60%.

Puede aplicarse también el riego por gravedad donde el agua se entrega a los surcos por medio de cortes o boquetes abiertos en las paredes del canal o mediante el uso de sifones o tubos cortos que entregan un caudal regulado a cada uno de los surcos. Otro sistema de riego puede ser por aspersión con cañones que se recomienda especialmente para zona de piedemonte y para la germinación y establecimiento del cultivo. **(Sanchez Guaman, 2016)**

El riego por goteo es definido como la aplicación frecuente y lenta de agua a la zona específica en donde se encuentran las raíces de las plantas. El riego por goteo de la caña de azúcar es una tecnología ampliamente probada en Hawái, Australia, Sudáfrica y Mauricio. Las ventajas obtenidas al regar por goteo son: requerimientos de baja presión, ahorro de energía, bajos caudales requeridos, alta eficiencia de aplicación (>90%), ahorro de mano de obra, fertilización junto con el riego y reducción de la presencia de malezas; además permite el cultivo en suelos marginales de baja fertilidad y baja capacidad de retención de agua. Entre las desventajas de este sistema se mencionan: altos requerimientos de mantenimiento, agua de alta calidad física y química y alta posibilidad de acumulación de sales en el suelo; además, el sistema es susceptible al taponamiento de los goteros y no permite el humedecimiento del tejido foliar. El riego por goteo se adapta bien a los cultivos en hileras y en muchas situaciones la alta inversión requerida para la instalación no lo hace viable (entre 2000 y 2500 US\$/ha, precios del año 2003). **(Aguas, Valderrama, & Trujillo, 2004).**

1.5.7. Cosecha

La cosecha se realiza normalmente en forma manual cortando la planta a ras del suelo con machete. Posteriormente se limpia la caña eliminando las hojas, se apilona y finalmente se carga para el transporte. La llegada al ingenio o centro de acopio debe ser rápida, a más tardar entre 1 a 2 días

después del corte. El cogollo y los restos de hojas de la caña de azúcar que quedan después de la cosecha son distribuidos en las melgas del cultivo, cuidando en dejar libre las líneas de plantación de manera a no entorpecer su rebrote.

El manejo de los residuos de la cosecha presenta varias ventajas para el cultivo como la disminución de malezas, el mantenimiento de la humedad del suelo por mayor tiempo y principalmente por permitir el reciclaje de grandes cantidades de nutrientes, entre otras cosas. Se prohíbe la quema de los rastrojos del cultivo y la quema de la caña antes de cosecharse. **(Fridmann & Penner, 2010)**

1.6. Utilización de la miel final orgánica como materia prima en el proceso de producción de alcohol orgánico

A nivel mundial este tema sigue creciendo a una tasa constante y sostenida entre un 20 a 25% anual, es decir que es el sector de la producción que crece a mayor tasa en el mundo, y que no es igualado prácticamente por ningún sector de los alimentos. Este crecimiento de la demanda es más marcado sobre todo en los países de la Unión Europea, Estados Unidos y el Sudeste Asiático que no logran el autoabastecimiento. **(Ojeda Martínez, 2005)**

El alcohol orgánico es un alcohol en cuyo proceso productivo no se emplean fuentes inorgánicas de nutrientes ni ácidos inorgánicos para mantener el pH del medio. La materia prima fundamental es la miel orgánica, obtenida a partir de la caña de azúcar cultivada solo con abonos naturales. Para poder producir alcohol con la denominación de orgánico es necesario prescindir de agregar sustancias químicas obtenidas por síntesis, tales como ácido sulfúrico, urea, fosfato y sulfato de amonio y antiespumante. **(Rodríguez Ovalle, 2016)**

1.7. Normas de producción orgánico

Las Normas de Producción Orgánica fueron establecidas en primera instancia por los productores y consumidores que conformaban las primeras asociaciones de productores orgánicos. Al ser establecidas por productores y consumidores, ambos conscientes de que será necesario disminuir el impacto negativo de la agricultura sobre el ambiente, pero también respetuosos de las limitaciones prácticas de todo sistema productivo, las normas resultan un punto de equilibrio entre la condición ideal de no impacto buscada por el consumidor y la visión práctica del productor.

Las Normas se dividen en tres áreas básicas: producción, procesado de alimentos y comercialización. Las normas de producción se dividen a su vez en ganadería y cultivos. Como se dijo anteriormente las normas son generalizadas para todos los cultivos. Aunque existen variaciones según las diferentes legislaciones, existen conceptos básicos comunes a todas las agencias y legislaciones:

- Protección del suelo y visión de manejo del suelo a largo plazo.
- Biodiversidad: se debe favorecer la biodiversidad biológica dentro del sistema productivo y a su alrededor.
- Proveer a los animales en la finca con óptimas condiciones de alimentación y habitación, para evitar problemas de posteriores de salud.
- Reciclar materiales de origen vegetal o animal para devolver los nutrientes a la tierra y minimizar el uso de materiales no-renovables.
- Promover el uso responsable del suelo, el agua y el aire, y minimizar la contaminación agrícola.
- Evitar la contaminación dentro de la finca: evitar riesgos de contaminación por aplicaciones de agroquímicos en fincas convencionales vecinas. Para esto son necesarias barreras viva, zonas de amortiguamiento, etc.
- Agua: el manejo del agua y la procedencia son importantes.
- Contaminación: el proceso productivo y el procesado deben ser no-contaminantes con el ambiente.
- Documentación: es lo que respalda el proceso y debe tenerse la documentación necesaria que permita garantizar las actividades de la finca o la planta de proceso. **(O. N. D. Á. N. P. D. D. A. P. A. S. D. P. P. ALTERNATIVOS, 2009)**

1.8. Proceso de certificación orgánico

El proceso de certificación depende de las normas y estándares de producción orgánica que serán implementados y verificados por la agencia certificadora para otorgar el respectivo certificado. Así, por ejemplo, la certificación de la plantación en transición de cultivos perennes como la caña de azúcar, conlleva un período mínimo de tres años, en el cual se deben llevar a cabo todas las recomendaciones dadas por la empresa certificadora y el inspector para conseguir la certificación. Los rubros anuales requieren una transición menor, de dos años. La duración del proceso de certificación depende de tres factores: el proceso a certificar: la producción, industrialización y / o/exportación; el tipo de cultivo: anual o perenne; y la condición de la plantación: en cultivos de ciclo corto, el periodo varía en función a las prácticas culturales y de conservación que se realicen en la unidad productiva. En los cultivos perennes dependen de si la plantación es nueva o es una plantación en transición.(C. N. D. Á. N. P. D. D. A. P. A. S. D. P. P. ALTERNATIVOS, 2009)

En el proceso de verificación, el inspector acreditado por la agencia certificadora debe realizar: visitas a los sitios de producción, procesamiento y administración para verificar información y cumplimiento de normas; estudio de registros; análisis de laboratorio (opcional). Elaboración de informe técnico al comité certificador, el cual debe contener: descripción de la unidad de producción, historia de uso de productos de síntesis, análisis de registros, puntos críticos de producción, comentarios y recomendaciones.(G Soto, 2001)

1.8.1. Etapas del proceso de certificación

Es necesario inspeccionar y certificar cada paso del producto, desde la semilla, la siembra, el manejo en campo, la cosecha, almacenamiento, transporte, procesado si existe, y empaque final. En el caso de materias primas que se importan a terceros países, la documentación fluye de un país a otro. A continuación se describen brevemente las etapas necesarias para lograr la certificación de un producto orgánico, a nivel de finca y de planta de proceso

El productor contacta la Agencia de Certificación. Los criterios para selección de la Agencia son: el comprador del producto, los requerimientos de su mercado y los costos de la Agencia. La Agencia le enviará un cuestionario que recopila la información acerca del manejo actual de la finca y el historial de la misma.

Inspección de finca: el inspector realiza una inspección de las instalaciones físicas y áreas de siembra. Inspecciona, verifica y reporta sus observaciones a la Agencia.

Decisión de Certificación: con base en la información colectada por el inspector, el Comité de Certificación toma la decisión.(C. N. D. Á. N. P. D. D. A. P. A. S. D. P. P. ALTERNATIVOS, 2009; G Soto, 2001)

1.9. Mercado del azúcar orgánico

La demanda principal de productos orgánicos se concentra en dos regiones, América del Norte y Europa, entre los dos comprende el 96% de los ingresos globales. El grado de concentración de los puntos destacados revela la disparidad de Producción y el consumo. Alimentos procesados o elaborados en regiones como África y América Latina son por lo general, orientados a la exportación. En el 2012 los mercados más importantes fueron Estados Unidos con 22,6 mil millones USD, Alemania con 7 mil millones USD, y Francia con 4 mil millones USD.

Cada vez son más los países que incorporan técnicas de producción orgánica, ya no solo para alimentos y bebidas sino también en la producción de textiles en la elaboración de productos de cuidado personal y cosméticos. Igualmente, crece el número de consumidores que revelan una preferencia más fuerte por los productos orgánicos.

Según una publicación de la Asociación Paraguaya en el 2012, el consumo de productos orgánicos en el mundo, fue de 9,08 USD anuales, siendo los mayores consumidores Suiza, Dinamarca y Luxemburgo. De esta forma, los productos orgánicos representan una alternativa para un número creciente de consumidores, así como una posibilidad de diferenciación para el productor. (Fridmann & Penner, 2010)

1.9.1. La Unión Europea

La Unión Europea fue el primer mercado en tener una legislación gubernamental para la producción orgánica. Debido a que este es aún el mercado más grande para productos orgánicos, el Reglamento EEC continúa siendo probablemente el estándar orgánico más importante para productores y comercializadores en todo el mundo.

La regulación EEC es la base legal para la producción, proceso y comercio de productos orgánicos en 25 países de la Unión Europea. Los productos certificados y verificados pueden ser identificados con un sello oficial de la Unión Europea. La Unión Europea requiere que las agencias de certificación estén acreditadas de acuerdo a la EN 45011 (ISO 65).

Suiza, Israel, Argentina, República Checa, Hungría, Australia establecieron regulaciones orgánicas que son consideradas equivalentes al Reglamento de la Comunidad Económica Europea (países terceros).

1.9.2. El Mercado Orgánico Japonés

La producción y el procesamiento de productos orgánicos para el mercado japonés está regulado en el Estándar Agrícola Japonés (Japanese Agriculture Standard “JAS”). Todos los productos que vayan a ser etiquetados como “orgánicos” para venta en Japón deben estar etiquetados con el sello JAS y deben estar certificados de acuerdo con este estándar, por una empresa certificadora acreditada por el gobierno japonés (MAFF).

1.9.3. El Mercado Orgánico de Estados Unidos

En el 2002 la legislación sobre producción de productos orgánicos en los EE.UU., el Programa Orgánico Nacional (NOP), entró en vigencia. Productores y procesadores que requieren exportar sus productos a los Estados Unidos necesitan un certificado NOP y deben identificar sus mercancías con el sello USDA. (Fridmann & Penner, 2010)

1.10. La producción y el procesamiento Orgánico se basan en varios principios e ideas según los criterios básicos de la Federación Internacional del Movimiento Agrícola Orgánico (IFOAM) International Federation of Organic Agriculture Movement) incluyen.

- Producir alimentos de Alta Calidad en suficiente cantidad.
- Relacionarse con los sistemas y ciclos naturales de una manera constructiva.
- Considerar el impacto social y ecológico más amplio del sistema de producción y procesamiento orgánico.

- Estimular y mejorar dentro del sistema agrícola los ciclos biológicos que implican a los microorganismos, la flora y fauna del suelo, las plantas y los animales.
- Mantener e incrementar la fertilidad del suelo a largo plazo.
- Promover el uso saludable y el cuidado adecuado del agua, sus recursos y la vida que en ella moran.
- Usar recursos renovables en sistemas de producción organizados localmente, siempre que sea posible.
- Crear un equilibrio armonio entre la producción agrícola y la cría de animales.
- Proporcionar a todo el ganado condiciones de vida, teniendo en consideración los aspectos básicos de su comportamiento natural.
- Reducir al mínimo toda forma de contaminación.
- Procesar los productos orgánicos utilizando recursos renovables.
- Producir productos orgánicos totalmente biodegradables.
- Proporcionar a todo aquel que participa en la producción y procesamientos orgánicos una calidad de vida que satisfaga sus necesidades básicas y permita una recompensa y satisfacción adecuada por su trabajo; incluyendo un entorno laboral seguro.
- Progresar hasta lograr una cadena de producción, procesamiento y distribución a la vez, socialmente justa y ecológicamente responsable.
- La demanda internacional del azúcar orgánico, crece año tras año. La razón de la misma es la preferencia de los consumidores por productos orgánicos, integrales, más saludables, sin aditivo adicionales ni químicos, y con una menor cantidad de procesos industriales.
- Los productos orgánicos mantienen un sostenido crecimiento en el consumo mundial siendo países desarrollados los mayores consumidores de estos productos. **(Orgánica & Agricultura, 2014)**

1.10.1. La Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM).

La misión de la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM), es liderar, unificar y apoyar el movimiento orgánico en toda su diversidad. Su meta es la adopción mundial de sistemas ecológicos, sociales y económicos, basados en los principios de la agricultura orgánica. Los miembros de IFOAM son: ONGs, organizaciones de agricultura y ambientalistas, comercio, empresas, procesadoras etc., instituciones dedicadas a investigación, capacitación, divulgación y educación, organismos de certificación, entre otros.

Las actividades de IFOAM son informar al público sobre la agricultura orgánica, representar el movimiento orgánico en foros políticos, científicos y económicos, desarrollar y revisar las "Normas Básicas" sobre la agricultura orgánica, asegurar la equivalencia de programas de certificación a nivel mundial con el Programa de Acreditación y asistir en el desarrollo de estructuras locales y regionales (organizaciones, políticas, mercados etc.) para intercambiar conocimientos y habilidades entre sus miembros. **(Gabriela Soto, 2003)**

Conclusiones Parciales

1. El correcto cumplimiento de cada una de las etapas del proceso de azúcar orgánica garantiza la calidad del azúcar y miel final.
2. Queda evidenciado la importancia que tiene el azúcar orgánico en el orden económico social y medioambiental.
3. Para garantizar un mayor desarrollo en el país en cuanto a la calidad del proceso de producción de azúcar orgánico es necesario aprovechar al máximo la materia prima.
4. Se demuestra la importancia del producto final miel orgánica en otros procesos como la producción de alcohol orgánico.
5. Queda demostrado que la utilización de compost como fertilizante es muy importante en el rendimiento de la producción de caña azúcar debido a sus aportes nutritivos tanto al cultivo como al suelo, además de su facilidad de producción.
6. Se hace necesario la implementación de sistemas de riego microlocalizados con el objetivo de garantizar un mayor rendimiento en cuanto a calidad y cantidad de la producción de caña de azúcar.

2. CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONVENCIONAL Y DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA TECNOLOGÍA PROPUESTA.

En este capítulo se efectúa una caracterización de la UEB Central “Antonio Sánchez”, dando a conocer la tecnología existente para la producción de azúcar convencional y se explica la tecnología a implementar para la obtención de un nuevo producto “azúcar orgánica”.

