



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRÓNOMICAS  
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL.**



**DISEÑAR UNA PROPUESTA TÉCNICA Y TECNOLÓGICA PARA EL SUBPRODUCTO DEL CARAMELO DE DULCE EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ VERAPAZ, SAN VICENTE.**



**POR:**

**SANDRA MARGARITA HERNÁNDEZ MARTÍNEZ.**

**SANDRA YANETH PALACIOS MONTANO.**

**JOSÉ OMAR CORNEJO RODRÍGUEZ.**

**SAN VICENTE, 15 DE DICIEMBRE DEL 2021.**

# Contenido

I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. OBJETIVO GENERAL.....	9
III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
IV. GLOSARIO.....	10
V. MARCO TEÓRICO.....	14
5.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR.....	14
5.1.1 NOMBRE CIENTÍFICO.....	14
5.1.2 NOMBRE COMÚN.....	14
5.1.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	14
5.1.4 ORÍGEN.....	14
5.2 BOTÁNICA DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	14
5.2.1 RAÍZ.....	14
5.2.2 TALLO.....	15
5.2.3 HOJA.....	16
5.2.4 INFLORESCENCIA.....	16
5.3 ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE CAÑA.....	16
5.3.1 GERMINACIÓN Y EMERGENCIA.....	16
5.3.2 MACOLLAMIENTO O AHIJAMIENTO.....	16
5.4 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS.....	16
5.4.1 HUMEDAD RELATIVA.....	17
5.4.2 RADIACIÓN SOLAR.....	17
5.5 BENEFICIO DE LA CAÑA PARA PRODUCCIÓN DE PANELA.....	17
5.5.1 CORTE Y APRONTE DE LA CAÑA.....	17
5.5.2 LIMPIEZA DE LA CAÑA.....	17
5.5.3 EXTRACCIÓN DE JUGOS.....	18
5.5.4 CLARIFICACIÓN.....	18
5.5.5 ENCALADO.....	19
5.5.6 EVAPORACIÓN Y CONCENTRACIÓN.....	20
5.5.7 PUNTEADO.....	20
5.5.8 BATIDO.....	21
5.5.9 MOLDEO.....	22
5.5.10 EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO.....	22

5.5.11	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO.....	23
5.6	PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN. ....	25
5.6.1	GENERALIDADES.....	25
5.6.2	LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN.....	27
5.7	VARIABLES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA PANELA. ....	28
5.8	PARÁMETRO PARA CONTROLAR LA AZÚCAR DE PANELA.....	29
5.8.1	ANALIZADOR DE HUMEDAD.....	30
5.9	MAQUINARIA.....	30
5.9.1	HORNO ROTATIVO.....	30
5.9.2	MAQUINARIA EN LA OBTENCIÓN DE PANELA GRANULADA.....	33
5.9.3	EQUIPO DE TAMIZADORA.....	34
5.9.4	ALTERNATIVAS PARA DESHIDRATAR.....	35
5.9.5	ÉNFASIS HORNO ROTATIVOS.....	37
5.9.6	FLUJOGRAMA DEL PROCESAMIENTO DE LA PANELA GRANULADA.....	39
VI.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
6.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	40
6.1.1	MACRO –LOCALIZACIÓN.....	40
6.1.2	MICRO-LOCALIZACIÓN.....	40
6.2	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	41
6.3	PERIODO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	45
6.4	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	45
6.5	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	46
6.6	PROYECTO PROBLEMA SOLUCIÓN.....	47
6.6.1	DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DE LA PLANTA PROCESADORA.....	47
6.7	COTIZACIONES DE MAQUINARIA.....	50
VII.	CONCLUSIONES.....	57
VIII.	RECOMENDACIONES.....	58
IX.	ANEXOS.....	59
X.	BIBLIOGRAFÍAS.....	69

## ÍNDICE DE CUADROS.

CUADRO 1: Principales componentes del tallo de caña de azúcar. ....	15
CUADRO 2: Constituyentes en cantidades secundarias del jugo de caña. ....	15
CUADRO 3: Distribución de las diferentes áreas de trabajo de ACOPANELA DE R.L.....	42
CUADRO 4: Cronograma de actividades. ....	47
CUADRO 5: Cotizaciones de hornos rotativos. (Ver imagen en anexo 2,3 y4). ....	50
CUADRO 6: Prueba de humedad. ....	52
CUADRO 7: Resultados de estudio. ....	53
CUADRO 8: Resultados finales de la prueba de humedad del caramelo. (ver en anexo 1). ....	53
CUADRO 9: Cotizaciones de hornos de alta capacidad. (ver anexo 9 y 10).....	54
CUADRO 10: Cotizacion de arrendamiento financiero (ver anexo 11).....	55
CUADRO 11: Ensayo de deshidratado del caramelo en diferentes horas (ver anexo 12). ....	56

## INDICE DE FIGURAS.

FIGURAS 1: Molido de la caña (Osorio, 2007).....	18
FIGURAS 2: Clarificacion. (Madr, 2002).....	19
FIGURAS 3: Evaporación y concentración.....	20
FIGURAS 4. Punteo. (Garcia,2015) .....	21
FIGURAS 5. Batido.(quezda,S.F.).....	21
FIGURAS 6. Moldeo.(QUEZADA,S.F.).....	22
FIGURAS 7:Empaque y almacenamiento (Garcia,2007).....	23
FIGURAS 8: Analizador de humedad. (Metiler Toledo S.F.) .....	30
FIGURAS 9: Analizador de humedad (Vinicion, 2000). ....	30
FIGURAS 10: Esquema de horno rotativo.....	32
FIGURAS 11: Molino de martillo. (Maradey, 2019). ....	34
FIGURAS 12: Panela pulverizada. ....	35
FIGURAS 13: Mallas para pulverizar.....	35

FIGURAS 14: Deshidratador. ....	37
FIGURAS 15: Deshidratador. ....	37
FIGURAS 16: Flujograma de procesamiento de la panela granulada. ....	39
FIGURAS 17: Macro localización. ....	40
FIGURAS 18:Micro localizacion. ....	40
FIGURAS 19: Estructura organizativa de ACOPANELA DE R.L. ....	44

## **INDICE DE ANEXOS.**

ANEXO 1: Resultados obtenidos de prueba de humedad del caramelo. ....	59
ANEXO 2: Cotización realizada en TECNIINOX. ....	60
ANEXO 3: Cotizacion de ABCO. ....	61
ANEXO 4: Cotizacion de RODINOX. ....	62
ANEXO 5: Horno rotativo. ....	63
ANEXO 6: Bandeja de acero inoxidable.....	63
ANEXO 7: Clavijero.....	64
ANEXO 8: Caramelo asoleado.....	64
ANEXO 9: Caramelo deshidratado.....	64
ANEXO 10: Cotización de horno de Equipo y partes. ....	65
ANEXO 11: Cotización de Mixing Group.....	66
ANEXO 12: Mecanismo de extracción de humedad. ....	67
ANEXO 13: Tipos de bandeja. ....	67
ANEXO 14: Muestras de caramelo, midiendo el porcentaje de humedad.....	68

## RESUMEN

El presente trabajo consiste en el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), ejecutado por estudiantes de la carrera Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Paracentral, el cual se realizó en la Asociación Cooperativa de Producción Agroindustrial, Aprovechamiento, Comercialización, Ahorro y Crédito de Productores de Dulce de Panela del Valle de Jiboa de Responsabilidad Limitada ACOPANELA de R. L. ubicada la zona urbana del Municipio de Verapaz, Departamento de San Vicente .

La elaboración de este documento surge a partir de una necesidad planteada por el actual gerente de ACOPANELA de R. L. la cual consistía en la necesidad de erradicar, minimizar la acumulación de caramelo y de la humedad que este absorbe durante todo el tiempo de zafra ya que este es almacenado por falta de un secado rápido del caramelo para que pueda ser pasado por el molino. Por otra parte, también se expuso la problemática de una falta de procedimientos operativos estandarizados de limpieza y desinfección.

En el marco teórico de este documento se describen las etapas del proceso para la elaboración de panela granulada, así mismo se definen los procedimientos operativos estandarizados de limpieza y desinfección (POES). Además, se plantean las diferentes visitas y cotizaciones que se realizaron de los hornos. Por otra parte, en los materiales y métodos se define la macro y micro localización de ACOPANELA de R. L. como también, la identificación del problema y el planteamiento problema –solución. En consecuencia, y en respuesta a las problemáticas planteadas, se elaboraron diferentes propuestas para adquirir el equipo (hornos). Además, se elaboraron recomendaciones que contribuyan a la mejora continua de la planta de ACOPANELA de R. L.

## **ABSTRACT**

The present work consists of the development of the Supervised Professional Exercise (EPS), executed by student of the Agroindustrial Engineering career of the University of El Salvador, Paracentral Multidisciplinary School, which was held in the Cooperative Association of Agroindustrial Production, Procurement, Marketing, Saving and Credit of Dulce de Panela Producers of the Jiboa Valley of Limited Responsibility ACOPANELA de RL located in the urban area of the Municipality of Verapaz, Department of San Vicente.

The preparation of this document arises from a need raised by the current manager of ACOPANELA de RL which consisted in the need to eradicate, minimize the accumulation of caramel and the moisture that it absorbs during the entire harvest time since this It is stored due to the lack of rapid drying of the caramel so that it can be passed through the mill. On the other hand, the problem of a lack of standardized operating procedures for cleaning and disinfection was also exposed.

In the theoretical framework of this document, the stages of the process for the elaboration of granulated panela are described, as well as the standardized cleaning and disinfection operating procedures (POES) are defined. In addition, the different visits and quotes that were made of the furnaces are considered. On the other hand, the materials and methods define the macro and micro location of ACOPANELA of R. L. as well as the identification of the problem and the problem-solution approach. Consequently, and in response to the problems raised, different proposals were made to acquire the equipment (ovens). In addition, recommendations were drawn up that contribute to the continuous improvement of the ACOPANELA plant by R. L.

## I. INTRODUCCIÓN.

La panela es un tipo de azúcar puro, totalmente natural y artesano, sin blanquear y sin refinar, elaborada directamente a partir del jugo extraído de la caña de azúcar *Saccharum officinarum L.* Su sabor es más dulce que otros azúcares, y en cuanto al uso es igual que los otros, pero sobre todo se usa mucho y puede usarse en: postres, como edulcorante natural de bebidas, almibares, con todo tipo de dulces, yogures, batidos, café, leche, mermeladas, chocolates, etc.

Los POES se aplican antes, durante y después de las operaciones de elaboración y transformación de alimentos, siendo muy clave para asegurar la inocuidad de los productos.

De acuerdo con lo mencionado la panela debe mantenerse almacenada en un lugar muy adecuado y seguro para disminuir la humedad de esta y así contrarrestar la acumulación de panela en terrón.

Por otra parte, en la cooperativa Acopanela de R. L las problemáticas encontradas sobre la humedad del caramelo de dulce de panela y dada las condiciones en que se almacena este afecta al molerlo por mucha humedad que adquirido durante el periodo que se almacenado; las condiciones climáticas afectan en la deshidratación del caramelo y el tiempo en que este proceso se realiza es largo y se requiere más gastos de mano de obra y las condiciones que se deshidrata el producto caramelo no son las adecuadas. Dada estas problemáticas se busca dar la solución para que el secado del caramelo sea en las condiciones óptimas por ello se han realizado recorridos en varias empresas que distribuyen maquinarias industriales nacionales e internacionales.

Es de gran importancia en las medianas y grandes empresas e industrias en general conocer y controlar las variables que determinan la calidad de procesos y productos, y tener parámetros fijos que garanticen un alto rendimiento en producción y estabilidad en las características y propiedades de los productos obtenidos.



## **II. OBJETIVO GENERAL.**

- ✚ Diseñar una propuesta técnica y tecnológica para el sub producto de caramelo de dulce en el municipio de san José Verapaz, San Vicente.

## **III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- ✚ Explicar los adecuados procedimientos operativos estandarizados de limpieza y desinfección (POES) en la planta y lugar de almacenamiento de la panela granulada.
- ✚ Capacitar al personal que elabora la panela granulada para el buen uso y manejo de la planta y para el buen almacenamiento de la panela granulada.
- ✚ Elaborar propuestas de solución para el molido y pulverizado del caramelo de dulce
- ✚ Proponer una solución industrializada para extraer la humedad del caramelo con un horno rotativo a una temperatura baja.

#### IV. GLOSARIO.

**Alimento:** Sustancia o producto de cualquier naturaleza, sólidos, líquidos, naturales o transformados, que, por sus características, aplicaciones, componentes, preparación y estado de conservación, son utilizados en la nutrición humana.

**Apronte:** Se refiere a las acciones de recolección de la caña cortada, su transporte desde el sitio de cultivo hasta el trapiche y su almacenamiento en el depósito del trapiche, previo a la extracción de los jugos en el molino.

**Azúcares reductores:** Son monosacáridos como por ejemplo glucosa y fructuosa que al unirse forman sacarosa.

**Bandeja de acero inoxidable:** La bandeja quirúrgica común se compone de acero inoxidable. Esto permite que la bandeja a esterilizar en agua muy caliente y sin daños. Las bandejas son pulidas a alto brillo y tener espacio para disfrutar de herramientas quirúrgicas más requeridos.

**Batea:** Recipiente grande de forma circular u oblonga.

**Beneficio:** Conjunto de operaciones para darle valor agregado a un producto.

**Brix:** Contenido de sólidos disueltos en 100 gramos de solución.

**Buenas prácticas de manufactura (BPM):** Conjunto de normas y actividades relacionadas entre sí, destinadas a garantizar que los productos tengan y mantengan las especificaciones requeridas para su uso o consumo.

**Cachaza:** Residuos que se eliminan en el proceso de clarificación del jugo de caña.

**Calidad:** Conjunto de propiedades y características de un producto que satisfacen las necesidades específicas de los consumidores.

**Características organolépticas:** Son las características físicas que pueden percibir de ellos los distintos sentidos, como el sabor, el olor, la textura y el color.

**Cedazo:** Red con marco colocada en las ventanas para impedir la entrada de insectos.

**Combustible:** Sustancia o materia que al combinarse con oxígeno es capaz de reaccionar desprendiendo calor, especialmente las que se aprovechan para producir calor.

Consiste en un pequeño objeto al cual pueden ser atribuidas varias propiedades físicas y químicas tales como un volumen o una masa.

**Contaminación biológica:** Presencia de microorganismos que son capaces de causar enfermedades al consumidor.

**Contaminación cruzada:** Es el proceso por el cual los alimentos entran en contacto con sustancias ajenas, generalmente nocivas para la salud.

**Contaminación física:** Presencia de cuerpos extraños en los alimentos.

**Contaminación química:** Son aquellas sustancias químicas presentes en los alimentos como: residuos de plaguicidas, residuos de productos de limpieza y desinfección, productos que se utilizan en el mantenimiento de la maquinaria, exceso de aditivos, etc.

**Desinfección:** Se define como, aplicación de agentes químicos con la intención de eliminar microorganismos. Esta desinfección se refiere a la suciedad invisible, constituida básicamente por microorganismos.

**Detergente:** Son todas aquellas sustancias que limpian, separando la materia adherida a la superficie mediante la disolución o emulsión o simple dispersión con agua.

**Energía:** Capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor.

**Esterilización:** Proceso mediante el cual se destruye todos los microorganismos viables presentes en un objeto o superficie incluidas las esporas bacterianas.

**Flexibilidad:** Es la capacidad que posee un objeto o una persona de doblarse sin que exista el riesgo de que pueda romperse.

**Fregado manual:** Acción de limpiar con un cepillo u otro objeto, además de agua y jabón u otro producto de limpieza.

**Giratorio:** Mueble con estantes y divisiones que gira alrededor de un eje y se usa en los despachos para colocar libros y papeles.

**Higiene de los alimentos:** Todas las condiciones medidas necesarias para asegurar la inocuidad y la aptitud de los alimentos en todas las fases de la cadena alimentaria.

**Horno Rotativo:** Es un equipo que usualmente se unas en la construcción de materiales, metalurgia, industria química, protección del medio ambiente y muchas otras industrias.

**Inocuidad de los alimentos:** Garantía de que el alimento no causará daño al consumidor.

**Limpieza:** Eliminación de tierra, desechos, suciedad u otras materias indeseables.

**Microorganismos patógenos:** Microorganismos capaces de producir enfermedades.

**Microorganismos:** Organismos de tamaño microscópico (bacterias, virus, parásitos y otros).

**Minerales:** Los minerales son los elementos naturales no orgánicos que representan entre el 4 y el 5 por ciento del peso corporal del organismo y que están clasificados en macro minerales y oligoelementos.

**Molienda:** Proceso que consiste en desmenuzar una materia sólida, especialmente granos o frutos, golpeándola con algo o frotándola entre dos piezas duras hasta reducirla a trozos muy pequeños, a polvo o a líquido.

**Mucílago:** Sustancia orgánica de textura viscosa, semejante a la goma, que contienen algunos vegetales, utilizada para suspender sustancias insolubles.

**Operario:** Persona que tiene un oficio de tipo manual.

**Oscilantes:** Se refiere al movimiento de la superficie de lijado, que se mueve en un patrón orbital.

**Partículas:** Fragmento pequeño de materia que mantiene las propiedades químicas.

**Pediluvio:** Contenedor con agua y desinfectante utilizada para la limpieza y desinfección del calzado en la entrada de la planta de procesos.

**pH:** Escala utilizada para medir la acidez. Inversión de sacarosa: Se produce cuando se hidroliza la sacarosa y se convierte en dos azúcares reductores, es decir en partes iguales de glucosa y de fructosa.

**Planta:** Lugar en el que se desarrollan diversas operaciones industriales, entre ellas operaciones unitarias, con el fin de transformar, adecuar o tratar alguna materia prima en particular a fin de obtener productos de mayor valor agregado.

**POES:** Procedimientos Operacionales Estandarizados de Limpieza y Desinfección.

**Polipropileno violentado:** Capas de polipropileno resistentes a los golpes, roturas, perforaciones y también son resistentes al agua e impermeables al vapor de agua. Además, tienen un acabado de superficie brillante y un elevado grado de transparencia.

**Polipropileno:** Fibra sintética conocida como plástico.

**Ppm:** Partes por millón.

**Sacarosa:** Sinónimo del azúcar común, es un disacárido que se forma a partir de la unión de dos azúcares monosacáridos glucosa y fructuosa.

**Sanitización:** Es el proceso mediante el cual se realiza una reducción sustancial del contenido microbiano, hasta un nivel de seguridad, sin que se llegue a la desaparición completa de microorganismos patógenos, sin producir algún tipo de infección.

**Solubilizante:** Agente que hace que una sustancia sea soluble.

**Superficie en contacto con los alimentos:** Son todas aquellas superficies que entran en contacto con el alimento durante el transcurso normal de operación, incluye utensilios, maquinas, equipos y operarios.

**Sustanciales:** Se entiende por sustancial como relativo, perteneciente y alusivo a la sustancia. Considerable, notable, primordial, básico, esencial, importante, interesante, elemental, obvio, preponderante, vital, principal, conveniente, trascendental y significativo. Se refiere a una sustancia, rico en su valor nutritivo.

**Tamizadora:** Es un instrumento que se emplea con el objetivo de separar partículas sólidas según su tamaño.

**Terrón de dulce:** Masa pequeña y compacta de panela, cuyo estado habitual es el de polvo o pequeñas partículas.

**Zarandeo:** Especie de recipiente grande con una tela, chapa o tejido con agujeros que sirve para limpiar un material o mezcla de materiales que tenga partículas de distintos tamaños, quedando dentro de la zaranda las partículas gruesas que no sirven para nada, cayendo lo que sirve.

## **V. MARCO TEÓRICO.**

### **5.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR.**

#### **5.1.2 NOMBRE CIENTÍFICO.**

Saccharum officinarum L.

#### **5.1.3 NOMBRE COMÚN.**

Caña de azúcar, caña miel, caña dulce.

#### **5.1.4 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA**

La caña de azúcar de nombre científico Saccharum officinarum L. pertenece a la Familia Poacea. Es de Clase angiosperma y de Orden Commelinales.

#### **5.1.5 ORÍGEN.**

La caña de azúcar es nativa de las regiones subtropicales y tropicales del sudeste asiático. En su propagación fue participe Alejandro Magno quien la llevó de la India hacia Persia, mientras los árabes la introdujeron en Siria, Palestina, Arabia y Egipto, de donde se extendió por todo el continente africano y a la Europa meridional. A finales del siglo XV Cristóbal Colón la llevó a las islas del Caribe, de allí fue llevada a toda América Tropical y Subtropical (León, 1987 citado por Díaz & Portocarrero, 2002).

### **5. 2 BOTÁNICA DE LA CAÑA DE AZÚCAR.**

#### **5.2.1 RAÍZ.**

El sistema radicular de la caña funciona como anclaje para la planta y para la absorción del agua y de los nutrientes minerales del suelo. Son de forma cilíndrica y se originan de forma adventicia al tallo, en su extremo se encuentra la cofia, el punto de desarrollo, la región de elongación y la región de pelos radiculares. La cofia es la encargada de darle protección al punto de desarrollo de los daños mecánicos

puesto que las raíces continuamente llegan al contacto con partículas densas del suelo y rocas. (S.A, 2010).

### 5.2.2 TALLO.

La parte esencial para la producción de azúcar lo constituye el tallo, dividido en nudos y entrenudos. El largo de los entrenudos puede variar según las variedades y desarrollo de la planta. Cabe destacar, que el tallo está compuesto por una parte sólida llamada fibra y una parte líquida que contiene agua y sacarosa. En ambas partes también se encuentran otras sustancias en cantidades muy pequeñas (Cuadro 1). La proporción de cada componente varía de acuerdo con la variedad de la caña, edad, madurez, clima, suelo, método de cultivo, abonos, lluvias, riegos, etc.

CUADRO 1: Principales componentes del tallo de caña de azúcar.

Componente	% de tallo
Agua	73
Sacarosa	8-15
Fibra	11-16

Fuente: Perafán, (2002) citado por Díaz & Portocarrero, (2002).

La sacarosa del jugo es cristalizada en el proceso industrial como azúcar y la fibra constituye el bagazo una vez molida la caña, otros constituyentes en cantidades secundarias, pero no menos importantes en la caña de azúcar.

CUADRO 2: Constituyentes en cantidades secundarias del jugo de caña.

Componentes	% del jugo
Glucosa	0.2-0.6
Fructuosa	0.2-0.6
Sales	0.3-0.8
Ácidos orgánicos	0.1-0.8
Otros	0.3-0.8

Fuente: Perafán (2002), citado por Díaz & Portocarrero, 2002).

### **5.2.3 HOJA.**

La hoja brota del nudo del tallo, son lanceoladas, lineales, largas y agudas, tienen un nervio o vena central fuerte, dispuesta en el tallo de forma alterna, de color verde y cambia su tonalidad de acuerdo con la variedad y al medio en que se desarrolla, su borde es dentado y se distinguen en la hoja tres partes fundamentales: la vaina, la lígula y el limbo (figura 2) (Corea & Mercado, s.f.).

### **5.2.4 INFLORESCENCIA.**

Forma espiguillas florales pequeñas agrupadas en Panículas o Panojas y rodeadas por largas fibras sedosas. En Cuba se le nombra Güin. (Sánchez Pérez, 2013).

## **5.3 ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE CAÑA.**

### **5.3.1 GERMINACIÓN Y EMERGENCIA.**

La germinación es el proceso que da paso de los órganos primordios latentes en la yema al estado activo de crecimiento y desarrollo (Corea & Mercado, s.f.). Aunque la duración de esta etapa puede variar, inicia entre los 7 a 10 días después de la siembra. Sin embargo, el crecimiento inicial se prolonga hasta los 35 días. Por otra parte, Las temperaturas óptimas para la brotación oscilan entre los 24 a 37°C con disponibilidad de buena humedad en el suelo (CONADESUCA, 2015).

### **5.3.2 MACOLLAMIENTO O AHIJAMIENTO.**

Consiste en el brote de nuevos tallos de la planta germinada o tallo primario para formar propiamente la cepa o macolla. La fase de macollamiento de la caña de azúcar tiene una duración de 60 días desde el final de la fase de germinación y emergencia. Durante los estados iniciales de la germinación los primordios radiculares cerca del nudo producen muchas raíces temporales del trozo de caña o semilla. (Ortiz y Villanueva, 1981).

## **5.4 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS.**

Temperatura: La caña de azúcar no soporta temperaturas inferiores a 0°C. Para crecer exige un mínimo de temperatura de 14 a 16°C y la temperatura óptima de germinación oscila entre 32-38°C. (Villegas Fernando, S.F).



#### **5.4.1 HUMEDAD RELATIVA.**

Para que el crecimiento vegetativo de la caña de azúcar sea más rápido es necesario que la humedad relativa sea alta. En caso contrario (HR baja), y si además los riegos son deficitarios, la planta tenderá a madurar.