2.1. Caracterización de la UEB Central “Antonio Sánchez”

La UEB Central “Antonio Sánchez” se encuentra ubicada en el poblado de Covadonga perteneciente al municipio de Aguada de Pasajeros, provincia de Cienfuegos. Comenzó su construcción en el año 1903, por el ciudadano español Manuel Carreño Fernández y comienza la molienda de caña en 1905. En la actualidad se dedica a la producción de azúcar crudo y sus derivados utilizando sus coproductos como materia prima en otros procesos como en la obtención de alcohol, alimento animal y energía eléctrica, con aceptables rendimientos agrícolas e industriales, además del incremento y rendimiento de los cultivos varios, pecuarios, forestales y frutales. La misma atiende la actividad de 5 UBPC, 4 CPA y 3 CCS. El mismo tiene una capacidad de molienda de 3680 t/d. La función principal de esta empresa azucarera es la obtención de azúcar crudo a partir de la caña de azúcar. En él se encuentra además un complejo industrial constituido por diversas fábricas de producciones derivadas del proceso azucarero, ellas se distribuyen en la UEB “Antonio Sánchez”, la Destilería Alcoholes Finos de Caña S.A. (ALFICSA) y la UEB “Derivados”, que incluye la planta de Torula, la Fábrica de Pienso y la Fábrica de Ron. En todas ellas los procesos productivos dependen de subproductos derivados de la producción de azúcar de caña, por lo que en este complejo el central se destaca por su significación e importancia.

2.2. Descripción del proceso de producción de azúcar convencional en Antonio Sánchez.

El central Antonio Sánchez tiene una capacidad de molienda de 3680 t/d teniendo como función principal la obtención de azúcar crudo a partir de la caña de azúcar. La producción de azúcar crudo comienza con la preparación de la caña para la molienda. La caña limpia, es procedente del centro de limpieza además del tiro directo que vienen directo al ingenio por ejemplo los pelotones de CASE, se descarga por el basculador y cae por gravedad a una fosa o embudo. Seguidamente es

elevada por un conductor de esteras transportadoras hasta los rompe bultos, los que comienzan a conformar el colchón de caña, luego pasa a los gallegos o niveladores facilitándole el trabajo a las cuchillas, equipo encargado de fragmentar la caña y donde se obtiene hasta un 90 % de índice de preparación. Una vez preparado el colchón se inicia la etapa de molienda presiones hidráulicas en molinos , de hasta 60 a 75 ton por pie (196 a 246 t/min) lineal de maza. En esta etapa se obtiene el jugo mezclado para la producción de azúcar crudo, así como el bagazo, que es utilizado en las calderas para generar vapor, representando este aproximadamente el 25 % del peso de la caña molida. La extracción del jugo mezclado oscila en el rango de 90 -100 % en dependencia del flujo de agua de imbibición y de la fibra de la caña. El jugo proveniente de los molinos, con valores entre 15 y 16 °brix, pasa a la etapa de alcalización, proceso en el cual se encala el guarapo por medio de la adición de lechada de cal diluida. El mismo se realiza en frío y se debe alcanzar un pH entre 7 y 7.5. Posteriormente el jugo alcalizado es calentado de 102-106 °C en los calentadores para favorecer la separación en el tanque flash y facilitar la formación del lodo en el clarificador. El tanque Flash está dotado de deflectores con el objetivo de lograr una mezcla homogénea entre el jugo y la cal, iniciándose así la reacción de $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ precipitado que representa los núcleos de sedimentación en el clarificador. El jugo alcalizado pasa por gravedad a un clarificador donde se forman los flóculos de fosfato tricálcico, que son los encargados de arrastrar las impurezas hacia el fondo y formar la cachaza, impidiendo que estas se disuelvan en las condiciones físicas que trabaja el equipo. La alcalización debe garantizar una estabilidad rigurosa del pH del jugo en un rango de variación máximo de 0.4 unidades entre los valores de 7,1-7,5. Los lodos del clarificador son llevados a un mezclador donde se le adiciona el bagacillo como medio filtrante en proporción suficiente para formar una torta con buenas propiedades físico-mecánicas. El contenido de bagacillo en la mezcla debe estar en el orden de 6-8 kg/ton de caña, estos lodos se caracterizan por tener un pH en el intervalo de 6-6,7, es filtrado y el jugo obtenido con 9-11 °brix y 5-7 Pol se incorpora al proceso en la etapa de alcalización, mientras que la torta resultante es la cachaza. El jugo clarificado que proviene del clarificador con un pH de 6,7-7,1, con 13-15 °brix y 11-13 Pol, pasa por el filtro de jugo claro, con el objetivo de eliminar el posible bagacillo en suspensión. Después de esta filtración pasa por un calentador de repaso para subir la temperatura sobre los 105 °C y después se alimenta a los pre-evaporadores donde ocurre una evaporación primaria a simple efecto. Estos operan a presiones relativamente altas 25 lb/plg², obteniéndose un jugo de

aproximadamente 18 °brix. El jugo de salida del prevaporador se alimenta a los evaporadores de múltiple efecto donde ocurre una evaporación secundaria y se elimina la mayor cantidad de agua posible, logrando una concentración entre 65 y 70 °brix. Este sistema consume vapor de escape hasta 15 lbf/plg². La meladura proveniente de los evaporadores llega a los tachos, donde se sigue concentrando hasta el punto en que aparecen los cristales de azúcar. Estos cristales de azúcar se siguen alimentando con meladura hasta alcanzar el tamaño adecuado para purgar la templa, de esta purga se obtiene el primer azúcar comercial y miel A, esta se utiliza para fabricar la templa de segunda y cuando se purga se obtiene azúcar de segunda y miel B, esta miel B se utiliza para elaborar la templa de tercera de las cuales se obtienen azúcar de tercera (semilla) que se utiliza como base para la fabricación del azúcar comercial y miel de purga que se emplea para alimento animal. Las masas cocidas “A” y “B”, son descargadas en los cristalizadores de primera y segunda y la masa cocida “C”, en los cristalizadores de tercera, los cuales, una vez enfriada la masa contenida se descarga en las centrífugas, las que tienen la función de separar la miel de los cristales de azúcar. En esta etapa se obtiene: el azúcar de primera y de segunda, conformando el azúcar comercial; el azúcar de tercera se utiliza en la preparación de la semilla y la miel final que sale de la fábrica constituye la materia prima principal en la producción de alcohol. El azúcar comercial sale de la centrífuga por un conductor de banda de goma hacia un embudo (tolva), lugar debidamente preparado donde se envasa a granel en tolvas de ferrocarril para su posterior almacenamiento y su traslado a la empresa comercializadora la cual es TECNOAZÚCAR. (VELÁZQUEZ, 2010).

Para lograr un desarrollo adecuado en cada una de las etapas del proceso son necesarios sistemas auxiliares que complementen las necesidades del proceso como: tratamiento de agua para calderas, generación de vapor, electricidad y preparación de la lechada de cal, las cuales se abordan a continuación:

Tratamiento de Agua para calderas: Este ingenio cuenta con una planta de tratamiento de agua, la cuál procede de un pozo que se encuentra ubicado cerca de la planta, el agua cruda es bombeada a un clarificador donde se le adiciona sulfato de alúmina y así eliminar dureza aunque no se elimina completamente pero sí una gran parte, después pasa a los filtros mecánicos de arena y seguidamente a los de resina catiónica fuerte que son de ciclo sodio, el agua tratada es usada en

las calderas y en el circuito cerrado de enfriamiento de los molinos. A las calderas también se alimenta agua de los condensados no contaminados los cuales elevan la temperatura al agua de entrada al ser ligada con la tratada.

Generación de Electricidad: El vapor de las calderas es aprovechado para producir energía eléctrica a través de los turbogeneradores. En estos se genera toda la energía eléctrica necesaria en el proceso de fabricación y el excedente se exporta al Sistema Electroenergético Nacional (SEN). El mismo cuenta con dos turbogeneradores uno de 2.5 MW/h y el otro de 4 MW/h sincronizados con la red eléctrica que utilizan el vapor de alta presión producido en los generadores de vapor.

Generación de vapor: El vapor usado en el proceso es generado en la propia fábrica usando como combustible exclusivamente bagazo que es un co-producto de la etapa de extracción del propio proceso con una humedad de 49,5 %. El sistema de generación de vapor está compuesto por dos calderas de 60 t/h cada una con una presión de vapor a 250 y 400 psig (18 y 28 atm.)

Preparación de la lechada de cal: la cal aquí tratada se disuelve, desarena y estandariza, la solución de en una proporción que va desde **500 y hasta 650 gs. de OCa por tonelada de caña molida**, o de sacarato, preparado previamente por medio de meladura y lechada de cal concentrado utilizada en la alcalización se prepara en tres tanques de capacidad cada uno de 7 m³ se alcaliza hasta un PH de 6.7 a 6.9 , en frío.. **(Rodríguez, 2013-2014)**

2.3. Tecnología o equipamiento existente en el Central "Antonio Sánchez"

Esta fábrica posee varios equipos tecnológicos los cuales se utilizan en varias funciones para satisfacer las necesidades del proceso:

Etapa 1: Basculador.

- Conductor de caña: formado por una estera, rodillos y cadenas, tiene una parte horizontal y otra inclinada. Tiene como objetivo transportar la caña con una capacidad 3680 t/día.
- Cuchillas: Está formada por 24 brazos,48 hojas, tienen como objetivo triturar la caña para favorecer la capacidad de los molinos y la extracción del jugo con una capacidad de 3680 t/día.
- Desmenuzadora: está constituida por un molino de 3 mazas que tiene como objetivo desmenuzar, extraer y alimentar el resto de las unidades con una capacidad de 3680 t/día.

- 5 molinos: están formados por 3 mazas (bagacera, cañera y la superior) con una capacidad 3680 t/día.
- Colador Rotatorio: forma cilíndrica, tiene como objetivo separar el jugo del jugo contenido en este con una capacidad 3680 t/día

Etapa 2: Alcalización.

El sistema de control de la muestra en este sistema permite obtener una materia homogénea y repetitiva, ideal para que el funcionamiento del pH sea efectivo, y mayor de 90% del pH en rangos de 6.6 a 6.9 en jugo clarificado.

- Premezclador y un mezclador: tienen forma cilíndrica, con la función de mezclar el jugo con la lechada de cal con una capacidad de 0.5 m³ y 5 m³ respectivamente.
- Rearcal: es un equipo periférico que se encarga de dosificar automáticamente la cal.

Datos Técnicos Planta Lechada de Cal:

- Sistema de preparación de lechada de cal 24 h tiempo mínimo de retención.
- Tres tanque gemelos de 18.9271 m³ para 6000 t caña / día.
- Debe propiciarse que el almacén de cal esté anexo a la instalación.
- El diámetro de conexión entre el tanque de macilla y los de lechada de cal tengan 6 plg.
- El sistema debe permitir que 1/5 de volumen de masilla pase siempre al tanque de lechada y 4/5 de agua condensada.

Etapa 3: Calentadores.

- 7 calentadores: Cada calentador tiene 3 cuerpos y cada cuerpo 2 pasos, y están dispuestos en forma horizontal, uno sobre otro. Tiene como función elevar la temperatura del jugo a un nivel cercano al punto de ebullición (106 °C) con un volumen total de 3.6480 m³. El vapor que se utiliza en esta operación es el procedente del área de generación de vapor.

Etapa 3: Clarificador

- Cilindro vertical con bandejas interiores. Su función es separar los sólidos de los líquidos mediante un proceso de sedimentación de sólidos insolubles con un volumen total de 127.1904 m³ y un volumen de trabajo de 85 % de 108.1118 m³. Tanque de flash: Cilíndrico de fondo cónico y abierto a la atmósfera, su función es igualar presiones y eliminar burbujas

de aire presentes en el flujo, con una altura de 2 m, diámetro de 2.56 m y volumen de 10.294 m³.

Etapas 5: Filtración.

- Cachazón: Tiene forma cilíndrica, abierto a la atmósfera, recibe el lodo proveniente del clarificador y tiene una capacidad de 1.13562 m³.
- Premezclado de cachaza y bagacillo: tiene forma cilíndrica, abierto a la atmósfera y agitación mecánica se encarga de mezclar la cachaza con el bagacillo con una capacidad de 1.70 m³.
- Filtro: Trabaja al vacío, son rotatorios. Se encarga de extraer el jugo contenido en la mezcla filtrante compuesta por el bagacillo y el lodo (*el contenido de bagacillo en la mezcla debe estar en el orden de los 6 a 8 Kg. por ton. de caña, lo que representa de un 10 a un 15 % en peso de la torta*) donde se obtiene el jugo filtrado. Estos lodos se caracterizan por tener un PH en el entorno de 6.0 a 6.7 y una relación sólido líquido del orden del 50 %. Su proporción es del orden del 18 al 29 % en relación con la caña. En el filtro se le adiciona agua condensada contaminada caliente, alrededor de los 75 °C, para agotar lo más posible a la torta de cachaza. Debe mantenerse este valor de la temperatura y controlar su volumen para que la dilución del jugo de los filtros no sobrepase el 25 %.

Etapas 6: Evaporación.

En esta operación del proceso se lleva a cabo la evaporación del 73 al 75 % del agua presente en evaporadores a simple y múltiple efecto. Lográndose con este proceso concentrar el jugo desde 15.5 hasta 65 °Brix.

- 2 pre-evaporadores : El pre-evaporador es un gran vaso evaporador de uso múltiple con sus vapores. El objetivo principal de este equipo es funcionar como una válvula reductora de presión de vapor (25 – 12 psig), pero que produce trabajo. Este es capaz de brindarle todo el vapor necesario al área de tachos, el múltiple efecto, los calentadores rectificadores y la rectificación precisa de la temperatura del jugo alcalizado antes de entrar al tanque flash. En su calandria se alimenta todo el vapor del proceso, a la presión de 25 psig y 135 °C para que sea saturado. Al evaporar a estos tres lugares convierte el vapor de 25 psig en 12 psig, pero este vapor consigue aumentar entre 5 y 7 °Bx del jugo clarificado. Esta

evaporación sale gratis pues para ello no se consume vapor, solo disminuyó su presión de 25 a 12 psig. Luego el pre-evaporador es capaz de ahorrar el 25% de todo el vapor que consume el proceso y dar operación a tachos, evaporadores y calentador rectificador.

- 4 evaporadores: Son equipos de evaporación secundaria que trabajan siempre a múltiple efecto (desde 3 y hasta 6 vasos) . Consumen vapor de escape o vegetal de los evaporadores primarios hasta 15 psig. y pueden entregar vapores de extracción a calentador, cuya presión dependerá del o de los efectos donde se practique(n) la(s) extracción(es)
- Es un equipo de intercambio de calor con el objetivo de evaporar el agua contenida en el jugo y formar la meladura. Con una capacidad de PE#1: 15000 pie², PE#2: 11000 pie² el jugo entra con , EV#1: 10830 pie² y el jugo sale con 19 °Brix, EV#2: 10830 pie² y el jugo sale con 26 °Brix, EV#3: 8170 pie² y el jugo sale con 35.7 °Brix y EV#4: 8170 pie² y el jugo sale con 57 °Brix.

Etapa 7: Cristalización y Centrifugación.

- 7 tachos: es el equipo básico del área, en él se realizan las operaciones de concentración. Es un **equipo activo** en el sentido que para la realización de sus funciones requiere del suministro de vapor, mieles, agua y debe estar conectado al vacío, tienen forma cilíndrica, trabajan al vacío con el objetivo de realizar la cocción de las masas provenientes de los evaporadores, con una capacidad de T#1 3109 pie², T#2 1448 pie², T#3 1930 pie², T#4 2784 pie², T#5 1321 pie², T#6 1624 pie², T#7 1711 pie².
- 11 cristalizadores: equipo abierto y dotado de movimiento para mantener de forma homogénea toda la masa. Se consideran **equipos activos** porque forman parte del ciclo de agotamiento de las masas en los tachos, son construidos en forma de U y la función que realizan es la de agotar las masas por medio de una disminución de la solubilidad ante una caída de la temperatura con una capacidad de 1500 pie³.
- 12 Centrifugas: son equipos separadores, movimiento eléctrico y su función es separar el grano de azúcar de la miel con una capacidad de 650 kg/carga (comerciales).