#### **5.4.2 RADIACIÓN SOLAR.**

Es una planta que necesita y asimila la radiación solar llegando a conseguir una transformación de hasta el 2% de la energía incidente en biomasa. Por tanto, durante todo el ciclo este cultivo requiere de una buena iluminación si se pretenden conseguir óptimos resultados. Dicho de otra forma: A mayor radiación solar, mayor será la eficiencia de la fotosíntesis y en consecuencia mayor será también la producción y la acumulación de azúcares. (Villegas Fernando, S.F).

#### **5.5 BENEFICIO DE LA CAÑA PARA PRODUCCIÓN DE PANELA.**

El término beneficio incluye el conjunto de operaciones tecnológicas posteriores al corte de la caña que conducen a la producción de panela, según el orden siguiente: apronte, molienda, limpieza, clarificación y encalado, evaporación del agua y concentración de las mieles, punteo y batido, moldeo, enfriamiento empaque y embalaje. (MAG, 1991).

##### **5.5.1 CORTE Y APRONTE DE LA CAÑA.**

Para determinar la fecha de corte se emplean dos formas: subjetiva y objetiva. La forma subjetiva se realiza a través de indicadores visibles como: color, hojas claro-amarillentas, las variedades de tallo oscuro toman un color más claro, tamaño, sabor, grosor, además los entrenudos disminuyen su longitud. Técnicamente el método objetivo es más seguro para establecer el índice de madurez (IM). Se puede determinar a través de análisis de sacarosa, Polo índice de refracción.

##### **5.5.2 LIMPIEZA DE LA CAÑA.**

La limpieza se realiza generalmente al tallo de la caña, con el fin de separar la mayor cantidad de hojas frescas, secas y podridas que están adheridas en el tallo y partes de raíces que aun contienen tierra u otro material. Para este caso el trabajo se realiza manualmente, utilizando el machete (Villalta 2012).

### 5.5.3 EXTRACCIÓN DE JUGOS.

Es el paso de la caña a través del trapiche o molino horizontal (figura 1). Es una máquina de tres mazas (rodillos), por los cuales atraviesan los tallos de la caña para ser comprimidos, con esta operación se obtiene un jugo o guarapo crudo como producto principal y bagazo húmedo (verde) que se emplea como combustible para los hornos. El porcentaje de extracción se calcula pesando la caña antes del molido y la cantidad de jugo extraído, luego se divide la cantidad de jugo extraído entre la cantidad de caña que fue molida. (Quezada, s.f.).



FIGURA 1: Molido de la caña (Osorio, 2007).

### 5.5.4 CLARIFICACIÓN.

Según MADR (2002). La clarificación tiene como fin eliminar los sólidos en suspensión, las sustancias coloidales y algunos compuestos colorantes presentes en los jugos durante la producción de panela, mediante la aglomeración de dichas partículas.

Entendiéndose como sólidos en suspensión todas aquellas impurezas propias del jugo como: gomas, ceras, grasas, pigmentos, otros. (figura 2) (Quezada, s.f.).

Según Osorio (2007). Cuando el jugo está en los evaporadores a una temperatura entre 50°C y 55°C se debe aplicar el floculante y revolverlo con el remellón para que actúe por un tiempo.

El aglutinante puede ser de origen vegetal (plantas machacadas que son un poco babosas) como el balso y el cadillo con el fin de hacer producir mucha espuma, en la cual los últimos residuos finos se pegan a su superficie. Se forma la capa inicial de impurezas o cachaza negra que debe ser retirada manualmente. Luego se agrega más sustancia aglutinante para retirar la cachaza blanca, a 92° C aproximadamente (Osorio, 2007).

Con un jugo bien clarificado, se logra un producto final (miel, panela o azúcar) libre de impurezas, con excelentes características de color y sabor. (Quezada, s.f.).



FIGURA 2: Clarificación. (Madr, 2002).

#### **5.5.5 ENCALADO.**

En la última parte de la limpieza se adiciona cal, preparando una lechada, con el objeto de regular la acidez de los jugos a un valor de pH de 5.8, para prevenir la formación de azúcares reductores (panela se ruda o melcochuda) y ayudar a la clarificación de los jugos. La cal usada debe ser de tipo grado alimenticio para no contaminar la panela y obtener un producto inocuo. (MADR 2002).

La lechada se prepara adicionando 15 a 20 gramos de cal a un litro de agua y se deben agregar 50 ml de lechada a 250 litros de jugo.

### **5.5.6 EVAPORACIÓN Y CONCENTRACIÓN.**

Es la etapa que sigue a la clarificación y donde el calor suministrado es aprovechado básicamente en el cambio de fase del agua (líquido a vapor) eliminándose cerca del 90% del agua presente con lo cual se aumenta el contenido inicial de los sólidos solubles entre 16 y 22°Brix hasta el punto de panela, en este punto se alcanza una temperatura hasta 120 °C en promedio (figura 3) (García, 2015).

García (2015). Menciona que En esta etapa se adiciona un poco de cantidad de agente antiespumante, para evitar la formación excesiva de espuma y por consiguiente derramamiento del jugo. Utilizar como antiespumante preferiblemente aceites vegetales como: cera de laurel, aceite de higuera, aceite de olivo. En lugar de manteca o cebo animal, ya que cuando se utiliza esta, las bebidas que se preparan dejan una nata en la superficie que causa mal aspecto.



FIGURA 3: Evaporación y concentración (García, 2015).

### **5.5.7 PUNTEADO.**

Según MADR (2002) El punteo es la concentración óptima que debe alcanzar el producto antes de pasar a la siguiente etapa (figura 4) (Quezada, s.f.). Debe contarse con la suficiente precisión y pericia para determinar el punto de miel, ya que, si los jugos o mieles se sacan de los evaporadores hacia el recipiente punteador a muy alta temperatura, se caramelizarán de los azúcares con el consecuente oscurecimiento de la panela. En caso contrario, se dificultará la solidificación.

El punto de panela sólida se obtiene entre 118 –125 °C con un porcentaje de sólidos solubles entre 88° -94°Brix determinándose por la consistencia, color y densidad de las mieles. La temperatura final de punteo depende, en orden de importancia, del Brix de las mieles, de la altura sobre el nivel del mar y de la pureza de las mieles. (García, 2015).



FIGURA 4. Punteo. (García, 2015)

#### 5.5.8 BATIDO.

En esta etapa se agitan las mieles, una vez han alcanzado el punto de panela y han sido sacadas de los evaporadores, con el propósito de cambiarles la textura y estructura y hacerles perder su capacidad de adherencia al incorporarles aire a las mieles, los cristales de sacarosa crecen, adquieren su porosidad y la panela cuando se enfría adquiere su característica de sólido compacto (figura 5) (MADR 2002).



FIGURA 5. Batido. (Quezda, S.F).



### 5.5.9 MOLDEO.

En esta etapa se da la forma de la panela que se ha enfriado y se pueden dar diferentes presentaciones como: cuadrada, redonda, panelón, prepartida, granulada, entre otras formas (figura 6) (Quezada, s.f.).



FIGURA 6. Moldeo. (QUEZADA, S.F).

### 5.5.10 EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO.

La panela es un producto con cualidades higroscópicas, lo cual significa que absorbe o pierde humedad por su exposición al ambiente; ello depende de las condiciones climáticas del medio y de la composición del producto (Quezada, s.f.).

La panela es propensa a sufrir alteraciones cuando presenta concentraciones de azúcares reductores altas, bajos contenidos de sacarosa y alta humedad. A medida que aumenta su absorción de humedad, la panela se ablanda, cambia de color, aumenta los azúcares reductores y disminuye la sacarosa; en estas condiciones es propensa a la contaminación por microorganismos (García, 2015).



FIGURA 7: Empaque y almacenamiento (García, 2007).

### **5.5.11 CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO.**

#### **5.5.11.1 ALMACENAMIENTO.**

La panela es propensa a sufrir alteraciones cuando presenta concentraciones de azúcares reductores altas, bajos contenidos de sacarosa y alta humedad, a medida que aumenta la absorción de humedad, los azúcares reductores, disminuye la sacarosa, condiciones aptas para la contaminación por microorganismo. (García 2007).

El almacenamiento seguro de la panela, por periodos de tiempo menores a un mes, se debe realizar en bodegas con humedad relativa menor al 70 %, para tiempos mayores la humedad del ambiente debe de ser menor del 65%, asimismo, solo se lograrán condiciones seguras de almacenamiento si la humedad inicial de la panela es menos del 5% (Boucher 1995).

Una vez seca y fría la panela, inmediatamente se empaca a granel para preservar de la humedad del ambiente y de la contaminación. Como material de empaque se utiliza bolsas de polipropileno, polietileno de alta densidad o papel Kraft (Acurio 2010).

Ya que la panela pulverizada es un producto higroscópico es decir que absorbe agua del ambiente, el material destinado para su empaque debe aislar el producto del medio exterior, con el fin de prolongar su vida útil (Mosquera 2007).

Es necesario que las bodegas estén especialmente acondicionadas y cuenten con buena circulación de aire de tal manera que, la humedad de equilibrio en almacenamiento sea menor o igual al 7% en el producto (Bolaños 2017).

Acurio (2010) menciona que el almacenamiento se debe realizar en pilas o sobre estibas, con adecuada separación entre las paredes y el piso; en las condiciones adecuadas de temperatura, humedad y circulación del aire (Acurio 2010).

Cuando la panela se ha secado y enfriado, se empaca, usualmente en bolsas plásticas, si está destinada para almacenes de cadena o en bolsas de papel reciclado, cuando el producto está dirigido al mercado local. El almacenamiento del producto final se hace en bodegas comunitarias por un lapso de dos o tres días (Rozo 2013).

#### **5.5.11.2 CARACTERÍSTICAS DE EMPACADO.**

El empaque presenta costuras o sellos en ambos extremos, no existe riesgo al manipular el empaque vacío o reutilizarlo con otros materiales (Risardalda s, f).

La panela se debe empacar en materiales con características físicas que no permitan su interacción con el ambiente debido a que, es un producto con cualidades higroscópicas, lo cual significa que absorbe o pierde humedad, de acuerdo con las condiciones del medio ambiente sino es posible aislar la panela mediante un empaque hermético, la panela en bloque se debe almacenar en un ambiente con humedad relativa inferior al 65% y temperatura ambiente (Acuario 2010).

Según Bolaños (2017). Para panela granulada la humedad de equilibrio es inferior al 30% y por eso sale más barato buscar empaques con muy baja transferencia de humedad a tratar de condicionar el aire de la bodega (Risardalda s, f).

En la actualidad la panela en bloque es comercializada en bolsas de polipropileno por unidad y en papel por lotes.

El empaque además de contribuir a mantener la calidad e inocuidad de la panela es fundamental para la identificación del producto, gracias al rotulo o etiqueta (Mosquera 2007).



La etiqueta es el material escrito, impreso o gráfico, que se encuentra grabado, adherido o adjunto en el envase o empaque del producto y que contiene la información necesaria para determinar su origen y las características más importantes de composición certificada. (Acurio, 2010).

#### **5.5.11.3 SEGURIDAD EN ALMACENAMIENTO.**

Los sacos de azúcar deben estar protegidos de la humedad, fuego, chispas, colillas de cigarrillo y plagas que deterioren el material del empaque. En caso de incendio, apagar con extintor multipropósito (Rozo, 2013).

Según (Risaralda S.F). El azúcar es un material combustible; no debe dejarse caer sobre elementos que inicien combustiones chispas, colillas, etc. (Risaralda s.f).

El azúcar es empacado en presentaciones de 50Kg en sacos de papel, sacos de polipropileno laminado, bolsas de polietileno dentro de sacos de polipropileno; el empacado de azúcar familiar se hace en bolsas de polietileno de alta densidad (Mosquera 2007).

#### **5.5.11.4 CONSERVACIÓN.**

Bajo las siguientes condiciones de almacenamiento, el azúcar presenta un comportamiento estable por períodos de 2 años, en este tiempo el producto no debe presentar ningún tipo de alteración: Humedad relativa (%): 55 – 65) Temperatura: 2°C sobre la temperatura ambiente. Preferiblemente acondicionar un sistema regulador de humedad (Risaralda s, f).

### **5.6 PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN.**

#### **5.6.1 GENERALIDADES**

El mantenimiento de la higiene es una condición clave para asegurar la inocuidad de los productos en cada una de las etapas de la cadena alimentaria (desde la producción primaria hasta el consumo) e involucra una serie de prácticas esenciales como la limpieza y desinfección de las superficies en contacto con los alimentos, la higiene del personal y el manejo integrado de plagas (ANMAT, s.f.).

Los POES son documentos elaborados por escrito en los cuales se describen detalladamente los métodos utensilios y sustancias a emplear, así como la frecuencia de limpieza y desinfección de la planta y los equipos (OIRSA, 2016).

Cabe destacar que estos procedimientos deben aplicarse antes, durante y posteriormente a las operaciones de elaboración (SAGPA, S.F.).

Especifican también la forma de evaluar la eficacia de limpieza y desinfección. Como medida de prevención y control de la incidencia de ETAS es indispensable que todos los establecimientos desarrollen un manual POES (OIRSA, 2016).

La implementación de POES es la forma eficiente de llevar a cabo un programa de higiene en un establecimiento, y junto con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), establecen las bases fundamentales para asegurar la inocuidad de los alimentos que se elaboran. Se debe considerar que:(OIRSA, 2016).

- ✓ Los POES deben de ser desarrollados e implementados en los establecimientos para prevenir la contaminación de los productos.
- ✓ Considerar tanto los POES pre operativo como los operativos.
- ✓ Deben mantenerse por escrito y a disposición de la autoridad competente.
- ✓ Es responsabilidad de la empresa implementar las operaciones de la manera descrita en los POES.
- ✓ Llevar a cabo verificaciones periódicas de las operaciones de limpieza y desinfección y cuando sea necesario, realizar análisis microbiológicos de las superficies que estén en contacto directo con el producto.
- ✓ El personal encargado de la verificación de los POES debe recibir una adecuada capacitación de su objetivo, importancia y actividades.
- ✓ Designar a un responsable de monitorear el cumplimiento de los POES.
- ✓ La empresa debe mantener registros que documenten la implementación y monitoreo de los POES y de cualquier acción correctiva que sea tomada cuando sea identificada alguna desviación.

- ✓ Cuando la autoridad competente o la empresa determinen que algún POES ha fallado en prevenir la contaminación directa o indirecta del producto procesado, el personal responsable de los procedimientos debe tomar acciones correctivas que incluyan la retención del producto involucrado, restablecer las condiciones de higiene y desarrollar las medidas que eviten una reincidencia.
- ✓ La empresa debe revisar el cumplimiento y apego a los procedimientos escritos (POES) por parte del personal operativo, por lo que este punto debe ser incluido dentro de su programa de auditorías internas. En caso de identificar no inconformidades se deben tomar de inmediato acciones correctivas.
- ✓ Cada vez que el establecimiento realice ampliaciones, cambios en el proceso, adquisición de equipos, cambio de personal, etc., los POES deben someterse a una revisión exhaustiva y deben ser actualizados para asegurarse que estos continúen cumpliendo con su objetivo. Un punto importante que considerar durante la implementación de un programa POES es establecer procedimientos eficaces de mantenimiento de registros, ya que estos muestran los procedimientos en detalle; ofrecen datos de las observaciones realizadas diariamente (OIRSA, 2016).
- ✓ Los establecimientos deben tener registros diarios que demuestren que se están llevando a cabo los procedimientos de sanitización que fueron delineados en el plan de POES, incluyendo las acciones correctivas que fueron tomadas (ANMAT, S.F).

### **5.6.2 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN**

Según OIRSA, (2016) La limpieza es la eliminación de tierra, residuos de alimentos, suciedad, grasa u otras materias objetables. Se puede realizar combinando métodos físicos y métodos químicos.

Dentro de los métodos físicos cabe destacar el cepillo de las superficies; por otra parte, en los métodos químicos se pueden mencionar los detergentes (Franco, S.F).

En cuanto a desinfección, se define como la reducción de microorganismos presentes en el medio ambiente, por medio de agentes químicos y o métodos físicos, a un nivel que no compromete la inocuidad o la aptitud del alimento (OIRSA, 2016).

Los desinfectantes químicos tienen un nivel amplio de actividad, reduciendo muchos tipos de microorganismos. Sin embargo, los desinfectantes no trabajan instantáneamente ya que se requiere un periodo mínimo de 5 minutos de contacto para que actúen. Además, las diluciones deben prepararse siguiendo las instrucciones del fabricante. Por otra parte, una desinfección por métodos físicos se puede utilizar calor. Los utensilios pequeños pueden desinfectarse con agua hirviendo por 10 minutos (ANMAT, S.F).

### **5.7 VARIABLES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA PANELA.**

Algunos factores que influyen en el deterioro de la panela se relacionan con la humedad, la composición y las condiciones del medio ambiente. A medida que aumenta la absorción de humedad, la panela se ablanda, cambia de color, aumenta los azúcares reductores y se disminuye el contenido de sacarosa (Mosquera Andrés, 2007).

Según Vargas Elías (2002) Las variables del producto son las que afectan directamente la calidad o presentación del mismo, tales como la variedad de la caña, donde generalmente las variedades mejoradas ofrecen mejor calidad en cuanto a textura y color.

El grado de madurez es otra variable, porque si la materia prima no ha alcanzado el índice de madurez adecuado (0,95 a 1), el producto terminado presentará dificultades para alcanzar la textura y el color adecuado (Mosquera Andrés, 2007).

También, el número de corte es importante, debido a que cuando el cultivo es viejo (más de 5 cortes), el producto terminado presenta dificultades con su color. El tiempo de almacenamiento es primordial, si es prolongado (más de 3 días) se agiliza la inversión de la sacarosa, siendo esta reacción precursora de las coloraciones oscuras (Vargas Elías, 2002).

Deben estar las mieles en las pailas retrasando el proceso y el color. La calidad y cantidad de cadillo a adicionar determina el tiempo de cocción de las mieles, porque, si se ha disuelto en gran cantidad de agua, se dificulta la evaporación y concentración, además, la calidad y cantidad de baba del cadillo adicionada afecta el producto terminado porque de ellas depende su color (Mejía, 2001).

Según Mejía (2001) Una variable complementaria importante es la influencia del agua en la calidad del producto terminado al facilitar la presencia o ausencia de microorganismos. Las variables del proceso son aquellas que no afectan el producto, pero si afectan al proceso, como el tipo de combustible y la energía, ya que el motor que acciona el molino es eléctrico, sin energía el proceso se detendría.

### **5.8 PARÁMETRO PARA CONTROLAR LA AZÚCAR DE PANELA.**

El contenido de humedad constituye un factor fundamental para realizar un control óptimo en las plantas de producción de azúcar de panela, así como para almacenar y transportar con seguridad el producto final.

Los analizadores de humedad agilizan el análisis del azúcar y sus productos derivados y generan datos precisos sobre el contenido de humedad del azúcar en cuestión de minutos.

Lea la nota de aplicación sobre el azúcar y comprenda por qué es importante medir la humedad que esta contiene, además, descubra la forma en la que puede mejorar la eficiencia con un analizador de humedad. (Métler Toledo, S. F.).



FIGURA 8: Analizador de humedad. (Metiler Toledo S.F).

### 5.8.1 ANALIZADOR DE HUMEDAD.

- Resultados fiables gracias a un control de temperatura preciso con tecnología de calefacción halógena y a una extraordinaria tecnología de pesaje.
- Funcionamiento intuitivo con instrucciones pasó a paso para el usuario para evitar errores en el funcionamiento periódico.
- Rendimiento de medición uniforme durante muchos años gracias a un diseño resistente, a las comprobaciones de rendimiento integradas y a una oferta de mantenimiento completa.
- Optimice su análisis de humedad con la ayuda de nuestra experiencia en humedad. Benefíciense de nuestros métodos de humedad comprobados, nuestro amplio abanico de conocimiento y nuestra amplia asistencia. Solicite una prueba gratuita (Metiler Toledo S. F).



FIGURA 9: Analizador de humedad (Vinicion, 2000).

## 5.9 MAQUINARIA.

### 5.9.1 HORNO ROTATIVO.

**Características y beneficios del horno rotativo.**

Según Vinicion (2000) Estos hornos cuentan con un carro de charolas de varios pisos que gira al interior para asegurar una cocción uniforme del pan gracias al aire caliente que circula a través del ventilador.

Dentro de sus principales beneficios destaca:

- Fácil operación de carga y descarga gracias al carro de varios pisos con charolas.
- Bajo consumo energético y mayor producción en menos espacio (Camargo, 2012).

Este tipo de horno tiene dos versiones: gas o eléctrico; en ambas versiones cuenta con un panel de control digital con función SLEEP y programación de apertura del tiro, lo que provoca ahorros sustanciales de energía (Europan, 2019).

Construido en acero inoxidable y puertas con doble cristal, su diseño es estético, moderno y vanguardista con luz interior. Además, cuenta con sistema de seguridad y paro de emergencia, así como alarma luminosa y de sonido al terminar la horneada (Camargo, 2012).

Los hornos rotativos o giratorios han ganado mucha popularidad a nivel mundial. Ya que son ideales para una gran variedad de productos como galletas, pasteles, pan artesanal y mucho más (Vinicio, 2000).

### **Brinda flexibilidad en los productos que se ofrece.**

La flexibilidad es importante. Necesitas tener un horno que no sólo te brinde la posibilidad de hornear los productos que ofreces ahora, sino también la libertad de ajustar rápidamente tu oferta de acuerdo a las nuevas tendencias del mercado (Europan, 2019).

Aporta consistencia de a las piezas

- Al compararlo con los hornos de radiación, los rotativos terminarán tus productos más rápidos y más parejos, pues la baja velocidad de los

ventiladores distribuye el aire de forma pareja en toda la cámara (Camargo, 2012).

A diferencia de los hornos que tienen que ser cargados y descargados por bandeja a la vez, los rotativos te permiten cargar y descargar toda la cámara de una sola vez (Vinicio, 2000).

Esto significa que los productos estarán horneados durante el mismo periodo de tiempo, haciendo más efectivo el proceso. Además, la mayoría de este tipo de hornos giratorios posee un sistema de recuperación de calor para evitar la caída de temperatura entre bandejas (Europán, 2019).

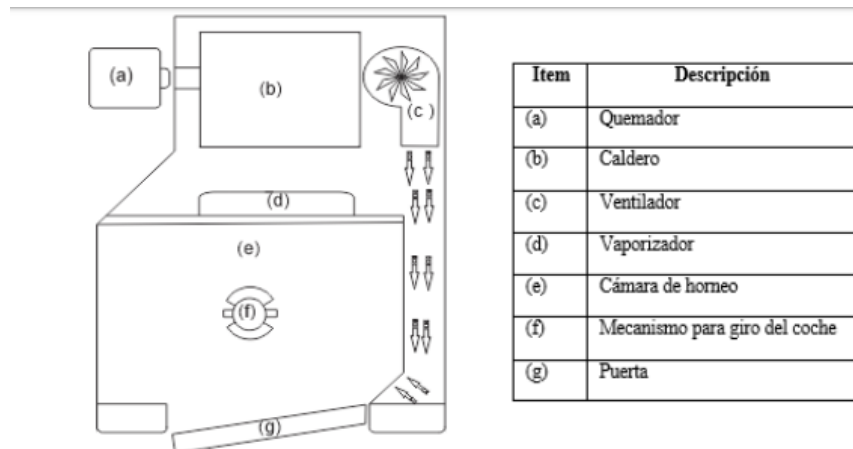


FIGURA 10: Esquema de horno rotativo. (Europán, 2019).

El horno tiene un control de temperatura ON-OFF de marca DIGIMEC, el cual, al encender la salida de ventilador, enciende también el quemador, siempre y cuando la temperatura del horno sea menor a la programada, al alcanzar la temperatura programada, el quemador se apaga y luego encenderá de acuerdo a la histéresis del controlador, el ventilador permanece encendido durante todo el proceso (Camargo, 2012).

Para evaluar la dinámica del sistema actual se adquirieron datos de temperatura en el interior del horno para un set point de 160°C y 180°C desde el encendido del horno hasta que se establezca la temperatura de la cámara (Vinicio, 2000).



## **5.9.2 MAQUINARIA EN LA OBTENCIÓN DE PANELA GRANULADA.**

Los molinos de martillos son ampliamente utilizados para molienda gruesa a media de minerales, productos alimenticios, Se utilizan para reducir las partículas de unas pocas decenas de milímetros hasta 0,5 milímetros por medio del impacto (Maradey, 2019).

Este tipo de equipo también se utiliza frecuentemente antes de los procesos de molienda fina para aumentar la capacidad y proteger del desgaste los molinos secundarios (López, 2003).