Dado que la azúcar que se produce en “Antonio Sánchez” es del tipo convencional se hace necesario introducir cambios tecnológicos que posibiliten la obtención del nuevo producto deseado “azúcar orgánico”, por lo anterior se plantea la introducción de una nueva tecnología basada en el

mismo principio de la producción de azúcar convencional pero con la introducción de nuevas etapas como: *secado, tamizado, embasado y almacenado del producto final*.

La tecnología propuesta tiene como objetivo fundamental obtener un producto de mayor calidad, mayor valor agregado y ecológicamente saludable para el medio ambiente y la sociedad, teniendo como procesos principales los antes mencionados los cuales son novedosos para la fábrica, ya que para la elaboración del azúcar crudo convencional no hacen uso de estos procesos. En la tecnología propuesta se explican las diferentes etapas por la que transita la materia prima (caña orgánica) para la obtención de azúcar orgánica, así como los equipos a utilizar y las observaciones a realizar en cuanto a limpieza y tratamiento de los mismos, velando que no afecten de manera negativa el producto.

2.4. Propuesta tecnológica para la producción de azúcar orgánico en la UEB Central “Antonio Sánchez”

En este acápite se desarrollará la metodología mostrada a través de un diagrama Heurístico

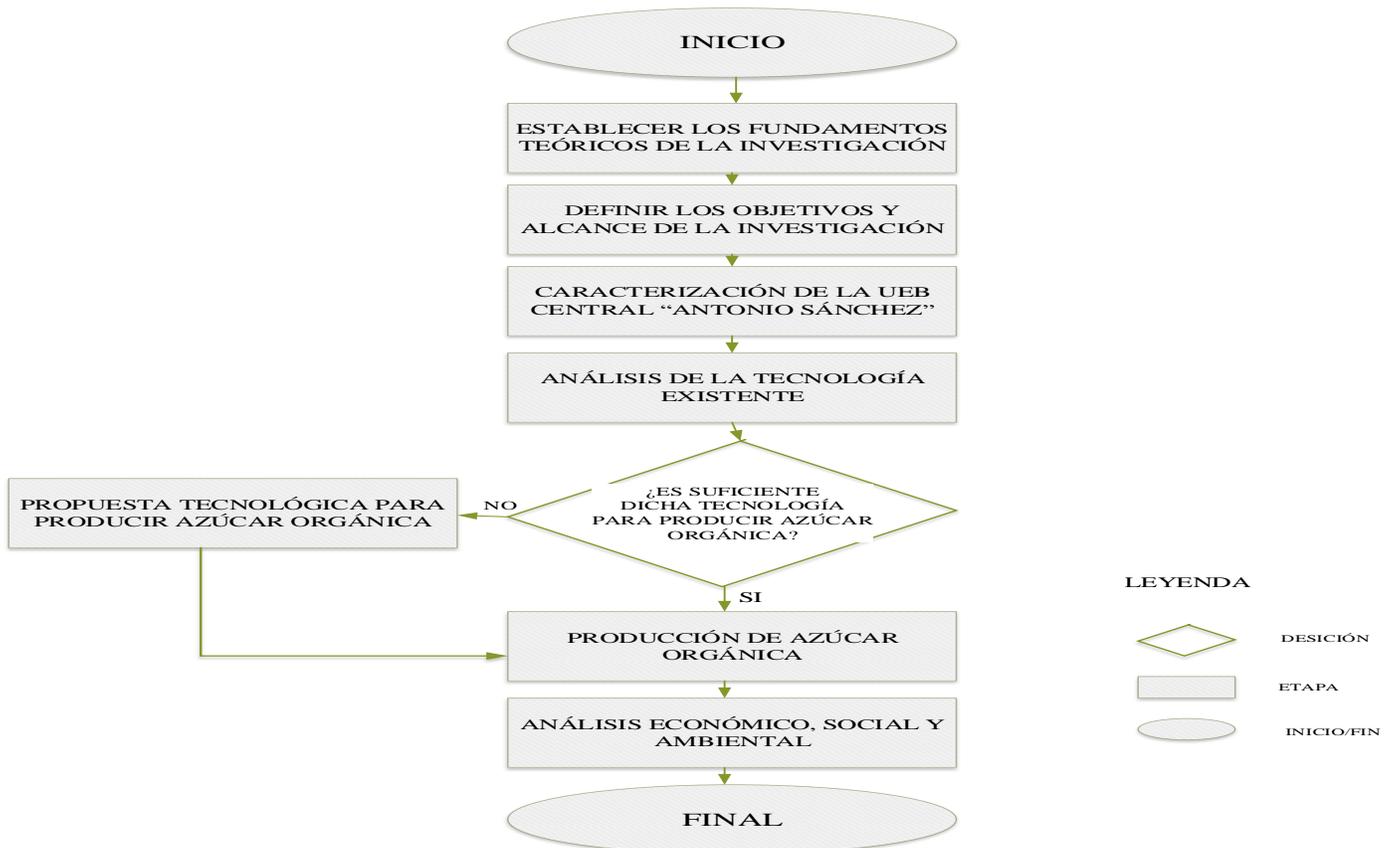


Figura 2.1 Diagrama Heurístico. **Fuente** (Elaboración propia)

La tecnología que se propone implementar para aumentar y diversificar el niveles de producción consta de varias etapas las cuales quedan reflejadas en la figura 2.1.

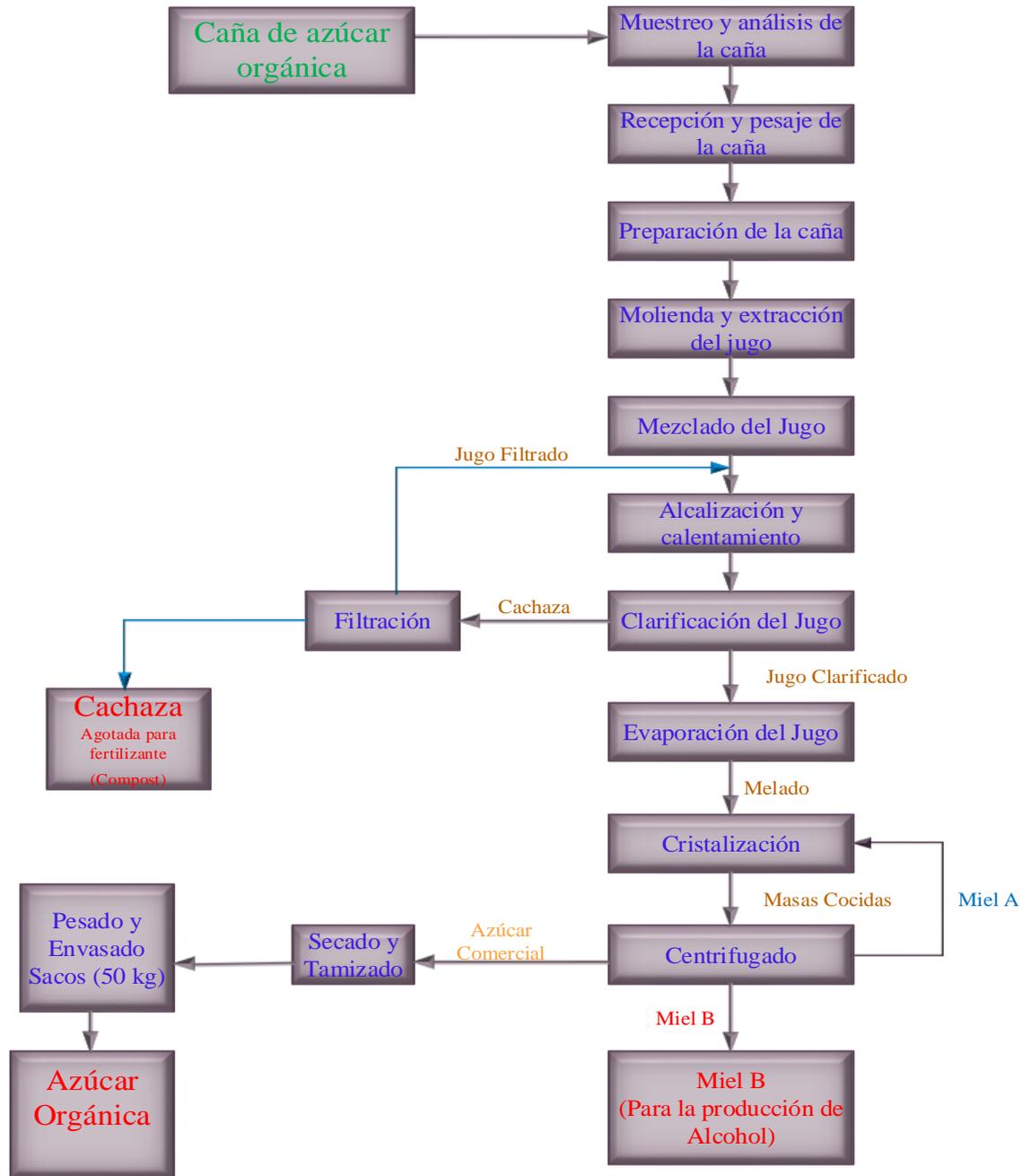


Figura 2.2: Etapas del proceso de obtención de azúcar orgánica. **Fuente:** Elaboración propia

2.4.1. Etapa 1: Recepción de la caña de azúcar

Actividad 1: La caña de azúcar orgánica es recibida en el ingenio, en donde se toma una muestra que es analizada con el fin de determinar los parámetros de calidad de la materia prima recibida.

Actividad 2: Posteriormente los camiones transportadores de caña pasan por la báscula de recepción, donde se realiza el cómputo del peso, identificando a cada productor, la variedad de caña, el tipo de corte, etc. Todos estos datos son cuidadosamente registrados.

2.4.2. Etapa 2: Preparación y Molienda

Actividad 1: De la báscula, el camión de caña sigue hasta el área de preparación/recepción, donde se descarga directamente en las mesas alimentadoras o en el depósito de caña (canchón) que se tiene para almacenar la materia prima que será molida. Inicialmente, la materia prima pasa por una cuchilla picadora, un desfibrilador y un electroimán, que captura las partes metálicas que puedan pasar con la caña. La caña ya preparada (cortada, desfibrada y sin partes metálicas) es llevada por medio de una cinta transportadora a la primera unidad de molienda.

Actividad 2: En los molinos se produce el proceso de extracción de la sacarosa que trae la caña. Para ayudar a la extracción del jugo (guarapo), a la entrada en el último molino se alimenta agua o guarapo a 70 °C aproximadamente en una proporción del doble de la fibra, lo anterior contribuye a extraer por lixiviación el azúcar. El agua utilizada para la imbibición es condensada de los vapores vegetales producidos del jugo de la caña.

Actividad 3: El jugo que sale de los molinos pasa por un colador rotativo para eliminar parte del bagacillo y sólidos en suspensión que lleva consigo. Posteriormente pasa por otros coladores de malla más fina para terminar de sacar el bagacillo fino que pudiera llevar. El bagazo resultante es enviado a las calderas, donde es utilizado como combustible.

2.4.3. Etapa de Generación de Vapor

Actividad 1: Mediante la quema del bagazo en calderas adecuadas para este fin, se obtiene en esta área la energía necesaria para producir la fuerza motriz de la fábrica y el calor necesario para el proceso de producción. En esta área se hace la aplicación de dos productos químicos **que no entran al proceso de producción de azúcar**, los que son necesarios agregar al agua de las calderas para eliminar su dureza y mantener los parámetros de operación de las mismas con el objetivo de

evitar deterioro en la calidad del vapor que llega a los turbo generadores y a su vez alargar la vida útil de los fluses de la caldera, estos productos son la Soda ASH y Fosfato Trisódico.

Actividad 2: Con el objetivo de lograr un mejor funcionamiento en la caldera, se puede construir una Planta de Tratamiento de Agua, la cual tiene como función de pasar el agua que entra por un proceso de tratamiento para eliminar tierra y otros sólidos que contenga, además de agregar aditivos como hidróxido de calcio, sulfato de aluminio, y sal los cuales **no entran al proceso de producción de azúcar** y son necesarios para ablandar el agua, eliminar las impurezas solubles del agua y regenerar el filtro catiónico; posterior a este proceso pasa a alimentar agua a la caldera. Estos aditivos solo se aplican de ser necesarios de acuerdo al resultado de los análisis que se realizan al H₂O.

2.4.4. Etapa 3: Purificación del Jugo

En esta área comienza el proceso propiamente dicho de elaboración de azúcar y en la misma intervienen las operaciones básicas de calentamiento, clarificación, evaporación, filtración y concentración logrando la eliminación de un grupo grande de no azúcares presentes en el jugo y que son nocivos al proceso, incluyendo la separación de un 80% del agua contenida en el jugo.

Actividad 1: El jugo proveniente del área de molinos pasa a un tanque donde se realiza el proceso de alcalización, por medio de la adición de lechada de cal.

Actividad 2: Del tanque de alcalización el jugo ya alcalizado pasa a los calentadores de jugo, donde se eleva su temperatura hasta el punto de ebullición o ligeramente arriba (102 – 105 °C) antes de pasar a los clarificadores. Aquí se separan las impurezas que trae el jugo por medio de la decantación.

Actividad 3: De los clarificadores el jugo pasa nuevamente por filtros de malla fina, para eliminar toda posibilidad de bagacillo e insolubles en este jugo. Posteriormente va a un tanque de jugo clarificado, de este tanque es enviado a otro proceso de calentamiento antes de pasar al área de evaporación.

Actividad 4: Las impurezas del jugo (cachaza) son enviadas a los filtros rotativos al vacío, para realizar la recuperación del caldo que la acompaña. La cachaza se mezcla con bagacillo fino, el

cual sirve de elemento filtrante. La torta de filtro resultante es enviada al campo y utilizada como fertilizante orgánico natural (compost).

2.4.5. Etapa 4: Evaporación del Jugo

Actividad 1: En esta etapa, el jugo es concentrado desde unos 16 °brix hasta 65 °brix. El jugo entra primeramente a los pre evaporadores, donde se realiza una primera evaporación con vapor de escape. De los pre-evaporadores se extrae vapor vegetal, el cual sirve para realizar casi todos los procesos de evaporación, concentración y calentamiento de la fábrica.

Actividad 2: El jugo sale de los pre-evaporadores y entra a los evaporadores de múltiple efecto (cuádruples), donde completa su evaporación hasta llegar a la concentración deseada, convirtiéndose así el jugo en meladura. Esta serie de múltiple efecto evita la formación del color y garantiza una diferencia de temperatura entre el vapor calefactor y el guarapo a concentrar.

2.4.6. Etapa 5: Cocción y centrifugado.

En esta área es donde se logra el 80% de la calidad del producto final y de la eficiencia en el proceso, mediante un esquema tecnológico con instalaciones adecuadas para este propósito.