### **5.9.2.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.**

El material es triturado por el impacto generado por los martillos oscilantes y contra los revestimientos de la parte superior del molino, la carcasa. Las mallas o rejillas de control de tamaño se colocan en la parte inferior, ajustan el tamaño del producto y pueden intercambiarse. El martillo rompedor está diseñado con diferentes formas que evitan el rebote de las partículas (García, 2004).

Para operar esta máquina sólo se necesita una bolsa de salida para eliminación de polvo simple, ya que sólo se genera una pequeña cantidad de flujo de aire. La alimentación puede ser por medio de una tolva o puede alimentarse con transporte neumático y un sistema de filtro de bolsa y soplador que recogen el producto (Toscano, 2007).

### **5.9.2.2 CARACTERÍSTICAS.**

Cuando se utiliza como una máquina de molienda para pulverizar pequeños trozos de materiales, el molino de martillos tiene una gran capacidad y necesita instalaciones auxiliares mínimas, lo que la convierte en un equipo muy eficiente; tiene una estructura duradera y sencilla (Maradey, 2019).



FIGURA 11: Molino de martillo. (Maradey, 2019).

### **5.9.3 EQUIPO DE TAMIZADORA.**

El tamizado consiste en separar las partículas grandes de las más pequeñas, clasificándolas mediante zarandeo, El tamizado consiste en separar las partículas grandes de las más pequeñas, clasificándolas mediante zarandeo, utilizando una malla de acero inoxidable (García, 2004).

#### **5.9.3.1 CARACTERÍSTICAS.**

1. Separe el gránulo y el polvo para mejorar la calidad.
2. Puede agregar capas de tamizado para tamizar diferentes tamaños.



FIGURA 12: Panela pulverizada (López, 2003).



FIGURA 13: Mallas para pulverizar (García, 2015).

#### **5.9.4 ALTERNATIVAS PARA DESHIDRATAR.**

##### **5.9.4.1 TÉCNICAS DE DESHIDRATACIÓN.**

Hay dos alternativas para la deshidratación de alimentos: de forma natural al sol, o de forma mecánica. Se puede realizar también de forma combinada, unas etapas al sol y otras mecánicas. (European, 2019).

Deshidratado de forma natural al sol: es el proceso tradicional que atribuye a los frutos cualidades importantes, sobre todo de sabor.

- Tiempo de deshidratado: entre 8 y 15 días para llegar al nivel óptimo de humedad.
- Beneficios: simple y barato. (García, 2004).

Inconvenientes o Variabilidad del clima: Los alimentos están expuestos a cambios de temperatura abruptos, así como cambios causados por las lluvias. Esto puede

causar formaciones de moho y agrietamientos en los alimentos o exposición al polvo y a los insectos o no se puede controlar adecuadamente el tiempo de secado y la temperatura. (Europan, 2019).

Deshidratado de forma mecánica: se utilizan corrientes de aire generadas con un ventilador. Puede también calentarse dicho aire para secar más rápidamente. Se debe tener en cuenta de no superar nunca los 60°. (Toscano, 2007).

#### **5.9.4.2 DESHIDRATADOR SOLAR.**

Según Camargo, (2012) esta opción es un híbrido entre el deshidratado natural y el deshidratado mecánico. La energía para el secado es solar, como en el secado natural. Pero como en el deshidratado mecánico se calienta un corriente aire para acelerar el deshidratado. Existen diferentes formas de conseguir un deshidratador solar pero todas ellas están compuestas de dos elementos básicos:

- El colector: habitáculo donde la radiación solar calienta su interior, aire y/o producto.
- Cámara de secado: circula el aire y seca el producto expuesto.

#### **5.9.4.3 TIPOS DE DESHIDRATADORES SOLARES.**

Según la distribución de los dos elementos comentados anteriormente se definen tres tipos de secador solar:

- Deshidratador solar indirecto: los dos elementos están separados. La radiación solar calienta el aire del colector que pasa a la cámara de secado, donde está el producto. En la cámara de secado no incide la radiación solar. Es conveniente para productos sensibles a la exposición directa al sol, permite una mejor manipulación del producto y es más fácil incorporar una fuente de energía auxiliar (Vinicio, 2000).

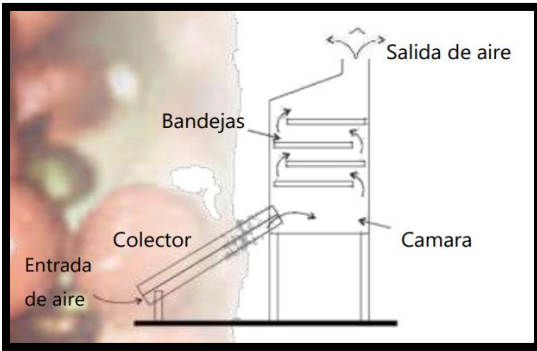


FIGURA 14: Deshidratador (Vinicio, 2000).

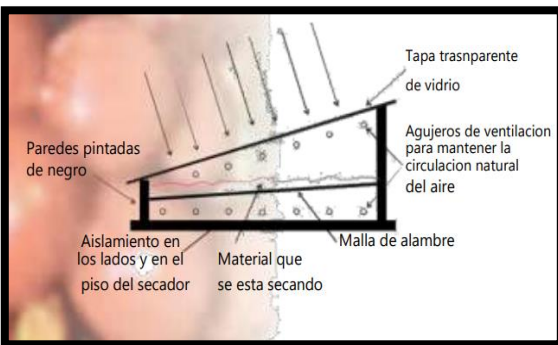


FIGURA 15: Deshidratador (Vinicio, 2000).

Deshidratador solar directo: El colector y la cámara de secado son el mismo elemento, de esta manera, la radiación solar incide directamente sobre el producto a secar, resultando más efectiva la evaporación del agua. Esta agua es recuperada por el aire procedente del exterior. (Vinicio, 2000).

Deshidratador solar mixto: en este caso, la colección de la radiación solar se realiza tanto en el colector, como en la cámara de secado.

### 5.9.5 ÉNFASIS HORNO ROTATIVOS.

Desde su invención en 1958, los hornos rotativos o giratorios han ganado mucha popularidad a nivel mundial, ya que son ideales para una gran variedad de productos como galletas, pasteles, pan artesanal y mucho más (García, 2004).

Han pasado casi seis décadas y la tecnología ha convertido a este tipo de horno en uno de los más recurrentes para cualquier cocina. Y a pesar de la automatización del proceso de producción, los mejores hornos rotativos mantienen el aspecto y la consistencia artesanal (European, 2019).

### **Cuenta con facilidad de uso.**

Una de las características más atractivas de un horno rotativo es la facilidad de uso. Las rejillas pueden ser cargadas con los productos la noche antes y guardarse para ser horneadas en la mañana, para luego, ser extraídas fácilmente para dejarse enfriar. (Vinicio, 2000).

Por otro lado, muchos hornos rotativos tienen un panel de control programable en el que puedes controlar la temperatura, el tiempo y el calor. Tu operador sólo necesitará cargar el horno, seleccionar los ciclos deseados y luego, será libre para realizar otras tareas, disminuyendo el tiempo de la labor. (Toscano, 2007).

### **Asegura mayor eficiencia de espacio.**

Cuando el espacio es reducido, el tamaño de tu horno es una prioridad. Gracias a la cámara de horneado vertical, un horno rotativo tiene una gran capacidad en un espacio reducido, comparado con otros hornos. Esto asegura una mayor eficiencia en el uso de los espacios de tu cocina (García, 2004).

### **Garantiza resistencia y durabilidad.**

Horno que dure años y años. Un equipo confiable debe estar construido con solidez y firmeza (European, 2019).

5.9.6 FLUJOGRAMA DEL PROCESAMIENTO DE LA PANELA GRANULADA.



FIGURA 16: Flujograma de procesamiento de la panela granulada.

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS.

### 6.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

#### 6.1.1 MACRO –LOCALIZACIÓN.

La macro –localización de la Asociación Cooperativa de Producción Agroindustrial, Aprovechamiento, Comercialización, Ahorro y Crédito de Productores de Dulce de Panela del Valle de Jiboa ACOPANELA DE R. L. se ubica en la Zona Paracentral del Salvador en el Municipio San José Verapaz, Departamento de San Vicente.



FIGURA 17: Macro localización.

#### 6.1.2 MICRO-LOCALIZACIÓN.

La planta de procesos de ACOPANELA de R. L. está ubicada en final 5° calle oriente, Barrio El Calvario, zona urbana de Verapaz San Vicente con las siguientes coordenadas: 13° 38' 47''N 88° 52' 14''w.

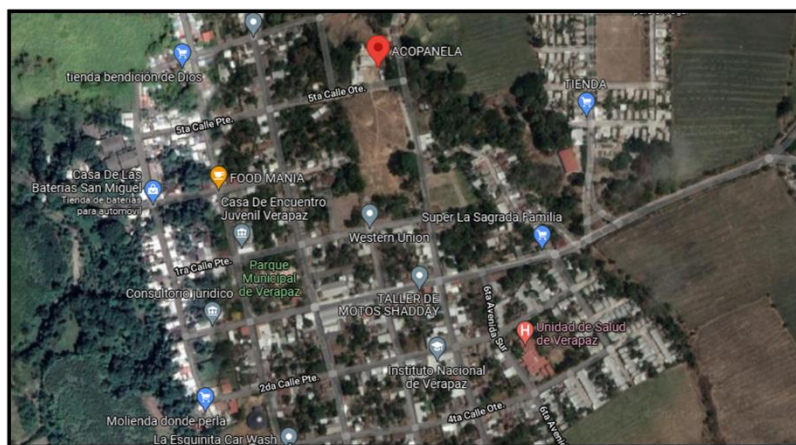


FIGURA 18: Micro localización.



## **6.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.**

La Asociación Cooperativa de Producción Agroindustrial, Aprovechamiento, Comercialización, Ahorro y Crédito de Productores de Dulce de Panela del Valle de Jiboa de Responsabilidad Limitada ACOPANELA de R. L. nace a partir de la necesidad de los productores del Valle de Jiboa por comercializar el dulce de panela en nuevos mercados y por consiguiente mejores precios y beneficios para las familias de los productores asociados a la cooperativa. La cooperativa inició con el nombre de ACOPADES que luego de cambios en sus asociados tomaron la decisión de nombrarla ACOPANELA de R.L. Siendo capacitados por proveedores de maquinaria y equipos procedentes de Colombia. La cooperativa se constituyó con 17 miembros y 8 molineras, motivada por el proyecto de desarrollo rural, luego fue autorizada por el Instituto Salvadoreño de Fomento Cooperativo (INSAFOCOOP); adquiere personería jurídica en el 2004. Posteriormente, en busca de innovación de productos la cooperativa se capacitó con expertos colombianos país del cual se obtuvo la maquinaria y equipos para llevar a cabo la producción de panela granulada. Actualmente ACOPANELA de R. L. está conformada por 25 asociados inscritos de los cuales 17 están activos y 7 molineras. Dos de las molineras son alquiladas y administradas por la cooperativa para proveer meladura para la elaboración de panela granulada, así como también dulce de panela, las demás molineras son independientes y proveen de lascas de dulce de panela para ser empacadas y comercializadas por la cooperativa. Por otra parte, la cooperativa genera 42 empleos directos en tiempo de zafra distribuidos 4 en el área administrativa, 6 en área de producción, 11 en bodega de producto terminado, 12 en molinera Hernández y 9 en molinera Amaya, de estos 42 solamente 7 son permanentes durante todo el año en la planta de producción.

<b>AREA ADMINISTRATIVA</b>	
<b>N° DE TRABAJADORES</b>	<b>CARGO</b>
1	GERENTE
1	CONTADOR
1	COLABORADOR ADMINISTRATIVO
1	ASISTENTE ADMINISTRATIVO
<b>AREA DE PRODUCCION</b>	
1	OPERADOR DE CALDERA
1	PUNTERO
2	ENFRIADO, BATIDO Y TAMIZADO
2	OFICIOS VARIOS
<b>BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO</b>	
7	EMPACADO CON TUSA Y MECATE
4	EMPACADO CON PLASTICO
<b>MOLIENDA HERNANDEZ</b>	
7	EMPLEADOS EN MOLIENDA
5	EMPLEADOS CAÑALES
<b>MOLIENDA AMAYA</b>	
5	EMPLEADOS EN MOLIENDA
4	EMPLEADOS CAÑALES
<b>42</b>	<b>TOTAL</b>

CUADRO 3: Distribución de las diferentes áreas de trabajo de ACOPANELA DE R.L.