Actividad 1: En los tachos existen posibilidades de varios esquemas de producción, pero el propuesto es el de dos masas cocidas con disolución de la semilla “B” para cristalizar en la formación del grano del azúcar comercial, a este grano pequeño se le desarrolla con meladura o semilla “B” disuelta, beneficiada por la filtración de partículas en suspensión. La cristalización se efectúa por el Método de Shot, utilizando polvo de azúcar para la formación del grano, lográndose la cantidad y uniformidad del grano por experiencia del puntista, que desarrollando ese grano pequeño con meladura y semilla “B” disuelta se fabricará la masa cocida comercial. Esta producirá el azúcar comercial orgánico y la miel “A”, rica en azúcar aprovechable, por lo que con esta miel “A” se elaborará una masa de agotamiento llamada Masa Cocida “B”.

Para la fabricación de la masa cocida “B” se cristalizará por el método de Shot semillamiento, para las masas cocidas “B” donde se alimentará meladura y miel “A”. Cada una de estas masas deberá de alcanzar una pureza de 74%. Al ser purgada esta masa produce la semilla “B” para el uso antes mencionado y la miel “B” como producto final para su posterior comercialización.

Actividad 2: Las masas cocidas comerciales y de agotamiento son recepcionadas en los cristalizadores y bombeada a los mezcladores respectivamente. Las masas cocidas comerciales son purgadas en centrífugas cíclicas automáticas, donde se separan los cristales de azúcar de la miel; el azúcar húmeda de alta calidad pasa al proceso de secado, mientras que la miel “A” rica en azúcar es incorporada a los tachos para la elaboración de la masa cocida “B”, esta masa es purgada en centrífugas continuas separando la semilla “B” de la miel “B”, con la primera se prepara un magma agregándole miel “A” diluida para ser repurgada después y alcanzar una semilla “B” repurgada de alta pureza y bajo color, con ella es preparada un magma con meladura y enviada a la estación de tacho.

La miel “B” es otro producto final de alta calidad que produce la fábrica, esta pasa de la centrífuga B al Tanque que le servirá de almacenaje hasta su comercialización. La miel producida por la máquina de repurga es mezclada a la miel “A” y devuelta al proceso nuevamente.

2.4.7. Etapa 6: Secado y tamizado

Actividad 1: El azúcar de primera, lavada convenientemente con agua a presión y a 80 °C, se descarga en los sinfines que la transportan hasta el secador, en éste se disminuye la humedad del azúcar desde aproximadamente un 1 % hasta valores inferiores a 0.10 % para lo cual se pone en contacto el azúcar con aire caliente que evapora la humedad que trae a la salida de la centrífuga. En el proceso de secado se reduce al máximo el resto de humedad contenida en el azúcar y que no ha podido ser separada durante la centrifugación, haciéndose un cribado al azúcar para eliminar conglomerados que en ocasiones se forman.

Actividad 2: Una vez que el azúcar es secado y enfriado se hace pasar por los imanes para separarle las partículas ferromagnéticas que pueden estar presentes, después se pasa por la (zaranda o tamizadora) con el objetivo de garantizar una homogeneidad mayor en el tamaño del grano de azúcar, así como para eliminar cuerpos extraños que por alguna u otra razón en ocasiones entran al proceso, posteriormente sale el azúcar listo para ser envasada.

2.4.8. Etapa 7: Envase, Manipulación y Almacenaje

Actividad 1: En esta área se realiza el llenado, pesaje, control de este y cosido del saco, así como el almacenamiento del producto terminado, el cual es envasado en sacos de papel multicapas, se utiliza una tecnología automática para esta operación.

2.5. Diagrama de flujo del proceso de obtención de azúcar orgánica en la UEB Central “Antonio Sánchez”

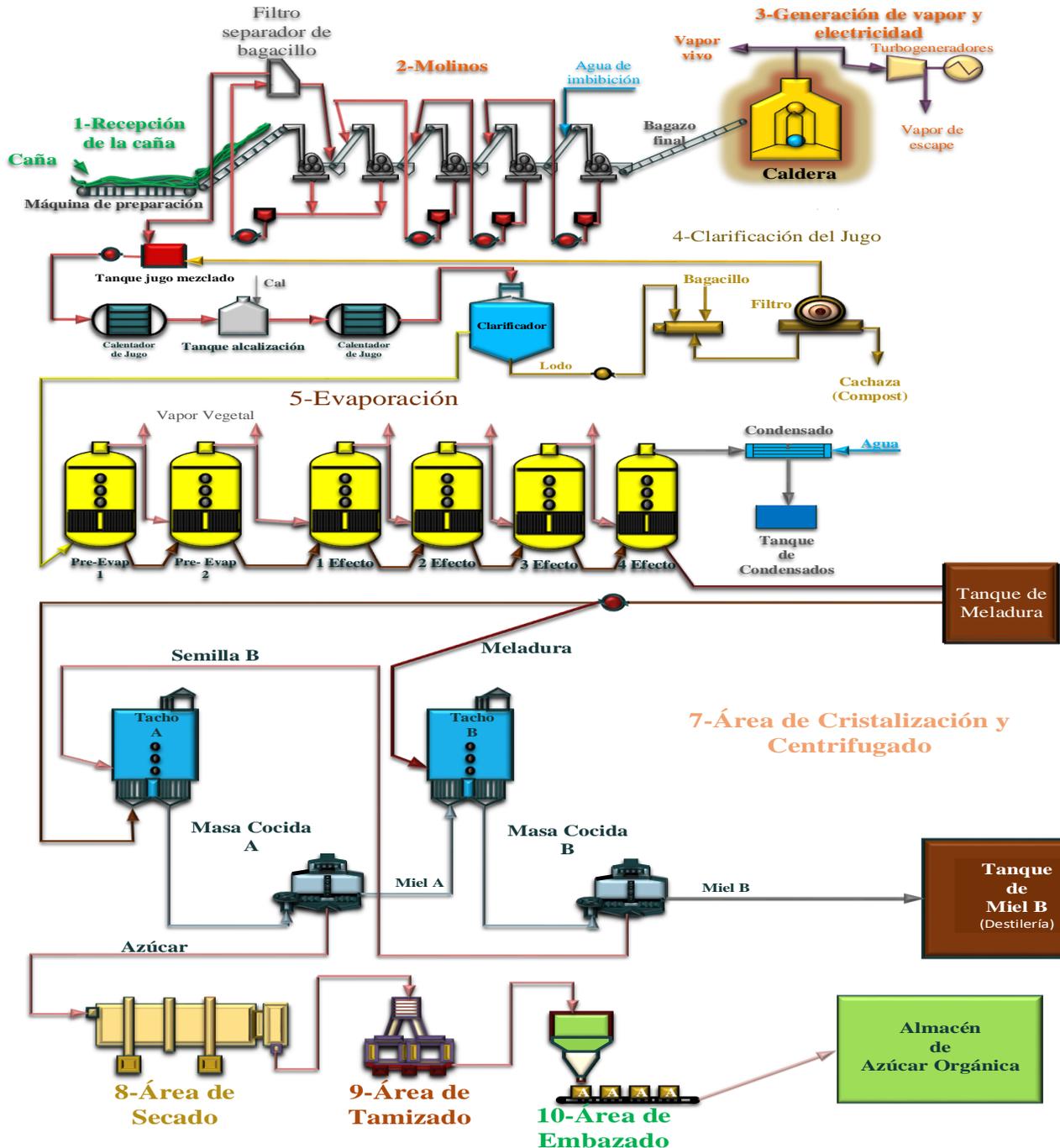


Figura 2.3 Diagrama del proceso de Azúcar Orgánica en “Antonio Sánchez”. I

Para que las etapas que conforman la tecnología propuesta ocurran con la calidad requerida, se realizan una serie de actividades de manera que garantice la obtención del producto final.

2.5.1. Consideraciones a tener en cuenta durante el proceso de obtención de azúcar orgánica:

Observación 1: Preparación de la materia prima

En el proceso de producción de azúcar convencional en el Central “Antonio Sánchez” la materia prima no se lava para eliminar la suciedad que pueda traer del campo lo cual es igual en el proceso de obtención de azúcar orgánica.

Observación 2: Limpieza de los molinos

En el proceso de limpieza y desinfección de los molinos se utiliza solamente agua y vapor de origen vegetal, ya que no es necesaria la aplicación del bactericida que se usa en la producción de azúcar convencional.

Observación 3: Purificación del Jugo

En el proceso de producción del azúcar orgánica, no se utilizan ni azufre ni ácido fosfórico para la clarificación del jugo proveniente de las áreas de molinos. Se utilizan clarificadores de bandejas múltiples que no requieren ningún producto químico, a diferencia del proceso de producción del azúcar convencional, que utiliza un clarificador de ciclo rápido que necesariamente utiliza un floculante. También se utiliza un floculante como auxiliar de filtración, que no es utilizado en el proceso orgánico de producción.

Observación 4: Evaporación del Jugo

Para la producción del azúcar convencional, se utiliza sosa cáustica u otros químicos previamente al lavado de los evaporadores, mientras que en el proceso de producción de azúcar orgánica, los evaporadores son lavados manualmente, con una bomba de alta presión, utilizando solamente agua.

Observación 5: Purificación de meladura

*En el proceso de producción del azúcar convencional se utilizan productos químicos para ayudar a la flotación en el área de cristalización y para disminuir la viscosidad de las masas cocidas de tercera, **que no son utilizados** en el proceso de producción del azúcar orgánica.*

Los objetivos deseados con esta etapa de purificación de la meladura son:

1. *Mejorar la calidad del azúcar.*
2. *Aumentar la retención de azúcar como mínimo con un 1%.*
3. *Eliminación de aproximadamente el 5% de los sólidos no-azúcares de la meladura.*
4. *Disminución del color de la meladura entre un 15-25%.*
5. *Disminución de la turbidez hasta 5 UI (75-85 NTU) de absorbancia y una remoción entre 80-90 %.*
6. *Disminución de la dextrana. (Cláudio M. Vaz; Fossi Díaz & Ramírez Valencia)*

Observación 6: Área de Envase, Manipulación y Almacenaje

Para llevar a cabo estas operaciones el operador de la máquina sitúa el saco en el área de llenado, donde ya ha sido pesado el azúcar en una pesa automática bien calibrada, que evita los errores en el peso de las bolsas, de aquí pasa por la estera hasta el área de cosido donde se cose el saco con un hilo calibre 12 y 5 cabos, que es el adecuado para el grosor de la aguja que se utiliza para esta actividad, y una precinta corrugada de 64 mm que posibilita un mejor sellaje del envase.

Después de ser cosido, el saco sale de esta área a través de una pequeña estera y es colocado por un obrero sobre un parlet de madera cubierto con bandas de papel u otro material aislante conforme, el cual es trasladado al almacén en un montacargas y depositado por lote de 22.5 t que se cubren con mantas de lona o papel para separar los lotes y lograr mayor protección. Por esta razón el azúcar no necesita de transportación entre la fábrica y el almacén, al estar estos a continuación del área de llenado de los sacos. Estos almacenes están destinados exclusivamente para el azúcar orgánico por lo que no existe la posibilidad de mezclas con otro tipo de azúcar, ni riesgos de contaminación.

2.6. Equipos a incrementar para producir azúcar orgánica en “Antonio Sánchez”

- **Secado**

En la industria azucarera los secadores normalmente empleados son del tipo directo–continuo, es decir, aquellos en los cuales el material a secar influye constantemente a través del equipo y en contacto directo con el aire caliente, además por lo general, son secadores rotatorios de tambor que

giran a velocidades que varían según el diseño entre 6 y 10 rpm, con el cual se corresponden. Presentan también una inclinación positiva del tambor para permitir en avance del azúcar en proceso hasta su salida. Son varios los detalles de operación y de carácter constructivo los que, generalmente, caracterizan a cada tipo de secador. Así nos encontramos que el tipo de aditamento que contiene el equipo en su interior para poner el azúcar en el más íntimo contacto con el aire desecante y de enfriamiento. La forma de distribución del aire y el tipo de extracción empleada son aspectos de importancia a la hora de definir con que diseño es el que más corresponde.

Comúnmente los dispositivos interiores más empelados en los secadores de azúcar son:

- ✓ Aletas, las cuales pueden presentar ángulos variables desde 45 a 90°.
- ✓ Louvres o persianas.
- ✓ Cruces.

Principales variables en la operación de secado.

La función eficiente de un secador de azúcar está en llevar la humedad del azúcar desde 0.50-0.60% de humedad del azúcar centrifugada a 0.035% como valor medio. Esto se debe conseguir con una temperatura de salida de 45 °C máximo y de 40 °C como óptima, lo mismo para el envase en bolsas como para su almacenamiento a granel. El máximo aumento del color del azúcar no debe llegar al 9% en el proceso de secado.

La operación fundamental para el secado eficiente del azúcar además de tener en norma todos sus parámetros de control entre ellos la temperatura de calentamiento con vapor (menos de 95 °C), es sin lugar a dudas una eficiente centrifugación del azúcar.

Para la operación de secado en este proceso de obtención de azúcar orgánica utilizaremos el **Secador Rotativo Louver**, estos cuentan con un tambor cilíndrico, tal como las unidades de cascada, pero que contiene una carcasa interna conformada superponiendo tablillas tipo persiana tangencialmente. Cada persiana está conectada al exterior mediante un baffle radial, dividiendo así el espacio anular entre el tambor externo y la carcasa interna en múltiples conductos individuales de aire. El aire que entra en estos pasajes debe salir de la carcasa interna a través de las rendijas formadas entre las tablillas louver. El diámetro de la carcasa interna formada por las persianas aumenta progresivamente hacia el extremo de descarga haciendo que el lecho de azúcar formado sobre las tablillas louver avance progresivamente hacia la descarga a medida que se desliza o rueda

sobre las tablillas debido a la rotación del tambor. Debido a esto es necesario tener pendiente en el tambor, y el tambor exterior es completamente horizontal. El aire se suministra a los canales de aire en el extremo de alimentación del tambor a través de un ducto especialmente diseñado para suministrar aire únicamente a los canales que se encuentran por debajo del lecho de azúcar. La carcasa divergente formada por las tablillas louver sirve para maximizar el flujo de aire en el extremo de alimentación del secador, donde el azúcar se encuentra más húmedo, mientras que ofrece mayor resistencia al flujo de aire, admitiendo menores tasas de flujo, hacia el extremo de descarga (azúcar más seco).

La principal ventaja de los secadores louver es un manejo más delicado del producto que con los secadores de cascada, reduciendo así el daño a los cristales. Se espera por lo tanto que esta unidad produzca una menor cantidad de polvillo y un azúcar más brillante.

- **Tamizado**

Los equipos de tamizado son aparatos mecánicos complejos, fundamentalmente aquellos que presentan partes móviles que con frecuencia, y a propósito, no están balanceados mecánicamente. Pero probablemente la parte de estos equipos que más interesa al ingeniero químico es la superficie de tamizado, cuyas características principales deben ser un tamaño de abertura uniforme y de acuerdo con las normas que se adopten, conjuntamente con suficiente robustez para soportar cargas mecánicas y con una superficie o sección viva suficientemente grande. Las diversas formas y tipos de parrillas, telas o mallas y planchas perforadas existentes para el tamizado tienen por objeto garantizar estas características. En la práctica industrial se utilizan equipos de tamizado de diferentes tipos y características constructivas, pero en todos ellos se persiguen tres fines fundamentales: provocar el paso del material fino a través de las aberturas; mantener un flujo constante del material fino a través de las aberturas; mantener un flujo constante del material grueso sobre la superficie de cribado e impedir la obstrucción de las aberturas por partículas o pedazos de sobremedida. Los aparatos para el tamizado de partículas gruesas son generalmente estacionarios y la obstrucción o atascamiento de los mismos se evita de modo natural debido al efecto de los golpes de los pedazos más grandes al caer. En el tamizado de partículas más pequeñas que no difieren mucho en tamaño del de las aberturas del tamiz, las partículas tienden a formar bóvedas sobre las mismas si la máquina es estacionaria. Por ello, para el tamizado de materiales

de este tipo se utilizan equipos en que los tamices están dotados de movimientos especiales para desalojar las partículas obstructoras y para mantener el flujo continuo del material.