Los productos que ofrece ACOPANELA de R. L. Son: panela granulada en diferentes presentaciones, así como también dulce de atado. Además, ofrecen el beneficio de crédito para sus asociados. Cabe mencionar que la cooperativa produce por zafra alrededor de dos millas tres mil quintales de panela granulada los cuales el 90% es comercializado en El Salvador y el 10% es exportado a Estados Unidos. Así mismo, el dulce de panela siendo el 90% de la producción comercializado en Estados Unidos y el 10% en El Salvador.

### **MISIÓN.**

Desarrollar procesos que contribuyan a la producción artesanal de productos étnicos derivados de la caña de azúcar de excelente calidad y a la satisfacción de nuestros clientes; respetando el medio ambiente y los principios cooperativos; además de producir, aprovisionar, comercializar y proporcionar las condiciones para el ahorro y crédito de nuestra membresía de forma participativa generando utilidades que permitan sostenibilidad, mejorando la calidad de vida de las familias del sector panelero.

### **VISIÓN.**

Ser la asociación líder en la producción y comercialización de productos artesanales de los derivados de la caña de azúcar a nivel nacional para el mercado local e internacional, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de nuestras familias, al desarrollo social y económico tanto local como de nuestro país.

**Estructura organizativa de ACOPANELA DE R.L.**

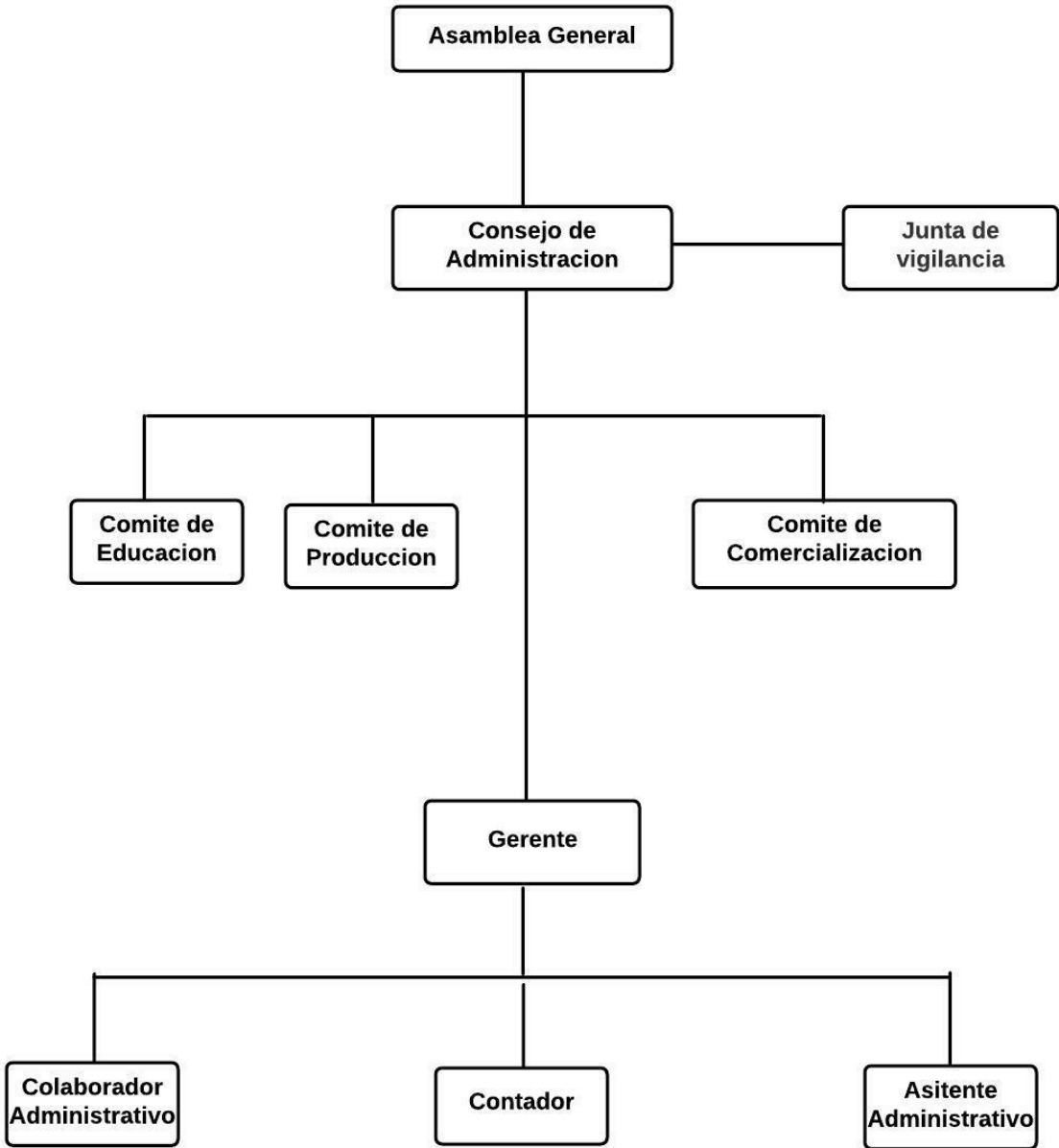


FIGURA 19: Estructura organizativa de ACOPANELA DE R.L.

### **6.3 PERIODO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.**

El periodo de ejecución del proyecto está comprendido desde 15 de agosto de 2021 hasta el 14 de diciembre de 2021.

### **6.4 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.**

La identificación del problema se realizó por medio de una entrevista con el Sr. Gerente de la Asociación Cooperativa de Producción Agroindustrial, Aprovechamiento, Comercialización, Ahorro y Crédito de Productores de Dulce de Panela del Valle de Jiboa ACOPANELA DE R. L. donde se plantearon diferentes necesidades y se discutieron las de mayor prioridad para la cooperativa. Posteriormente se realizó un recorrido por la planta de procesamiento para conocer el proceso productivo e identificar problemas y necesidades no planteados por el representante del ente receptor.

#### **PROBLEMA 1.**

Luego de haber hecho un recorrido por la planta de procesamiento y haber conocido las diferentes etapas del proceso de elaboración de panela granulada y dulce de atado, se identificó la falta de procedimientos operativos estandarizados de limpieza y desinfección (POES), para las diferentes áreas relacionadas con el flujo del producto con el fin de garantizar la inocuidad de los productos elaborados en la cooperativa.

#### **PROBLEMA 2.**

La segunda problemática abordada en dicha entrevista por la excesiva humedad que contiene el caramelo de dulce de panela y las condiciones de almacenamiento que el producto semi terminado que es almacenado durante la duración la cosecha de la caña de azúcar, para posteriormente ser secado con las condiciones climáticas.

Durante el secado del caramelo de panela las condiciones climáticas afectan mucho en la deshidratación del producto (caramelo) y el tiempo del proceso es muy tardado y esto afecta al ente receptor económicamente y la práctica que se realiza para el

deshidratado o secado del caramelo no es buena práctica de manufactura por las condiciones en que se realiza el secado del caramelo.

### 6.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

N°	ACTIVIDADES/ MESES	AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			
1	Entrega de cartas a ACOPANELA de R.L.	■	■														
2	Visita de recolección de información en ACOPANELA de R.L.			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
3	Visita a la planta ACOPANELA de R.L. en compañía del asesor.				■			■			■				■		
4	Revisión de primer avance.					■											
5	Definición de materiales y métodos.							■									
6	Planteamiento del problema y solución							■									
7	Visita al laboratorio de investigación y desarrollo de alimentos CITPA.							■	■								
8	Visita a los proveedores de maquinarias agroindustriales							■			■						
9	Revisión del segundo avance.									■							
10	Elaboración del material ya establecido										■						
11	Elaboración del documento final.											■					
12	Revisión del avance final											■					
13	Visita a Mixing Group para la realización de la prueba de extracción de humedad del caramelo.											■	■				
14	Capacitación del personal de ACOPANELA de R.L. <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Capacitación de POES y Buenas Prácticas de manufactura.</li> </ul>												■				



### **6.6.1.1 ÁREA DE PRODUCCIÓN.**

En esta área se realiza la recepción de la miel previamente evaporada en las moliendas para su posterior concentración, enfriado y batido, así como también el tamizado y embazado previo a la pulverización y empacado de la panela granulada. Los equipos y utensilios utilizados para tal fin son los siguientes: barriles, tachos, bateas, tamizadores, paletas, llenadores y sacos de fibra sintética, así como también operarios de planta. Por otra parte, las instalaciones y equipos en contacto indirecto con el producto son: paredes, techos, extractor de aire, lámparas, ventiladores, ventanas, cedazos, extintor, báscula, tarimas, monta carga manual, hidrolavadora, manguera, basurero, pediluvio, estación de limpieza y desinfección de manos. Luego que termina la zafra, esta área también es utilizada para el empacado de panela granulada.

### **6.6.1.2 ÁREA DE PULVERIZADO.**

En esta área, se realiza la pulverización del terrón de dulce para reducir el tamaño de la partícula de panela, los equipos y utensilios que se utilizan son: un molino de martillos y sacos de fibra sintética, además de las instalaciones como: paredes, techos, ventanas y cedazo, así como también un operario.

La problemática radica en las pérdidas de producto ocasionadas por el molino de martillos cuando pulveriza el terrón de dulce, ya que se produce una nube de partículas de panela tanto en el área de pulverizado como en el área de producción procedente de la tolva del molino, lo cual genera pérdidas de producto que repercuten en pérdidas económicas para la cooperativa. Por otra parte, la nube de partículas de panela se dispersa en las áreas y dificulta la respiración y visibilidad de los operarios, disminuyendo el rendimiento en la ejecución de actividades de producción. Además, se debe considerar la implementación de un manual POES debido al riesgo de contaminación tanto biológica como física del producto, así como también reducir la incidencia de plagas y roedores que son atraídos por la panela dispuesta en paredes y piso.



### **6.6.1.3 ÁREA DE BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO.**

En esta área se realiza la recepción de lajas de dulces en jabas, elaborados en las diferentes molindas asociadas para ser empacadas con tusa de maíz y amarrados con mecate de huerta de guineo (previamente humedecido el mecate y la tusa en agua a temperatura ambiente), así como también la colocación del empaque secundario de plástico grado alimenticio y en viñetado, luego son empacados en cajas de cartón y apilados en tarimas de madera. Además de la operación anterior, se realiza el pesado y empacado de la panela granulada proveniente de la planta de producción. En esta área al igual que en las anteriores se debe garantizar la limpieza y desinfección tanto de las instalaciones como de los utensilios, equipos de trabajo y de protección personal, y la higiene del personal, utilizados en las actividades que se realizan, contribuyendo así a asegurar la inocuidad del producto terminado. Por otra parte, mantener el orden y limpieza del área disminuirá la incidencia de plagas y vectores de enfermedades.

### **6.6.1.4 BODEGA DE EMPAQUE DE TUSA DE MAÍZ.**

En esta bodega se guarda el material de empaque como tusa de maíz en bolsa tipo jardinera. La pared y techo de la bodega son de lámina y el piso está hecho de tablas. Es de vital importancia mantener el orden y limpieza en esta bodega debido a que puede facilitar las condiciones para la propagación de roedores y demás insectos plagas, por lo cual, se debe establecer un manual de procedimientos operativos estandarizados de limpieza y desinfección para instalaciones y tusa de maíz ya que es el empaque primario de las lajas de dulce. Así como también, se sugiere readecuar las instalaciones de manera que evite la entrada y salida de roedores e insectos.

### **6.6.1.5 BODEGA DE EMPAQUES.**

Esta área se utiliza para guardar los materiales como sacos, cajas de cartón, mecate de huerta de guineo, jabas. Además, es utilizada como bodega de equipos y utensilios en desuso. La instalación de la nave está conformada por paredes cuya parte inferior es de adoquines y cemento, sin embargo, la parte superior está hecha de lámina y estructura metálica, el techo está constituido por lámina y estructura

metálica. Al igual que en la bodega de empaque de tusa se debe garantizar el orden y limpieza de instalaciones, materiales y equipos estableciendo un manual POES, y de esta área garantizar la inocuidad de los materiales y minimizar la incidencia de insectos y roedores.

## 6.7 COTIZACIONES DE MAQUINARIA.

El estudio se enfocará en dar respuesta al problema No. 2.