Por lo que para este proyecto dado las características del material como es el azúcar utilizaremos la criba vibratoria de inercia debido a su mayor capacidad y menor gasto de energía, se componen de un bastidor horizontal con una frecuencia de 3600 rev/min, con vibraciones rectilíneas que admiten trozos mayores en la alimentación de 20 hasta 1500 mm, con uno, dos o tres tamices con un tamaño de agujero de 0.5 hasta 200 mm y área de tamizado desde 1.3 hasta 15 m². (Vega, 2010)

- **Embasado**

Posterior a la etapa de tamizado ya antes mencionada el azúcar pasa por unos conductos los cuales la transportarán a la base donde se dará el llenado, en esta base se encuentra un brazo que coloca los sacos vacíos en la boquilla de llenado que está al final de la línea de evacuación de azúcar. Se procede al respectivo llenado de los sacos el cual activa la báscula que nos dará el peso exacto según lo requerido. Después de que termine el llenado y pesado del saco, pasa al sistema de cierre de dicho saco, el cual puede ser por acción térmica, cocido, pitch top. etc.

Luego de ser sellados los sacos son transportados en la línea de evacuación de sacos llenos, aquí pasa por un sistema selector que es accionado dependiendo de los datos de peso que nos proporciona la báscula, si no cumple con el peso indicado el sistema rechazará el saco y lo enviará a una cinta transportadora para que dicho saco sea vaciado y comience de nuevo el proceso de llenado. Pero si el saco cumple con los requisitos establecidos el sistema selector lo enviará al siguiente proceso que es el almacenado de los sacos mediante una estera transportadora.

- **Almacenado**

Se utilizarán 2 almacenes destinados a este producto, son instalaciones cuyas características constructivas son: Techo de Zinc galvanizado, vigas de acero, paredes de cemento, uno con piso de concreto y otro con losa de granito; además de red contra incendios, aberturas en el techo que posibilitan el intercambio de aire en su interior y seguridad contra intrusos.

Uno de ellos mide 72 m de largo, 37.3 m de ancho y 7.15 m de alto, el cual se encuentra en proceso de reparación por no contar con las condiciones requeridas para el almacenamiento de azúcar lo que permitirá una capacidad de almacenaje alrededor de 10,0 a 12,0 t.

2.7. Metodología de cálculo para el balance de masa.

Balance Total en los Molinos

$$\text{Caña} + \text{Agua}_{(\text{imb})} = \text{Bagazo} + \text{Jugo}_{(\text{mez})}$$

Cálculo de la cantidad de bagazo:

$$\text{Bagazo \% caña} = \frac{\text{Bagazo}}{\text{caña}} * 100$$

Cálculo de la cantidad de Jugo de los molinos

$$\% \text{Ext molinos} = \frac{\text{jugo de molinos}}{\text{caña}} * 100$$

Cálculo del agua de imbibición

$$\text{Agua de imbibición} = (\text{bagazo} + \text{jugo de molinos}) - \text{caña}$$

Balance en la estación de purificación

Cálculo de la cantidad de jugo de los filtros

$$\text{Jugo de los Filtros} = 15\% * J \text{ Molinos}$$

Balance Total en el tanque de Jugo Mezclado

$$\text{Jugo del tanque mezclado} = \text{Jugo del filtro} + \text{Jugo de los Molinos}$$

Cálculo de la lechada de cal

$$m(\text{CaOH}) = \rho(\text{CaOH}) * V(\text{CaOH})$$

Balance Total de masa en el Tanque Flash

$$\text{Jugo alcalizado} = \text{Jugo mezclado} + \text{Lechada de cal}$$

Balance Total de masa en el Clarificador

Jugo que entra al clarificador = Jugo alcalizado + Flocculante

Balance Total de masa en el filtro

Lodo = cachaza + Jugos de los Filtros

Cálculo de la masa de jugo claro

Jugo que entra al clarificador = Jugo claro + lodo

Balances en la estación de evaporación

Balance Parcial de sólidos en los Pre-evap:

Jugo clarificado * Bxent = Jugo Salida 1 * Bxsal 1

Balance de Masa en los Pre-evaporadores

Jugo clarificado = Vapor producido + Jugo salida del Pre-evap 2

Balance de Masa en los Evaporadores

Balance total

$$F1 = F2 + W$$

Balance parcial de sólidos

$$F1 * Bxf1 = F2 * Bxf2 + W * Bx$$

Balance de Masa en el Área de Cocción

Producción de azúcar en peso.

$$PA = \frac{(Pj - Pm) * \text{Peso de Sólidos en meladura} * 100}{(Ps - Pm) * (100 - \text{Humedad del Azúcar})} * 100$$

PS = Pureza del azúcar.
 PJ = Pureza de la meladura.
 PM = Pureza de la miel final

Producción de miel B Final:

Miel B = *Caña molida* $\frac{t}{a}$ * *índice de producción de Miel B*

2.8. Metodología de cálculo para el balance de energía.

Turbogeneradores

El consumo de vapor puede ser calculado por la ecuación:

$$G_{turbo} = \frac{N * 860}{N_t * H_0 * N_{mec} * N_{elec} * N_{tubo}}$$

Donde:

$$N_t = \frac{i_0 - i_{2'}}{i_0 - i_2}$$

N = Cantidad de energía producida

N_t = Eficiencia Termodinámica

Donde:

i_0 = Entalpía del vapor a la entrada

i_2 = Entalpía del vapor al final del proceso adiabático ideal

$i_{2'}$ = Entalpía real del vapor a la salida de la turbina

Calentadores de jugo

El consumo de vapor puede calcularse por la siguiente ecuación:

$$G_{calent} = \frac{Q}{\lambda_{vap}}$$

Donde:

λ_{vap} = Calor latente del vapor de calentamiento

Q= Cantidad de calor necesario para el calentamiento del jugo.

El calor puede ser calculado según la ecuación:

$$Q = S * C_p (t_f - t_i) * X$$

Donde:

X= Coeficiente de pérdidas de calor, su valor oscila de 1.02 – 1.08

C_p= Calor específico del jugo

S= Cantidad de jugo que se calienta (esto lo conocemos mediante un balance de materiales)

S= Caña + Agua – Bagazo

Pre – Evaporador

El consumo de vapor en el Pre se calcula como sigue:

$$G_{pre} = \left(\frac{S_{jugo} * C_{p\ jugo} (t_{eb} - t_{alim})}{\lambda_{calandria}} + \frac{Ext * \lambda_{cuerpo}}{\lambda_{calandria}} \right) * x$$

Donde:

S_{jugo}= Masa del jugo alimentado S_{jugo} = (Jugo mezclado + cal) * 1.15 – cachaza

1.15= Valor que tiene en cuenta la recirculación del jugo de los filtros que está alrededor del 15% del jugo clarificado.

C_p=Capacidad calorífica del jugo

$$C_p = 1 - 0.0056 * (B_x)$$

t_{eb}= Temperatura de ebullición t_{alim}= temperatura del jugo alimentado

λ_{calandria}= Calor latente del vapor en la calandria

λ_{cuerpo}= Calor latente del vapor en el cuerpo Ext= Extracción de los vapores del pre

Evaporadores

El consumo de vapor se calcula mediante la ecuación:

$$G_{evap} = \left(\frac{S_{jugo} \left[\frac{1 - Bx_e}{n} \right] * \lambda_{cuerpo} + S_{jugo} * C_p (t_{eb} - t_{a\ lim})}{\lambda_{calandria}} \right) * X\lambda$$

Donde:

S_{jugo} = $S_{jugo\ clarificado}$ – Extracción Bx_e = Brix del jugo de entrada al vaso

Bx_s = Brix de la meladuran = Número de efectos

X = Coeficiente que toma en cuenta las pérdidas (1.03 – 1.06)

Tachos

El consumo de vapor se calcula según las siguientes ecuaciones:

$P_{inic} = \gamma * V_{inic}$ Donde:

P_{inic} = Peso del material inicial o Pie de templa V_{inic} = volumen inicial del tacho

γ = Peso específico del material el cual puede tomar 1450 kg/m^3 que es el valor promedio de acuerdo con las purezas y Brix de los materiales alimentados.

$$W_{inic} = P_{inic} \left(1 - \frac{Bx_1}{Bx_3} \right)$$

Donde:

W_{inic} = Agua evaporada inicialmente Bx_1 = Concentración del material inicial

Bx_3 = Concentración final de la masa cocida

$$P_{fin} = \gamma * V_{fin}$$

Donde:

P_{fin} = Peso final del material V_{fin} = Volumen final de la temple

$$P_{mat} = (P_{final} - P_{inic} - W_{inic}) * \frac{Bx_3}{Bx_2}$$

Donde:

P_{mat} = Peso del material Bx_2 = Concentración del material a alimentar

$$W_{mat} = P_{mat} * \left(1 - \frac{Bx_2}{Bx_3} \right)$$

Donde:

W_{mat} = Cantidad de agua evaporada en el material

Finalmente, el consumo de vapor se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$G_{tachos} = \frac{W_{inic} + W_{mat}}{T_0} * \varphi$$

Donde:

T_0 = Tiempo de de cochura de la templa

φ = Coeficiente que tiene en cuenta las pérdidas al medio ambiente.

Conclusiones Parciales

1. Se ha demostrado que la tecnología existente no es suficiente para la elaboración de este nuevo producto.
2. Queda evidenciada la importancia de la intalación de la nueva tecnología para la producción de este nuevo producto, como son (Secador Rotatorio Louver; Cribas Vibratoria de Inercia; Ensacadora Manual con Báscula de peso neto y sistema de cosido).
3. Para la obtención de azúcar orgánica es necesario que la industria habilite dos almacenes con no menos de 70 m de largo, 40 m de ancho y 10 m de alto para el almacenamiento del producto ensacado.
4. La industria cuenta con el personal calificado para la implementación de este proyecto.
5. La puesta en marcha de este proyecto incrementará la producción de un nuevo tipo de azúcar mas ecológico y saludable para el consumo humano, y contribuirá al aumento de la producción ecológica.
6. Con la introducción todas las propuestas de cambio en la industria se mejora las condiciones de trabajo de los obreros, y se produce un aumento en la calificación técnica y operativa del capital humano.

3. CAPÍTULO III: EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA, AMBIENTAL Y SOCIAL.

Durante este capítulo se estarán manifestando y discutiendo los resultados económicos de esta nueva propuesta tecnológica para producir azúcar orgánica en la UEB Central “Antonio Sánchez”, a su vez se tendrá en cuenta su impacto social y ambiental. Se hizo de vital importancia la utilización de los programas Balance, Deuda y Flujos por el MEP para la facilitación con el trabajo de los cálculos económicos en el mismo se presentan tres escenarios distintos (medio, pesimista y optimista) para así entender mejor como pueden variar los parámetros según los acontecimientos.

3.1. Proyección de la producción e ingresos por ventas.

La proyección de la producción de Azúcar Orgánica se evalúa simultáneamente con los ingresos para calcular la factibilidad económica del proyecto, así como los costos de producción y posteriormente los análisis económicos del índice de rentabilidad o factibilidad económica de la producción y venta del producto elaborado. En las siguientes tablas se muestran la proyección de la producción e ingresos por ventas para cada uno de los productos obtenidos. Conociendo con optimismo, que los precios por toneladas del Azúcar Orgánica y Miel B Orgánica pueden ser 350.00 CUC y 200.00 CUC respectivamente.

Tabla 3.1.1 Proyección de la producción de Azúcar Orgánica.

Concepto / año	UM	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Caña a moler	Mt	130.400	133.008	135.668	138.382	141.149
Capacidad Potencial	t/d	3680	3680	3680	3680	3680
Capacidad Operacional	t/d	2576	2576	2612.8	2612.8	2649.6
Aprovechamiento	%	70	70	71	71	72
Días de Zafra	días	50.6	51.6	51.9	53.0	53.3
Miel B Final producida	Mt	6.062	6.184	6.307	6.433	6.562
Rendimiento	%	10.25	10.50	10.75	11.00	11.25
Azúcar Orgánica	Mt	13.366	13.966	14.584	15.222	15.879

Cachaza	Mt	4.434	4.522	4.613	4.705	4.799
---------	----	-------	-------	-------	-------	-------

Tabla 3.1.2 Ingresos por ventas. Escenario MEDIO

Concepto/ Años	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Azúcar Orgánica Mt	13.366	13.966	14.584	15.222	15.879
Precio en CUC/t Minaz	335.00	335.00	335.00	335.00	335.00
Cachaza Mt	4.434	4.522	4.613	4.705	4.799
Precio en CUC/t	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Electricidad a la red Mwh	5443	5899	5932	6050	6086
Precio en CUC /Kwh	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
Miel B a Destilería, Mt	6.062	6.184	6.307	6.433	6.562
Precio en CUC/ t	190.00	190.00	190.00	190.00	190.00
Total de ingreso en MCUC	5651.60	5877.41	6108.24	6346.30	6591.10
Total ingreso MCUP	141289.92	146935.27	152706.06	158657.54	164777.43
Ingreso moneda total	141289.92	146935.27	152706.06	158657.54	164777.43

Tanto en la Tabla 3.1.1 como en la Tabla 3.1.2 se pueden observar los valores obtenidos de los balances calculados para la obtención de los productos finales de la producción de azúcar orgánica, se puede afirmar que son valores tentativos teniendo en cuenta el total de ingreso en miles de pesos para cada uno de los años, se demostrará posteriormente en este capítulo si se puede aceptar o no la nueva propuesta tecnológica.

3.2. Costos totales de la propuesta tecnológica para producir Azúcar Orgánica en la UEB Central "Antonio Sánchez".

En la Tabla 3.3.1 se muestran los costos directos, costos indirectos y el costo total de la inversión para la nueva propuesta tecnológica teniendo en cuenta la fabricación de Azúcar Orgánica, evidenció además que los mayores impactos en estos costos directos los tuvieron los costos de instalación del equipamiento y los de instrumentación y control, en los costos indirectos tuvo mayor impacto el de Ingeniería y supervisión.

Tabla 3.3.1 Determinación del costo total de la inversión para la propuesta tecnológica.

Determinación del costo total de la inversión	Costo (M\$)
Costo de equipamiento*	2327.69

Costos directos	Fracción de (*)	
Instalación del equipamiento	0.38	884.52
Instrumentación y control	0.32	744.86
Instalación de tuberías	0.18	418.98
Instalaciones eléctricas	0.12	279.32
Construcción	0.12	279.32
Facilidades de servicio	0.12	279.32
Costo total directo		5214.02
Costos indirectos		
Ingeniería y supervisión	0.35	814.69
Contingencia	0.15	349.15
Costo total indirecto		1163.84
Costo fijo de la inversión		6377.87
Inversión de trabajo	0.5	1163.84
Costo total de la inversión		7541.71

3.3. Evaluación económica de los resultados obtenidos

Valor actual neto (VAN).