<b>COTIZACIONES DE HORNOS.</b>		
<b>ABCO.</b>	<b>TECNI INOX</b>	<b>RODINOX</b>
<b>Horno de acero inoxidable.</b>	<b>Horno semi digital convención mod.</b>	<b>HORNO DE CONVEXION</b>
<b>Iluminación interna resistente a altas temperaturas y choques térmicos, aislado térmico con lana balística y ruedas que facilitan su traslado la turbina se apaga y se encienden automáticamente al abrir y cerrar la puerta.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Capacidad de de cierre latas.</li> <li>+ Parte externa construido en acero esmaltado</li> <li>+ Control digital temperatura</li> <li>+ Puerta de vidrio y sistema de cierre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Capacidad para 6 latas</li> <li>+ Estructura exterior e interior en lámina de acero inoxidable.</li> <li>+ Sistema de seguridad.</li> <li>+ Funcionamiento de gas.</li> </ul>
<b>Precio: \$ 3,600.00</b>	<b>Precio: \$ 2831.86</b>	<b>Precio: \$ 3,200.00</b>

CUADRO 5: Cotizaciones de hornos rotativos. (Ver imagen en anexo 2,3 y4).

Se refiere al recorrido realizado durante las diferentes empresas las cuales fabrican equipo y utensilios de acero inoxidable y hornos tipo rotativos, las empresas a visitar contaban con hornos exportados y hornos fabricados en el país.

Se realizó una entrevista con el Sr. Gerente de la Asociación de ACOPANELA DE R. L. donde se plantearon las diferentes cotizaciones realizadas por los estudiantes y su asesor de la problemática que ente receptor está pasando.

No se le dio solución al problema porque los hornos cotizados no tienen la capacidad y rendimiento que ACOPANELA requiere para cada día de procesamiento del caramelo.

**PRUEBAS DE HUMEDAD DEL CARAMELO OBTENIDO DE LA PANELA.**

**GERENCIA CITPA**

**REPORTE DE ANÁLISIS DE LABORATORIO.**

<b>IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS</b>					
<b>CLIENTE/EMPRESA</b>	<b>ACOPANELA</b>	<b>DE</b>	<b>N° DE</b>	<b>MUESTRAS</b>	<b>LAB</b>
	<b>R.L.</b>				<b>I+D</b>
<b>MUESTRAS EN ESTUDIO</b>	<b>Azúcar de Panela granulada</b>	<b>2</b>	<b>muestras;</b>	<b>10/21</b>	
			<b>asoleada, sin asolear</b>		
<b>ANÁLISIS REALIZADO</b>	<b>Humedad (%)</b>				
<b>TIPO DE EMPAQUE</b>	<b>Recibido en bolsa tipo ziploc</b>				
<b>FECHA DE INGRESO</b>	<b>28/09/21</b>				
<b>MUESTREO</b>	<b>Por el cliente</b>				
<b>ENTREGA DE REPORTE</b>	<b>6/10/21</b>				

CUADRO 6: Prueba de humedad.

## 2. RESULTADOS DE ESTUDIO.

DETERMINACIÓN/ ESTUDIO	ASPECTOS METODOLÓGICOS
Humedad (%)	El análisis se realizó usando una balanza para humedad modelo Ohaus MO 63u

CUADRO 7: Resultados de estudio.

## 3. RESULTADOS

MUESTRA	RESULTADOS HUMEDAD (%)
Panela asoleada con fecha 25/09/21	0.63%
Panela sin asolear con fecha 25/09/21	2.67%
Panela asoleada con fecha 26/09/21	1.04%

CUADRO 8: Resultados finales de la prueba de humedad del caramelo. (Ver en anexo 1).

## OBSERVACIONES.

El procedimiento de muestreo, el empacado y el traslado de la muestra fueron realizados por el interesado. La determinación de humedad se realizó por triplicado y se presentan resultados promedio de las 3 muestras analizadas.

Las pruebas de humedad se realizaron para obtener tener un mayor conocimiento del porcentaje de humedad que tiene el caramelo a la hora de pasar por el molino de martillo, según las pruebas realizadas el porcentaje de humedad del caramelo no asoleado son mínimas eso nos un resultado favorable y una solución al problema.

Podemos observar que se necesita un horno con una temperatura relativa más o menos abajo de los 100° para obtención de caramelo deshidratado. Listo para ingresar al molino de martillo.

**Cuadro comparativo de la segunda cotización.**

<b>EQUIPOS Y PARTES</b>	<b>MIXING GROUP</b>
<b>Horno de acero inoxidable</b>	<b>Horno de acero inoxidable.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Horno a gas</li> <li>✚ Confusión de vapor</li> <li>✚ Material interno del intercambiador.</li> <li>✚ Temperatura 25-300 grados.</li> <li>✚ Tamaño de bandeja 600-400</li> <li>✚ Capacidad de latas 32.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Regulador de temperatura digital.</li> <li>✚ Turbinas.</li> <li>✚ Capacidad de 20 latas.</li> <li>✚ Gas propano.</li> <li>✚ Acero inoxidable</li> <li>✚ Capacitación para el personal.</li> </ul>
<b>Precio: \$28,290.26</b>	<b>\$36.393.54</b>

CUADRO 9: Cotizaciones de hornos de alta capacidad. (Ver anexo 9 y 10).

Mixing Group: la cotización de la empresa es muy favorable y perfectamente resuelve el problema por el cual está pasando ACOPANELA DE R.L. Ofreciendo la posibilidad de realizar pruebas de extracción de humedad del dulce de caramelo en sus instalaciones de la empresa.

El horno rotativo cuenta con una capacidad de 32 latas, cumple perfectamente con lo acordado con el Gerente del ente receptor de ACOPANELA DE R.L; tiene una ventaja muy relevante que las turbinas pueden estar encendida y si para el caramelo de dulce es más favorable que las turbinas estén pagadas también el horno cuenta con esa opción.

Se obtuvo una reunión con los asociados de ACOPANELA DE R.L. para discutir sobre ambas empresas. Y se inclinaron más por el horno que ofrece la empresa

Mixing Group por su capacidad y sus hornos de alta calidad y sobre todo sus prestaciones muy favorables que les garantizan a sus clientes.

Por medio de la presente nos complace preséntale oferta de financiamiento para arrendamiento para la adquisición de **1) HORNO CHEFTOP GN2/1 PLUS XEVC-2021-GPRS, 2) CLAVIJERO XEVTL-2021, 1) KIT DE PRIMERA INSTALACION Y 40) LATAS BLACK20** bajo los siguientes términos y condiciones.

### COTIZACIÓN DE ARRENDAMIENTO FINANCIERO.

Valor del bien	\$ 36,393.54
Prima IVA incluido	\$ 10,918.06
Plazo en meses	24
Forma de pago	24 cuotas mensuales vencidas
	Y sucesivas según detalle:
Gastos leales y de estructuración más IVA	\$ 914.26
Opción de compra más IVA (valor residual)	\$ 1, 819.68
Renta mensual más IVA	\$ 1,311.59
Cuota de seguro más IVA (opcional)	\$ 121.31
Renta total por mes más IVA (24 cuotas)	\$ 1,432.91

CUADRO 10: Cotización de arrendamiento financiero (ver anexo 11).

#### CONDICIONES ESPECIALES.

- ✚ La oferta incluye gastos de escrituración y registrales.
- ✚ La presente oferta incluye seguro contra todo riesgo.

Presente tiene un periodo de validez de 15 días a partir de la fecha.

### **PRUEBA Y ERROR DE PANELA GRANULADA.**

N° DE ENSAYOS	TIEMPO	TEMPERATURA
1	6 HORAS	32° C
2	5 HORAS	32° C
3	4 HORAS	36° C

CUADRO 11: Ensayo de deshidratado del caramelo en diferentes horas (ver anexo 12).

Cuadro 9: ensayo en horas diferente del caramelo de panela. (ver anexo 12).

Las pruebas se realizaron en las empresas de mixing group, en diferentes horas con una temperatura de 32° C el ensayo 1 y el ensayo 2 y una temperatura de 36° C el ensayo 3, teniendo como resultado satisfactorio la prueba realizada en el tiempo de 4 horas; obteniendo un caramelo con la misma textura, sabor y color favorable.

La decisión se llevó a cabo en una reunión realizada con junta directiva y de más miembros que estuvieron presentes en una reunión realizada en el enter receptor de ACOPANELA DE R.L. con la finalidad de dar por terminada la problemática.



## VII. CONCLUSIONES.

- ✚ La implementación de este trabajo es dar una solución pronta y eficaz a la problemática que tiene la empresa que ya que se procesa el caramelo de panela debido al alto porcentaje de humedad que posee el caramelo de panela al momento de pasarlo al molino de martillo se crea una película de masa el cual no permite pulverizarla y la empresa a optado por asolear el producto para reducir la humedad de tal manera el caramelo sea pulverizado por el molino de martillo, a raíz de la problemática las condiciones de almacenamiento del caramelo de panela se debe tener en condiciones óptimas.
- ✚ Por condiciones de inocuidad y eficacia de tiempo para reducir la humedad del caramelo de panela se adquiriría una deshidratadora el cual nos reducirá tiempo para reducir la humedad.

Debido a los POES se debe mantener la inocuidad de la línea de proceso para luego obtener la azúcar de panela y para ello se debe de mejorar lo siguiente:

- ✚ En el área de almacenamiento el piso se debe mantener seco, al mantenerse seco permite que el caramelo de panela no adquiera más humedad.
- ✚ Las condiciones del secado al sol del caramelo de panela no es el apropiado ya que se expone al ambiente y por ello se pueda adquirir contaminación en el producto.
- ✚ Para el proceso de la deshidratación del caramelo de panela atreves de una deshidratadora la calidad organoléptica para luego pasar al molino de martillo y así posteriormente de los procesos obtener la azúcar de panela sin ningún cambio que afecte la calidad.
- ✚ La planta de la empresa debe contar con un área en el cual el proceso de deshidratación se lleve a cabo.

## VIII. RECOMENDACIONES.

- ✚ Implementar mejoras en el área de almacenamiento las esquinas de los sacos del caramelo de panela debe estar se parados de la pared 30 centímetros con el fin de mantener y no aumentar la humedad del caramelo de panela. Por otra parte, el piso debe mantenerse secos.
- ✚ Las condiciones del secado se deben cambiar por una deshidratadora el cual en la empresa mejorara en tiempo y así deshidratarnos 900 libras de caramelo por día ya que radicalmente es la media de producción de caramelo de panela en zafra.
- ✚ Estandarizar el tiempo con respecto a la deshidratadora el cual nos proporcionara un producto más homogenizado posteriormente a pasar con el proceso del molino de martillo.
- ✚ Mejorar los almacenamientos de la planta de la empresa ya que es un producto que adquiere humedad, las tarimas de suelo a tarima deben estar elevado unos 30 centímetros con el fin de optimizar eficazmente la limpieza en el almacenamiento.
- ✚ Adquirir o compra de la deshidratadora.

## IX. ANEXOS.



**CITPA**  
Comisión de Investigación  
Tecnológica y Productiva  
en Agroindustria

**LABORATORIO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO  
DE ALIMENTOS  
GERENCIA CITPA**



MINISTERIO DE EDUCACIÓN,  
CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA

**REPORTE DE ANALISIS DE LABORATORIO**

IDENTIFICACION DE MUESTRAS			
CLIENTE/EMPRESA	ACOPANELA DE R.L.	Nº MUESTRAS	LAB I+D
MUESTRAS EN ESTUDIO	Azúcar de Panela Granulada	2 muestras; Asoleada Sin asolear	10/21
ANALISIS REALIZADO	Humedad (%)		
TIPO DE EMPAQUE	Recibido en bolsa tipo Ziploc		
FECHA DE INGRESO	28/9/21		
MUESTREO	Por el cliente		
ENTREGA DE REPORTE	6/10/21		

**2. RESULTADOS DE ESTUDIO**

DETERMINACIÓN/ESTUDIO	ASPECTOS METODOLOGICOS
Humedad (%)	<i>El análisis se realizó usando una balanza para humedad modelo Ohaus MO 63u</i>

**3. RESULTADOS**

MUESTRA	RESULTADOS HUMEDAD (%)
Panela asoleada con fecha 25/09/21	0.63%
Panela sin asolear con fecha 25/09/21	2.67%
Panela asoleada con fecha 26/09/21	1.04%

**OBSERVACIONES**

El procedimiento de muestreo, el empaque y el traslado de la muestra fueron realizados por el interesado. La determinación de humedad se realizó por triplicado y se presentan resultados promedio de las 3 muestras analizadas.