El VAN se define como el valor actualizado del flujo de ingresos netos obtenidos durante la vida útil económica del proyecto a partir de la determinación por año de las entradas y salidas de divisas en efectivo, desde que se incurre en el primer gasto de inversión durante el proceso inversionista hasta que concluyen los años de operación o funcionamiento de la inversión. El dinero disminuye su valor real con el paso del tiempo, a una tasa aproximadamente igual a nivel de inflación, esto implica que deben ser analizado los métodos que tienen en cuenta el cambio del valor con el tiempo.

El valor del dinero varía a través del tiempo mediante la siguiente expresión:

$$P_n = P_i(1+tg)^n / (1+ti)^n \quad \text{Ec 3.1}$$

P_n – Capital dentro de un tiempo futuro

P_i - Capital inicial o actual.

Tg - tasa de ganancia ti - tasa de descuento

n – número de periodos (años). El inversionista invierte teniendo en cuenta dos factores: primero, debe ser tal su ganancia, que compense los efectos inflacionarios, y, en segundo término, debe ser

un premio o sobretasa por arriesgar su dinero en determinada inversión. Entonces antes de invertir, una persona siempre tiene en mente una tasa mínima de ganancia sobre la inversión propuesta, llamada tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).

Se define TMAR como:

$TMAR = i + f + i * f$; i = inflación; f = premio del riesgo). Ec 3.2

VAN es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

$N = -P_i + FNE_1/(1+ti)^1 + FNE_2/(1+ti)^2 + FNE_3/(1+ti)^3 + FNE_4/(1+ti)^4 + FNE_5/(1+ti)^5$. Ec 3.3

Los criterios de aceptación de evaluación son: si $VAN \geq 0$, acéptese el proyecto; si $VAN < 0$, se rechaza el proyecto.

Como puede observarse en la fórmula el valor del VAN, es inversamente proporcional al valor de ti de modo que si se pide un gran rendimiento a la inversión (es decir, si la tasa mínima aceptable es muy alta), el VAN puede volverse negativo, y en ese caso se rechazaría el proyecto.

Algunos autores recomiendan calcular la relación entre el valor neto actualizado (VAN) y el costo de la inversión actualizado que representa la tasa de rendimiento actualizado del proyecto y se identifica con las siglas RVAN.

Entre las diversas variantes posibles, conviene escoger la que ofrezca la RVAN más alta, o sea una relación mayor entre los ingresos netos actualizados y la inversión requerida para obtenerlos, el RVAN o Índice de Rentabilidad o Razón Beneficio. Costo es la relación del VAN/ Valor de la inversión, expresa cuanto se obtiene por cada peso invertido en el período analizado, y es una de los principales indicadores para la toma de decisiones inversionistas.

Tasa interna de rendimiento (TIR)

La TIR mide el número de años que transcurrirán desde la puesta en explotación de la inversión, para recuperar el capital invertido en el proyecto mediante las utilidades netas del mismo, considerando además la depreciación y los gastos financieros. En otros términos, se dice que es el período que media entre el inicio de la explotación hasta que se obtiene el primer saldo positivo o período de tiempo de recuperación de una inversión.

La TIR es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial, o sea el VAN es igual cero.

$P_i = FNE_1/(1+ti)^1 + FNE_2/(1+ti)^2 + FNE_3/(1+ti)^3 + FNE_4/(1+ti)^4 + FNE_5/(1+ti)^5$. Ec 3.4

La TIR es requerida por casi todos los organismos internacionales de crédito y puede aplicarse en presencia de escasez de capitales. Sin embargo, cabe recalcar que, si el problema que se enfrenta es decidir entre proyectos mutuamente excluyentes, el criterio del VAN es el único que permite adoptar una decisión, sin inducir a error, respecto de cuál proyecto es más rentable y conveniente (Francisco, 2010).

Los resultados de la evaluación económica brindan el resumen del análisis y los estudios de factibilidad necesarios para la puesta en marcha de cualquier propuesta o proyecto de inversión a realizar. El proyecto de azúcar orgánica en la UEB Central “Antonio Sánchez” arroja la siguiente serie de datos positivos que reafirma la factibilidad económica de su implementación. Para realizar los cálculos necesarios en la nueva propuesta de inversión se utilizaron los programas Balance, Deuda y Flujos por el MEP (González, 2008) y recursos que se necesitan (Peters, 1991), arrojaron los siguientes resultados finales:

Tabla 3.4.1 Resumen de la evaluación económica.

<u>RESUMEN DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA</u>				
Productos: Azúcar Orgánica, Miel B a destilería y Entrega EE a la red nacional				
MEDIO				
	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5 al 11
Proyec. Producción, Mt	13.366	13.966	14.584	15.222
Precios Mon.Total, \$/t	8375.00	8375.00	8375.00	8375.00
Precio USD/t	335	335	335	335
Electricidad a RED, MWh	5443	5899	5932	6050
Precio Electricidad, \$/Kwh	0.004	0.004	0.004	0.004
MIEL C a destilería, Mt	0.000	0.000	0.000	0.000
Precio Miel B USD/t	190.00	190.00	190.00	190.00
Costo Unitario Mon. Total	9810.10	9514.06	9439.79	8983.87
Precio promedio, \$/t	10570.85	10521.05	10470.56	10422.93

Parámetros	MLC	Mon. Total
Económicos	Invers. Total	Invers. Total
TIR , %		117.1
VAN al 12%, Miles\$		54112.5
RVAN \$/\$		6.99
P.Recuper. Inv. (Años)		2.05
Pto de Equil. (Ton Produc)		13179.0
Pto de Equil. (% Produc)		86.6
- Costo Oper./Ingr.		0.93
- Costo Total/Ingr.		0.94

Figura 3.4.1 Perfil del VAN y análisis gráfico del período de recuperación de la inversión para el escenario medio.

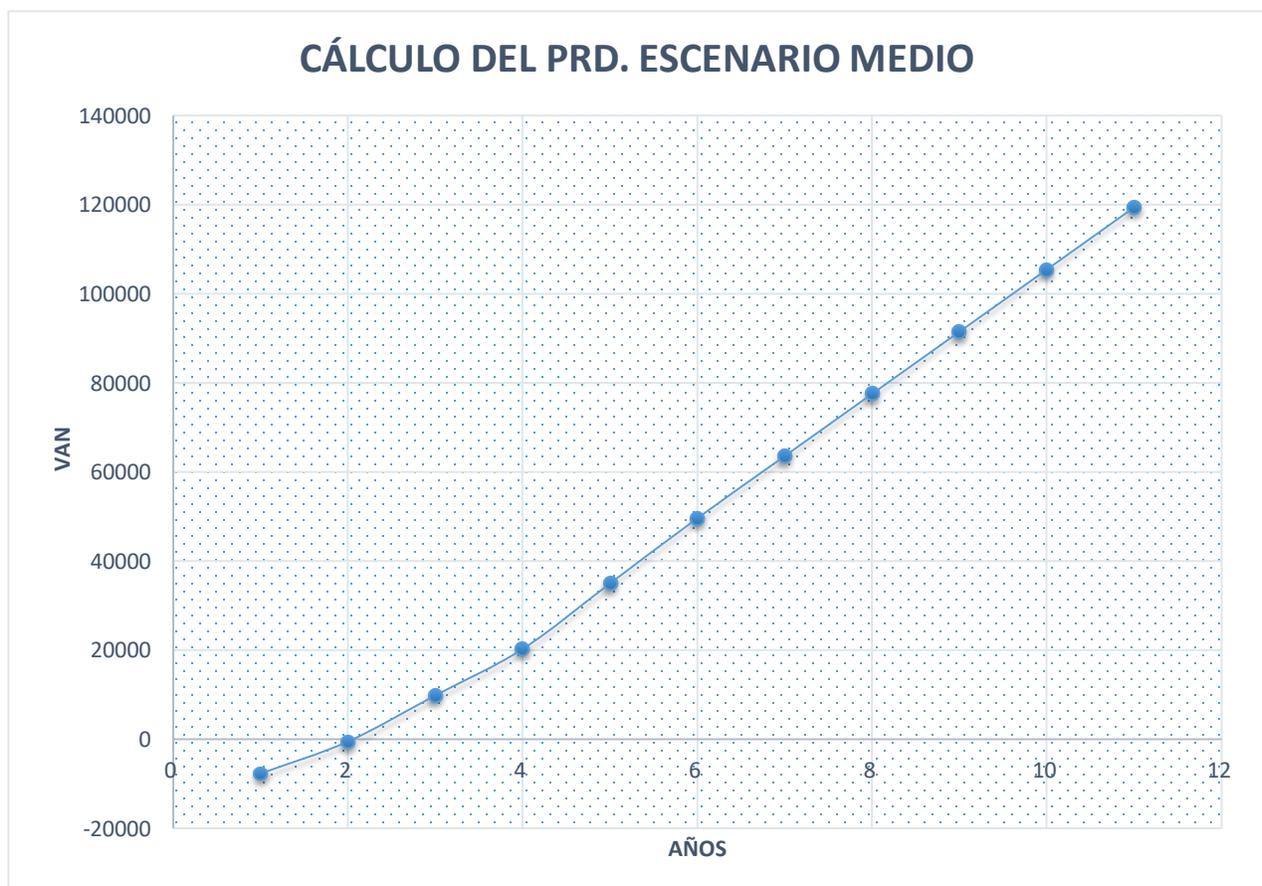
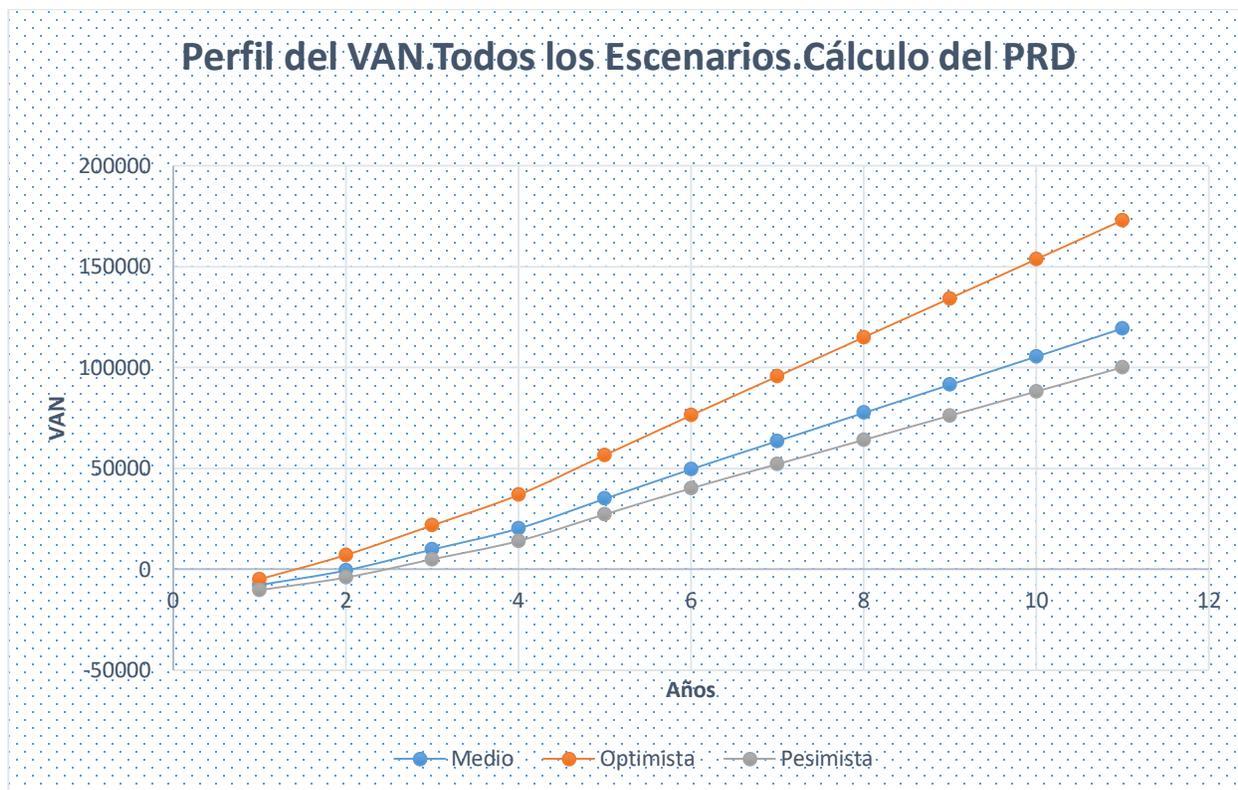


Figura 3.4.2 Perfil del VAN y análisis gráfico del período de recuperación de la inversión para los tres tipos de escenarios (medio, pesimista y optimista)



Se requiere un crédito por **7741.7 M\$**, 12% interés, con 1 año de Gracia y se repaga en los próximos 4 años

Por lo que se puede argumentar según estos resultados que:

- Se alcanzará una TIR de 117.1 % lo que representa un alto valor que garantiza reservas internas del proyecto para lograr rentabilidad.
- El valor actual neto (VAN) a la tasa de descuento del 12% da 54112.5 Miles\$ de ganancias en el periodo evaluado para los primeros 10 años.
- El tiempo de recuperación de la inversión de 2.05 años aproximadamente.
- La tasa de rendimiento actualizado del proyecto (RVAN) que es la relación entre el valor neto actualizado (VAN) y el costo de la inversión actualizado da un valor de 6.99 \$/\$.

Tabla 3.4.2 Datos para el análisis de sensibilidad en los tres escenarios.

Para Analisis de Sensibilidad			
Factor	Optimista	Medio	Pesimista
Precio Azúcar Orgánica, CUC/t	350.00	335.00	320.00
Precio Miel B Orgánica, CUC/t	200.00	190.00	180.00
Incremento Cost Caña Org Basc, \$/t	525.00	540.00	535.00
Índice increm costos RH, \$/\$	25.00	23.00	21.00
Índice increm costos otros, \$/\$	23.00	23.00	21.00
Índice increm costos Grales, \$/\$	10.00	10.00	9.00
Índice increm costos EQUIPOS, \$/\$	1.00	1.50	2.00
Total Inversión / valor equipos \$/\$	2.98	3.24	3.24
% Interés Crédito bancario	10.00	12.00	15.00
Año de Gracia repago	0	1	1

3.4. Impacto Social y Ambiental

En una sociedad como la cubana, lejos del consumismo alterado de todo tipo de productos y de la necesidad primaria del consumo extremo, se deben de realizar todo tipo de esfuerzos para el cuidado del medio ambiente y del entorno que se comparte y se convive, es por esto que todo tipo de estudio que se realice y se ejecute, debe estar en relación equilibrada y no perjudicial con el hábitat y el entorno a utilizar. En este trabajo se realiza la evaluación del impacto ambiental y social como parte principal del mismo para la proyección y ejecución de sus etapas.

3.4.1. Impacto Social

El consumo de productos industriales en la que se utilizan agentes químicos en etapas de su elaboración son dañinos para la salud del ser humano en todos los aspectos mencionables, pero es uno de los métodos más eficientes para lograr un mayor rendimiento en los múltiples procesos industriales para la producción de alimentos en todo el mundo, tal es el caso del azúcar. Cuba si bien es uno de los países que produce azúcar utilizando productos químicos, también está tratando de ampliar el mercado de productos ecológicos libres de estos productos dañinos para la sociedad como lo es en el azúcar orgánica, por lo que la puesta en práctica de este proyecto va a ser un logro a nivel industrial y a la vez una nueva oportunidad a la salud del pueblo, además de la generación

de nuevos empleos que sin dudas aumentan la posibilidad de ingresos a familias del pueblo de “Antonio Sánchez” y sus alrededores lo que sin duda significa un incentivo extra para la inmediata puesta en marcha de este proyecto.

3.4.2. Impacto Ambiental

En relación con el Impacto Ambiental la elaboración de este producto no representa daños significativos al contrario lo que ayuda a la preservación de los suelos ya que los productos que se utilizan para la producción de la materia prima son de fuentes propias de la producción, como lo es el compost, la cachaza, etc. En general la fabricación de dicho producto cumple con el seguimiento de las normas establecidas para la gestión de calidad y las normas de producción orgánica correspondientes. En el caso de la elaboración de azúcar orgánica no existen emisiones significativas al medio ambiente de gases ni derramamiento de desechos tóxicos por lo que se da cumplimiento a la máxima de no contaminar los suelos, el agua ni el aire.

Conclusiones Parciales

1. Queda evidenciado la necesidad de implementación de equipos como el *Secador Rotatorio Louver*, *Criba Vibratoria de Inercia*, *Ensacadora Manual con Báscula de peso neto y sistema de cosido* para lograr un producto final con altos niveles de calidad listo para el consumo.
2. A partir de los indicadores de factibilidad económica se demuestra que la propuesta de producción de azúcar orgánica es totalmente factible con un tiempo de recuperación de la inversión de 2.05 años lo que lo hace muy atractiva.
3. Con precios de 350 CUC/t para el azúcar orgánica y 200 CUC/t para la miel orgánica este proyecto es una fuente de entrada de grandes cantidades de CUC al país.
4. En relación con el impacto ambiental la elaboración de este producto no representa daños significativos al contrario lo que ayuda a la preservación de los suelos.
5. La puesta en práctica de este proyecto es un logro significativo a nivel industrial en el país.
6. La implementación de este proyecto es una nueva oportunidad a la salud de los consumidores de este producto, pero además es una fuente importante de generación de nuevos empleos.

Conclusiones

1. El ensacado y el almacenado del azúcar es fundamental para lograr la obtención de azúcar orgánica de gran calidad, por lo que las condiciones tienen que ser las óptimas.
2. Queda evidenciada la necesidad de implementación de equipos como el *Secador Rotatorio Louver*, *Criba Vibratoria de Inercia* y *Ensacadora Manual con Báscula de peso neto y sistema de cosido* para lograr un producto final con altos niveles de calidad listo para el consumo.
3. La propuesta es altamente atractiva, *para el escenario medio*, con un período de recuperación de 2.05 años, un VAN al 12 % de 54112.5 **miles de pesos**, *un RVAN de 6.99* y una *TIR de 117.7 %*, siendo ambientalmente compatible y con mejoras positiva desde el punto de vista social.
4. Es de destacar que aún en el **escenario pesimista** la propuesta tecnológica para la producción de azúcar orgánica resulta con buenos indicadores de rentabilidad.
5. Con precios de **350 CUC/t** para el azúcar orgánica y **200 CUC/t** para la miel orgánica este proyecto es una fuente de entrada de altos ingresos para el país.
6. El procedimiento utilizado en la evaluación económica permite de forma relativamente sencilla decidir sobre otros escenarios, una vez que se profundice en el estudio de mercado.
7. El proyecto de producción de azúcar orgánica en la UEB Central “Antonio Sánchez” es tecnológicamente viable, económicamente factible, ambientalmente compatible y con mejoras sociales.

Recomendaciones

- 1.** Se debe llevar a escala industrial la tecnología propuesta y el proyecto de producción de azúcar orgánica con el conocimiento de que son económicamente factibles.
- 2.** Actualizar el equipamiento existente para así lograr azúcar orgánica con mayor calidad.
- 3.** Es necesario instalar un clarificador de bandejas múltiples que no requieren ningún producto químico para la clarificación del jugo.
- 4.** Se debe ejecutar un programa de recalificación y capacitación de obreros y técnicos acorde con las nuevas tecnologías a introducir.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguas, J. S. T., Valderrama, R. C., & Trujillo, F. V. (2004). Avances técnicos para la programación y el manejo del riego en caña de azúcar: Cenicaña.
- ALTERNATIVOS, C. N. D. Á. N. P. D. D. A. P. A. S. D. P. P. (2009). MANUAL PARA LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA EN ÁREAS NATURALES.
- ALTERNATIVOS, O. N. D. Á. N. P. D. D. A. P. A. S. D. P. P. (2009). PROCESO DE SIEMBRA DE LA CAÑA DE AZÚCAR ORGÁNICA.
- Barreto, L. F. C. (2008). *PRODUCCION DE ABONOS ORGANICOS, APLICANDO PROCESOS DE COMPOSTAJE Y LOMBRICOMPOSTAJE A RESIDUOS DE LAS CADENAS AGRICOLAS Y PECUARIAS ENFOCADO AL BIO-MEJORAMIENTO DEL AGRO COLOMBIANO*. UNIVERSIDAD DE PAMPLONA.
- Cabrera, E. M. (2018). *SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD, INOCUIDAD PARA EL DESARROLLO DE LAS PRODUCCIONES ORGÁNICAS EN EL CENTRAL CARLOS BALIÑO*.
- Cláudio M. Vaz, S. M. S. S. y. J. O. d. S. CLARIFICACIÓN DE MELADURA POR FLOTACIÓN
- Chaves, S. (2001). *Variedades de caña para la producción de azúcar orgánica*. Paper presented at the Curso de Producción y Comercialización de Azúcar Orgánica 3-5 Oct 2001 Turrialba (Costa Rica).
- Fossi Díaz, P., & Ramírez Valencia, G. *Clarificación de meladura por flotación*. Paper presented at the Memorias. 1. Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar. Cali (Colombia); 28-30 Nov 1984 v2p841-851.
- Fridmann, A., & Penner, R. (2010). Azúcar orgánica: potencial de negocios. *USAID/Paraguay (346)*, 55-59.
- García, J. E. (2014). Situación actual y perspectivas de la agricultura orgánica en y para Latinoamérica 33.
- Garibay, S. V. (2003). La investigación en la agricultura orgánica y su importancia.
- Ojeda Martínez, R. (2005). *Propuesta de introducción de la tecnología de obtención de alcohol orgánico en la destilería del CAI. "Heriberto Duquesne"*. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.

- Orgánica, S. D. d. P. d. R. R. S. d. A., & Agricultura, M. d. (2014). *Agricultura orgánica nacional: bases técnicas y situación actual*: SAG.
- Penner, A. F. y. R. (2010). Azucar organica"potencial economico". 90.
- Pérez Consuegra, N. (2002). Agricultura orgánica: Una visión desde Cuba. *Agricultura Orgánica*, 8(2), 6-11.
- Pierri Palma, J. R. (2015). *Evaluación de las características del compost a partir de la gallinaza, caña de azúcar y suelo franco limoso por codigestión anaeróbica para la obtención de abono orgánico a utilizarse en el sector agrícola*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Rein, P. (1991). Ingeniería de la caña de azúcar.
- Rodríguez Castellón, S. (2003). La agricultura orgánica en Cuba. Avances y retos. *8avo Seminario Anual de la Economía Cubana*.
- Rodríguez, J. A. (2013-2014). "Propuesta de alternativas de mejoras tecnológicas en la UEB "Antonio Sánchez"
- Rodríguez Ovalle, A. (2016). *Evaluación de una propuesta tecnológica para la obtención de etanol orgánico en la destilería "Santa Fe", perteneciente a la UEB Derivados "Heriberto Duquesne"*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Química
- Rubio-González, Á. (2001). Experiencia cubana en la producción y comercialización de azúcar orgánica. 11.
- Sanchez Guaman, M. F. (2016). *Análisis del cambio de producción de caña de azúcar a una producción orgánica y propuesta de Guía de Trabajo*. Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Administrativas.
- Soto, G. (2001). Certificación de productos orgánicos: la garantía necesaria para incorporarse al mercado internacional: ComunIICA.
- Soto, G. (2003). Agricultura Orgánica. Una Herramienta para el Desarrollo Rural Sostenible y la Reducción de la Pobreza. Memoria Taller.
- van Konijnenburg, A. A., & Matarrese, T. A. C. (2007). Agricultura orgánica El compost. *Material didáctico del INTA*.

- Velázquez, L. (2010). Simulación e integración del proceso de fabricación de azúcar, considerando la incertidumbre en los balances de materiales y de energía. *Santa Clara, UCLV Marta Abreu.*
- Villalta, W. (2012). Beneficios de la panela producida orgánicamente frente al azúcar blanca. *Universidad de Cuenca–Ecuador.*
- Freide, M L.(2014-2014). *Propuesta para el aumento de capacidades en la Industria Azucarera Antonio Sánchez.*
- Vega Rosabal, J.M.(2010). *Hidrodinámica y Separaciones Mecánica.TomoII*
- González, V. Procedimiento para los estudios previos inversionistas en la industria de procesos químicos y fermentativos. Tesis de Maestría. UCLV, 2008.
- Francisco, W. (2010). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA DE INVERSIONES. Universidad de Cienfuegos.

Anexos

Anexo 1: Tabla resumen de la evaluación económica del escenario Pesimista

<u>RESUMEN DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA</u>				
Productos: Azúcar Orgánica, Miel B a destilería y Entrega EE a la red nacional				
PESIMISTA				
	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5 al 11
Proyec. Producción, Mt	13.366	13.966	14.584	15.222
Precios Mon.Total, \$/t	8000.00	8000.00	8000.00	8000.00
Precio USD/t	320	320	320	320
Electricidad a RED, MWh	5443	5899	5932	6050
Precio Electricidad, \$/Kwh	0.004	0.004	0.004	0.004
MIEL C a destilería, Mt	0.000	0.000	0.000	0.000
Precio Miel B USD/t	180.00	180.00	180.00	180.00
Costo Unitario Mon. Total	9455.61	9212.56	9143.75	8704.88
Precio promedio, \$/t	10082.45	10035.36	9987.44	9942.27

Parámetros	MLC	Mon. Total
Económicos	Invers. Total	Invers. Total
TIR , %		81.4
VAN al 12%, Miles\$		43811.6
RVAN \$/\$		4.27
P.Recuper. Inv. (Años)		2.45
Pto de Equil. (Ton Produc)		13859.6
Pto de Equil. (% Produc)		91.0
- Costo Oper./Ingr.		0.94
- Costo Total/Ingr.		0.96

Anexo 2

Título del Proyecto: Producto Azúcar Orgánica											
ESTADO DE INGRESOS NETOS											
Fecha: 1/26/1998											
Período >>>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.TOTAL DE INGRESOS		141,289.9	146,935.3	152,706.1	158,657.5	158,657.5	158,657.5	158,657.5	158,657.5	158,657.5	158,657.5
Todos los valores en: M Pesos											
2.COSTOS DIRECTOS	0.0	103,755.7	108,412.1	113,213.2	112,292.4	112,292.4	112,292.4	112,292.4	112,292.4	112,292.4	112,292.4
Insumos ó Merc.p/Venta(Mat.Primas y Materiales)		103,755.7	108,412.1	113,213.2	112,292.4	112,292.4	112,292.4	112,292.4	112,292.4	112,292.4	112,292.4
Salarios Directos (incl.Imp.Util.Fza.Trab.y Seg.Social)											
Servicios Públicos (Electr.agua,etc)											
3.COSTOS INDIRECTOS	0.0	27,366.1	24,459.8	24,459.8	24,459.8	24,459.8	24,459.8	24,459.8	24,459.8	24,459.8	24,459.8
Gastos Comerciales (Distrib.y Ventas)		27,366.1	24,459.8	24,459.8	24,459.8	24,459.8	24,459.8	24,459.8	24,459.8	24,459.8	24,459.8
Gastos de Dirección (incl.Imp.Util.Fza.Trab.y Seg.Social)											
Gastos de Mantenim.											
Otros Gastos											
4.COSTOS DE OPERACION (2+3)	0.0	131,121.8	132,871.9	137,673.0	136,752.2	136,752.2	136,752.2	136,752.2	136,752.2	136,752.2	136,752.2
5.DEPREC. y AMORTIZACION											
6.GASTOS FINANCIEROS (Intereses y Serv.Banc.)		2,041.3	3,744.5	2,399.9	2,167.7	1,935.4	0.0	0.0	0.0		
7.Honorarios de Admin.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.COSTOS TOTALES (4+5+6+7)	0.0	133,163.1	136,616.4	140,072.9	138,919.9	138,687.6	136,752.2	136,752.2	136,752.2	136,752.2	136,752.2
9.UTILIDADES BRUTAS (1-8)	0.0	8,126.8	10,318.9	12,633.1	19,737.6	19,969.9	21,905.3	21,905.3	21,905.3	21,905.3	21,905.3
10.RESERVA p/CONTING.	0.0	406.3	515.9	239.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11.UTILID. IMPONIBLES (9-10)	0.0	7,720.4	9,802.9	12,394.1	19,737.6	19,969.9	21,905.3	21,905.3	21,905.3	21,905.3	21,905.3
12.IMPUESTOS S/UTILID.	0.0	2,702.2	3,431.0	4,338.0	6,908.2	6,989.5	7,666.9	7,666.9	7,666.9	7,666.9	7,666.9
13.UTILIDADES NETAS (11-12)	0.0	5,018.3	6,371.9	8,056.2	12,829.5	12,980.4	14,238.5	14,238.5	14,238.5	14,238.5	14,238.5
14.FONDO DE ESTIMULAC.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15.DIVIDENDOS (13-14)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
.Parte Nacional	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
.Parte Extranjera	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16.UTILID. NO DISTRIB.	0.0	5,018.3	6,371.9	8,056.2	12,829.5	12,980.4	14,238.5	14,238.5	14,238.5	14,238.5	14,238.5
17.UTIL.NO DISTR.ACUM.	0.0	5,018.3	11,390.2	19,446.4	32,275.9	45,256.3	59,494.8	73,733.2	87,971.7	102,210.1	116,448.6
18. De ellas: DISTR. POSTERIORMENTE											

AÑOS =>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
-Costo Oper./Ingr.	0.00	0.93	0.90	0.90	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
-Costo Total/Ingr.	0.00	0.94	0.93	0.92	0.88	0.87	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86

MENU

- FLUJO DE CAJA PARA LA PLANIFICACION FINANCIERA - (Flujos de Fondos)

Título: Producto Azúcar Orgánica												
Localización: Covadonga,	Inv.Total: 7,741.7	Fecha:	Util. actuales:	MP								
Organismo: AZCuba	Inven Div:	Año Base: 1	Per. Anal.: 11	años								
Preparado por: Luis Enrique	Tasa Act (%): 12.00	UM: MP	A	Ñ	O	S						
CONCEPTO	TOTALES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A. ENTRADAS DE EFECTIVOS	1,559,275.7	7,741.7	141,289.9	146,935.3	152,706.1	158,657.5	158,657.5	158,657.5	158,657.5	158,657.5	158,657.5	158,657.5
- Recursos financieros	7,741.7	7,741.7										
..Capital Social (Aportes)												
..Préstamos	7,741.7	7,741.7										
- Ingresos	1,551,534.0		141,289.9	146,935.3	152,706.1	158,657.5	158,657.5	158,657.5	158,657.5	158,657.5	158,657.5	158,657.5
B. SALIDAS DE EFECTIVOS	1,443,070.3	7,741.7	135,487.5	139,669.6	144,680.9	146,098.1	145,947.1	144,689.1	144,689.1	144,689.1	144,689.1	144,689.1
- Inversión Total	7,741.7	7,741.7										
.. Capital Fijo	7,741.7	7,741.7										
.. Incr.Capital de Trabajo												
- Costos de Operación	1,358,932.3		131,121.8	132,871.9	137,673.0	136,752.2	136,752.2	136,752.2	136,752.2	136,752.2	136,752.2	136,752.2
- Impuestos	62,703.1		2,702.2	3,431.0	4,338.0	6,908.2	6,989.5	7,666.9	7,666.9	7,666.9	7,666.9	7,666.9
- Dividendos												
- Servicio de la Deuda	10,993.2		1,393.5	3,096.7	2,399.9	2,167.7	1,935.4					
.. Intereses	3,251.5		1,393.5	1,161.3	464.5	232.3						
.. Reembolso del Principal	7,741.7			1,935.4	1,935.4	1,935.4	1,935.4					
- Fondo Estimul. y Desarrollo	2,500.0		250.0	250.0	250.0	250.0	250.0	250.0	250.0	250.0	250.0	250.0
- Servicios Bancarios	200.0		20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
-												
-												
C.SALDO ANUAL (A-B)	116,205.5		5,802.4	7,265.7	8,025.2	12,559.5	12,710.4	13,968.5	13,968.5	13,968.5	13,968.5	13,968.5
D.SALDO ACUMULADO	116,205.5		5,802.4	13,068.1	21,093.2	33,652.7	46,363.1	60,331.6	74,300.1	88,268.5	102,237.0	116,205.5

MENU

- FLUJO DE CAJA Y VALOR ACTUALIZADO PARA LA RENTABILIDAD DE LA INVERSION TOTAL -

Título: Producto Azúcar Orgánica													
Localización: Covadonga,		Inv.Total: 7,741.7		Fecha:									
Organismo: AZCuba		Inv.en Div:		Año Base: 1									
Preparado por: Luis Enrique		Tasa Act (%): 12.00		UM: MP		A		Ñ		Q		S	
CONCEPTO	TOTALES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
A.ENTRADA DE EFECTIVOS	1,551,534.0		141,289.9	146,935.3	152,706.1	158,657.5	158,657.5	158,657.5	158,657.5	158,657.5	158,657.5	158,657.5	
- Ingresos por Ventas													
	1,551,534.0		141,289.9	146,935.3	152,706.1	158,657.5	158,657.5	158,657.5	158,657.5	158,657.5	158,657.5	158,657.5	
B.SALIDA DE EFECTIVOS	1,432,077.1	7,741.7	134,094.0	136,572.9	142,281.0	143,930.4	144,011.7	144,689.1	144,689.1	144,689.1	144,689.1	144,689.1	
- Inversión Total	7,741.7	7,741.7											
.. Capital Fijo	7,741.7	7,741.7											
.. Incr.Capital de Trabajo													
- Costos de Operación	1,358,932.3		131,121.8	132,871.9	137,673.0	136,752.2	136,752.2	136,752.2	136,752.2	136,752.2	136,752.2	136,752.2	
- Impuestos	62,703.1		2,702.2	3,431.0	4,338.0	6,908.2	6,989.5	7,666.9	7,666.9	7,666.9	7,666.9	7,666.9	
- Fondo Estimul. y Desarrollo	2,500.0		250.0	250.0	250.0	250.0	250.0	250.0	250.0	250.0	250.0	250.0	
- Servicios Bancarios	200.0		20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	
.													
.													
C.SALDO ANUAL (A-B)	119,457.0	-7,741.7	7,195.9	10,362.3	10,425.1	14,727.1	14,645.9	13,968.5	13,968.5	13,968.5	13,968.5	13,968.5	
D.SALDO ACUMULADO	119,457.0	-7,741.7	-545.8	9,816.6	20,241.7	34,968.8	49,614.7	63,583.1	77,551.6	91,520.0	105,488.5	119,457.0	

INDICADORES ECONOMICOS

TIR:	117.088	%	Período de	Recuperación:	2.05	Años
	MP	al %		Costo Inv. Act. en: MP		
VAN:	54,112.5	12.00	RVAN:	6.99	7,741.7	<= al 12.0 %
VAN:	50,986.1	13.00	RVAN:	6.59	7,741.7	<= al 13.0 %
VAN:	48,081.7	14.00	RVAN:	6.21	7,741.7	<= al 14.0 %
VAN:	45,380.5	15.00	RVAN:	5.86	7,741.7	<= al 15.0 %
VAN:	42,865.7	16.00	RVAN:	5.54	7,741.7	<= al 16.0 %

TIR = Tasa Interna de Rendimiento

RVAN = Tasa de Rendimiento

VAN = Valor Actualizado Neto

*Anexo 2***Datos para el Balance de Masa y Energía:**

Caña molida t/d	2576
Bagazo % caña	36.00
% de extracción molinos	94.80
Cachaza t/d	97.1152
Hum del bagazo (%)	50.11
Brix Jugo mezclado	14.82
Brix Jugo clarificado	14.41
Brix meladura	64.28
Brix salida del 1 Pre-evp	18.40
Brix salida del 2 Pre-evp	24.30

Anexo 3

<i>Balance de materiales en el Área de Evaporación</i>		
°Brix jugo Clarificado		14.41
°Brix jugo Meladura		64.28
F2 (Meladura)	t/día	533.93
W (Agua Condensada)	t/día	1847.82
F1 (Jugo Clarificado)	t/día	2381.75

Balance de masa en el Área de Cocción		
Pureza de la Miel Final		38
Pureza de la Meladura		83
Pureza del Azúcar Orgánica		99.10
Humedad del Azúcar Orgánica		0.035
Extracción de Guarapo		94.80
Molienda	t/día	2576
Producción de miel B		115.92
Producción de azúcar en peso	t/día	258.64
Peso sólido en la meladura	t/día	351.05
Sacos de Azúcar Orgánica	50 kg	5172.8211

Anexo 4

<i>Datos para BE</i>	
<i>Pre- evaporador</i>	
P (cal) Mpa	0.10
λ (cal) Kcal/kg	639
P(cuerpo) Mpa	0.06
λ (cuerpo) kcal/kg	633.77

Teb °C	103
Talim °C	108
<i>Cuádruple efecto (Primer vaso)</i>	
P (cal) Mpa	0.06
λ (cal) Kcal/kg	633.77
P(cuerpo) Mpa	0.01
λ (cuerpo) kcal/kg	617.34
n	4
Tb (1er vaso) °C	105
T alim °C	103

Anexo 5

<i>Tachos Datos</i>	
<i>Tacho # 1 (Masa A)</i>	
V inic (m ³)	13.23
V final (m ³)	35.23
Bx1 (semilla B)	90.06
Bx2 (meladura)	64.28
Bx3 (masa A)	92.60
φ (volumen específico) kg/m ³	1450

t cocción (h)	1.60
<i>Tacho # 2 (Masa B)</i>	
V inic (m ³)	12.06
V final (m ³)	39.08
Bx1 (semilla C)	90.12
Bx2 (miel A)	62.08
Bx3 (masa B)	93.80
t cocción (h)	2.50
<i>Tacho # 3 (Masa A)</i>	
V inic (m ³)	16.99
V final (m ³)	59.42
Bx1 (semilla B)	89.8
Bx2 (meladura)	64.28
Bx3 (masa A)	93.08
t cocción (h)	2
<i>Tacho # 4 (Ampliado)</i>	
V inic (m ³)	10.03
V final (m ³)	30.73
Bx1 (ampliado)	90.50
Bx2 (miel B)	66.20

Bx3 (masa ampliado)	92.50
t cocción (h)	2
<i>Tacho # 5 (Masa A)</i>	
V inic (m ³)	12.06
V final (m ³)	36.22
Bx1 (semilla B)	90.06
Bx2 (meladura)	64.28
Bx3 (masa A)	92.75
t cocción (h)	1.60
<i>Tacho # 6 (Masa C)</i>	
V inic (m ³)	12.83
V final (m ³)	36.25
Bx1 (masa ampliado)	92.50
Bx2 (miel B)	66.20
Bx3 (masa C)	95.80
t cocción (h)	5
<i>Tacho # 7 (Masa A)</i>	
V inic (m ³)	16.99
V final (m ³)	59.42
Bx1 (semilla B)	89.80

Bx2 (meladura)	64.28
Bx3 (masa A)	93.08
t cocción (h)	2

Anexo 6

<i>Calentadores Datos</i>	
<i>Calentador # 1 (J Clarificado)</i>	
Masa de J Clarificado Kg/h	162378.15
Cp (jc)	0.92
T (inic) °C	99
T (final) °C	108
P (vapor) Mpa	0.1
λ (vapor) kca/kg	639
Coeficiente de pérdidas	1.05
<i>Calentador # 2 (J Alcalizado) L-L</i>	
Masa de J Alcalizado Kg/h	193973.30
Cp (ja)	0.92
T (inic) °C	45
T (final) °C	56
T (agua condensada) °C	98

λ (agua sat) kca/kg	98.07
<i>Calentador # 3 (J Alcalizado)</i>	
Masa de J Alcalizado Kg/h	193973.30
Cp (ja)	0.92
T (inic) °C	56
T (final) °C	75
P (vapor) Mpa	0.06
λ (vapor) kcal/kg	633.77
<i>Calentador # 4 (J Alcalizado)</i>	
Masa de J Alcalizado Kg/h	193973.30
Cp (ja)	0.92
T (inic) °C	75
T (final) °C	102
P (vapor) Mpa	0.1
λ (vapor) kcal/kg	639

<i>Turbogeneradores</i>	
Índice de consumo técnico Kg vapor/Kw-h	11.3
<i>Turbogenerador # 1</i>	

N (producida) kw-h	4000
N (termodinámica)	0.70
Ho	130.40
N (mec)	0.94
N (eléct)	0.95
N (tubo)	0.94
Pve (Mpa)	1.72
Tve (°C)	340
λ_e kcal/kg	745.40
Pvs (Mpa)	0.12
Tvs (°C)	130
λ_s kcal/kg	654.39
λ (ciclo adiabático ideal) kcal/kg	615
<i>Turbogenerador # 2</i>	
N (producida) kw-h	4000
N (eléct) kw-h	0.95

Anexo 7

<i>Caldera</i>	
G (trabajo) kg/h	110000.00

G (otros) kg/h	7131.73
Coefficiente de pérdidas	1.1
T (gases) °C	230
m (relación de aire empleado)	1.5
P (caldera) Mpa	1.93
Tv (caldera) °C	350
λ_v (sobrec) kcal/kg	749.6
T (H2O alimentada) °C	115
λ (agua sat) kca/kg	115.24
Coefficiente de pérdidas (α)	0.99
Coefficiente de pérdidas (β)	0.93
Coefficiente de pérdidas (γ)	0.93
<i>Balance de calor</i>	
Q (caldera)	
λ_v (sobrec) kj/kg	3138.43
Q NT	
Pv (escape) Mpa	0.1
λ_v (escape) kj/kg	2675.37
λ H2O (sat) kj/kg	417.46
Q (Pot)	

λ_e kJ/kg	3120.84
λ_s kJ/kg	2683.50
Q (otros)	
Pv (otros) Mpa	0.12
λ_v (otros) kJ/kg	2683.5
Q (cond)	
T H2O (cond) °C	98
λ H2O (sat) kJ/kg	410.61

Anexo 8

Resumen del Balance de Energía			
Consumo de vapor Pre-evaporadores (t/d)	992.37	Vapor generado en la Caldera (kg/h)	109683.34
Consumo de vapor 1er Evaporador (t/h)	364.75	IG (índice de generación) kgv/kg bag	2.01
Consumo de vapor de tachos (t/h)	9.86	η_{cal} (Eficiencia total de las calderas) %	69.59
Consumo de vapor Calentador 1 J.C (t/d)	52.99	Bq (bagazo quemado) t/h	54.65
Consumo de agua Calentador 2 L-L (t/d)	478.83	Condensados(kg/h)	98030.07
Consumo de vapor Calentador 3	134.38	Electricidad Generada kW-h/h	8224.04
Consumo de vapor Calentador 4	189.40	Electricidad Consumida kW-h/h	3434.67
Consumo de vapor turbogenerador(t/h)	92.93	Electricidad Entregada al SEN kW-h/h	4789.38
Consumo de vapor Necesidades. Tecnológicas (kg/h)	51447.97	Electricidad Entregada al SEN kW-h/d	114945.07

Resumen de los Balance de Masa			
Caña molida (t/d)	2576	Masa Jugo Mezclado (t/h)	117.01
Bagazo % Caña	36	Masa Jugo Alcalizado (t/d)	2845.17
Masa de bagazo (t/d)	927.36	Masa Jugo entrada Clarificador (t/d)	2845.17
% extracción en los molinos	94.80	Masa de Lodo (t/d)	463.42
Masa de jugo en molinos (t/d)	2442.05	Masa de Jugo Claro (t/d)	99.24
Agua de Imbibición(t/d)	793.41	Masa de Cal (t/d)	35.82
Masa Jugo en los filtros(t/d)	366.31	Masa de Lechada (t/d)	36.82
Azúcar Orgánica Producida t/d	258.64	Miel B Final producida t/d	118.496

Anexo 9: Costos totales en Miles de Pesos

	<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>
<i>Azúcar Orgánica, Miles t</i>	<i>13.366</i>	<i>13.966</i>	<i>14.584</i>	<i>15.222</i>	<i>15.879</i>
<i>COSTOS VARIABLES</i>	<i>98409.3</i>	<i>102825.7</i>	<i>107379.4</i>	<i>107379.4</i>	<i>107379.4</i>
Caña	79542.9	83112.7	86793.4	86793.4	86793.4
Otros Materiales	2093.9	2187.9	2284.8	2284.8	2284.8

Combustible	520.6	543.9	568.0	568.0	568.0
Energía	856.7	895.2	934.8	934.8	934.8
Otros gastos monetarios	15395.2	16086.1	16798.4	16798.4	16798.4
Transporte de caña	13902.1	14526.1	15169.3	15169.3	15169.3
Otros servicios	1493.0	1560.0	1629.1	1629.1	1629.1
<i>COSTOS FIJOS</i>	<i>32313.8</i>	<i>29115.8</i>	<i>29115.8</i>	<i>29115.8</i>	<i>29115.8</i>
Salario y Seguridad Social	17832.2	17832.21	17832.21	17832.21	17832.2
Amortización de Activos Fijos	2841.8	837.6	837.6	837.6	837.6
Industria	2841.8	837.6	837.6	837.6	837.6
Amortización Cargos Diferidos	4926.8	4926.8	4926.8	4926.8	4926.8
Industria	4926.8	4926.8	4926.8	4926.8	4926.8
Rep. Y Mantenimiento Zafra	1523.5	329.7	329.7	329.7	329.7
Administración industrial	1166.5	1166.5	1166.5	1166.5	1166.5
Cargos diferidos	395.1	395.1	395.1	395.1	395.1
Gastos Generales y de Administración	3826.8	3826.8	3826.8	3826.8	3826.8
Cargos diferidos	1925.5	1925.5	1925.5	1925.5	1925.5
Gastos Distribución y venta	196.2	196.2	196.2	196.2	196.2
<i>COSTO TOTAL BRUTO</i>	<i>130723.1</i>	<i>131941.5</i>	<i>136495.2</i>	<i>136495.2</i>	<i>136495.2</i>
<i>Unitario, \$/t</i>	<i>9780.27</i>	<i>9447.44</i>	<i>9359.03</i>	<i>8966.99</i>	<i>8595.81</i>