Ing. MSc. Luis Alonso Ibarra  
Gerente CITPA



Licda MSc. Vilma Ruth Calderón  
Responsable del Análisis



MINISTERIO DE EDUCACIÓN,  
CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DIRECCIÓN NACIONAL DE  
INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN  
EDUCATIVA

GERENCIA DEL COMPLEJO DE INNOVACIÓN  
TECNOLÓGICA Y PRODUCTIVA EN  
AGROINDUSTRIA-CITPA



ANEXO 1: Resultados obtenidos de prueba de humedad del caramelo.

ANEXO 2: Cotización realizada en TECNIINOX.

Código		Cant.	Descripción	Precio de Venta	% Desc.	Precio Unitario	Precio Total
0106003		1	<b>HORNO SEMI DIGITAL CONVECCION MOD. HNS-TL</b> >Capacidad de 7 Litas 18"X26" >Pate externa construido en Acero Esmaltado >Pate Frontal, Puertas, Recamara Interior, Construidas en A/Inox. 430-P4 >Puertas con Vidrio y Sistema de cerr. >Válvula Solenoide sistema de Seguridad P/Control del Gas. >Control digital temperatura. >Timer digital P/tiempo de cocimiento. >Encendido chipers eléctrico Luz en la Recamara > Turbina con motor de 1/2HP 110V con sistema apagado automático >No incluye sistema de gas  DIMENSIONES: Frente 1.03x0.80x0.24 Ancho x0.90x0.76 Altura	2,831.86	18.00%	2,348.67	2,348.67
0312625		1	<b>CLAVIJERO ALUMINO 26L 18"X26"</b> Clavijero de aluminio Capacidad: 20 bandejas de 18" x 26". Espacio entre bandejas de 3". 4 ruedas de 5".  Dimensiones: frente 0.52 x 0.66 ancho x 1.76 alto	260.00		260.00	260.00

ANEXO 3: Cotización de ABCO.



ABCO, S.A. DE C.V.  
EQUIPOS, REPUESTOS Y SERVICIOS  
PARA COCINA COMERCIAL

San salvador, 04 de octubre de 2021.

Estimados señores ACOPANELA DE R.L.  
Email: [cr14012@ues.edu.sv](mailto:cr14012@ues.edu.sv) // [mh15027@ues.edu.sv](mailto:mh15027@ues.edu.sv)  
Cel. 7867-6533 // 7613-9066

Presente.

De acuerdo a su solicitud a continuación le estamos enviando los precios de los equipos de su interés.

MODEL.	CANT.	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	PRECIO UNIT.	VALOR TOTAL
PH-1000-AI	1	<b>HORNO PROGAS DE ACERO INOXIDABLE.</b>  Iluminación interna resistente a altas temperaturas y choques térmicos; Aislado térmico con lana basáltica y ruedas que facilitan su traslado La turbina se enciende y apaga automáticamente al abrir y cerrar la puerta; Nuevo controlador con teclas de programas, recetas, timer, turbina, lámpara y vapor, además de controlador digital para programar el tiempo de cocción, temperatura y vapor; Tensión: bivolt 127/ 220V.		\$3,600.00	\$3,600.00

ANEXO 4: Cotización de RODINOX.

**de El Salvador**

San Salvador, 07 de octubre de 2021.

**Señores**  
**Sandra Margarita Martínez Hernández**  
**Presente.**

Respetables señores:

Por este medio nos complace presentar a su consideración la oferta que gentilmente nos ha solicitado. A continuación, el detalle.

CANTIDAD	DESCRIPCION
1	<b>HORNO DE CONVEXION: En acero inoxidable</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Capacidad para 6 latas</li><li>- Estructura exterior e interior en lámina de acero inoxidable,</li><li>- sistema de seguridad: válvula de seguridad, termostato, termopila y piloto</li><li>- 2 puertas abatibles frontales, en acero inoxidable</li><li>- turbina y motor para la circulación de calor uniforme en el interior de la recamara de hornado</li><li>- Funcionamiento a gas.</li><li>- Banco con el tubo cuadrado de acero inoxidable</li><li>- Rack para latas.</li><li>- Dimensiones: 110 x 100 x 170 cm.</li></ul>

**Precio ..... \$ 3,200.00**



**CONDICIONES DE OFERTA:** Calle Santa Ana, Calle Sta. Gabriela, No. 6 y 7, Mejicanos. Tlc.: 2296-1554, Teletax: 2276-0062.

\*Precios: **Incluye IVA.**

\*Tiempo de entrega: **30 días hábiles después de recibido el anticipo**

\*Forma de pago: 50% de anticipo y 50 % **contra entrega**

\*Validez de oferta: **15 días**

\*Garantía: **12 meses por desperfectos de fabricación**



ANEXO 5: Horno rotativo.



ANEXO 6: Bandeja de acero inoxidable.



ANEXO 7: Clavijero.



ANEXO 8: Caramelo asoleado.



ANEXO 9: Caramelo deshidratado.



ANEXO 10: Cotización de horno de Equipo y partes.

	<p><b>HORNO ROTATIVO A GAS DE 32 BANDEJAS</b>                  Vol.: 220V/3 60Hz 5kW                  EX. Tamaño: 255 * 160 * 250                  N / G Peso: 1800/1900                  Paquete. Tamaño / CBM: 238 * 167 * 247 / 9.82                  Detalles: 1. Quemador Olympia. Max gas consumo 6.5kgs / h                  2. Con función de vapor. 3. Material externo del intercambiador de calor: S.S. # 304                  4. Contratista de A / C: Schneider                  5. Relé eléctrico: Omron                  6. Controlador de temperatura y temporizador: CHAO                  7. Cuerpo del horno dentro de S.S. # 201 1.5 mm; exterior S.S. # 201 1.5 mm. 8. Aislamiento de algodón PU de doble capa: 145 mm espesor. Tamaño de la bandeja: 600 * 400 mm. Distancia de la bandeja a la bandeja de 100 mm.                  9. Temperatura 25-300 grados.                  10. Excelente sistema de depuración de aire caliente.</p>	64.00	12.02	769.28
	<p><b>*RECIPIENTE DE ALUMINIO 400 X 600*30 ALUMINIO GRUESO ALUMINIO PESADO</b></p>			
<b>Subtotal</b>				28,290.26
<b>Total</b>				<b>\$28,290.26</b>

## COTIZACION

Número 24112021.1	Fecha 24.11.2021	Cód. Cliente
Su referencia SANDRA MARTINEZ		Válida hasta 15 DIAS
Condiciones de pago 50%- ANTICIPADO - 50% ANTES DE EMBARQUE		Agente RZ
Teléfono +503 7613 9066	Correo mh15027@ues.edu.sv	
NIT		
Notas <b>PRECIO INCLUYE IVA. PRECIO EN DOLARES PRECIO INCLUYE FLETE INCLUYE INSTALACION</b>		

<b>Cliente</b>
Empresa ACOPANELA DE R.L.. FINAL CALLE OTE. BARRIO EL CALVARIO ZONA URBANA VERAPAZ, SAN VICENTE
<b>Dirección de entrega</b>
Empresa ACOPANELA DE R.L. IDEM

Cantidad	Descripción	UM	Precio	Importe USD
N° 1	HORNO CHEFTOP GN2/L PLUS XEVC-2021-GPRS 892X1257X1875  HORNO DE 20 LATAS  <u>ACCESORIOS:</u>		26,750	\$27,029.42
N° 1	-CLAVIJERO XEVTL-2021		1,872	\$1,872.00
N° 1	-KIT DE PRIMERA INSTALACION		169.65	\$169.65
N° 40	-LATAS BLACK20 TG895		78.39	\$3,135.60



PRECIO UN: \$32,206.67

Incoterms CIF SAN SALVAODR	Transporte EN S.S.	Vector			Moneda: USD
Gastos de cobro		Neto Mercancía 0,00	I.V.A. \$4,186.87	Total a Pagar \$36.393.54	

ANEXO 11: Cotización de Mixing Group.

ANEXO 12: Mecanismo de extracción de humedad.



ANEXO 13: Tipos de bandeja.



ANEXO 14: Muestras de caramelo, midiendo el porcentaje de humedad.

## X. BIBLIOGRAFÍAS.

- ✚ Camargo, 2012, Control de temperatura de un horno (en línea) consultado el 16 de octubre de 2021. Disponible en: [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/486/digital\\_16910.pdf?sequence=1](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/486/digital_16910.pdf?sequence=1)
- ✚ CENGICANA, 2017. Guía de Buenas Prácticas Agrícolas en Caña de Azúcar. Guatemala. Documento (en línea), consultado el 10 de septiembre de 2021. Disponible: <https://cengicana.org/files/20170425171748989.pdf>
- ✚ Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUCA). 2015. Ficha técnica del cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*L.). México. Documento (en línea), consultado el 10 de septiembre de 2021 Disponible: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha\\_Tecnica\\_Ca%C3%A1\\_de\\_Az%C3%BAcar.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/141823/Ficha_Tecnica_Ca%C3%A1_de_Az%C3%BAcar.pdf)
- ✚ Díaz L. Portocarrero E. 2002. Manual de producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*L.). Zamorano, Honduras. Documento en línea, consultado el 10 de septiembre de 2021. Disponible: [http://teca.fao.org/sites/default/files/technology\\_files/T1639.pdf](http://teca.fao.org/sites/default/files/technology_files/T1639.pdf)
- ✚ Díaz S. Gracias F. Romero C. 2004. Caracterización del cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en El Salvador. Universidad Nacional de El Salvador. Documento (en línea), consultado el 10 de septiembre de 2021. Disponible: <http://ri.ues.edu.sv/1566/1/13100527.pdf>
- ✚ European, 2019, Beneficios de utilizar un horno rotativo (en línea) consultado el 16 de octubre de 2021. Disponible en: <https://blog.european.mx/horno-rotativo-beneficios>
- ✚ Franco A. s.f. importancia de la limpieza y sanitización para la manipulación de alimentos. Dirección de innovación y calidad El Salvador, (en línea), 13 de

Septiembre de 2021, Disponible en:  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/910/1/al433.pdf>

- ✚ Francouis Boucher,2007, Agroindustria rural recursos técnicos y alimentación, (en línea), consultado, 13 de septiembre de 2021, disponible en:  
<https://books.google.com.sv/books?id=jyaoaqaaiaaj&pg=pa401&dq=condiciones+de+almacenamiento+panela&hl=es&sa=x&ved=2ahukewjusjec9ydza hu2tdabhq8kakgg6wf6bagdeae#v=onepage&q=condiciones%20de%20almacenamiento%20panela&f=false>
- ✚ García, 2004, Manual para la solución y operación de equipos de molienda, (en línea) consultado el 21 de octubre de 2021. Disponible en:  
<https://1library.co/document/zwv3050q-manual-seleccion-montaje-operacion-equipos-molienda-produccion-panela.html>
- ✚ Hugo Garcia, 2007,Guia tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de la caña panelera, (en línea), consultado, 13 de septiembre de 2021, disponible en:  
<https://books.google.com.sv/books?id=havgx8wguv4c&pg=pa75&dq=condiciones+de+almacenamiento+panela&hl=es&sa=x&ved=2ahukewjusjec9ydza hu2tdabhq8kakgg6wf6bagleae#v=onepage&q=condiciones%20de%20almacenamiento%20panela&f=false>
- ✚ Liliana Acurio, 2010, Determinación de los principales indicadores en el tiempo de vida de anaquel de panela granulada de las unidades productivas ingapi y el paraíso con fines de exportación al mercado norteamericano, (en línea), consultado, 13 de septiembre de 2021, disponible en:  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/910/1/al433.pdf>
- ✚ Lina Bolaños,2017, Evaluación termodinámica de variables críticas en la estabilidad de la panela de caña de azúcar, (en línea), consultado, 13 de septiembre de 2021, disponible en:  
<https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/3167/3424#info>

- ✚ López, 2003, Estudio para la implementación de una planta de producción panelera, (en línea) consultado el 21 de octubre de 2021. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1091\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1091_IN.pdf)
- ✚ López, 2003, Estudio para la implementación de una planta de producción panelera, (en línea) consultado el 21 de octubre de 2021. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1091\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1091_IN.pdf)
- ✚ Maradey, 2019, Diseño y construcción de máquina para la producción de panela, (en línea) consultado el 21 de octubre de 2021. Disponible en: [https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/7025/2019\\_Tesis\\_Jonatan\\_Fernando\\_Castellanos\\_Hern%C3%A1ndez.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/7025/2019_Tesis_Jonatan_Fernando_Castellanos_Hern%C3%A1ndez.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- ✚ Maradey, 2019, Diseño y construcción de máquina para la producción de panela, (en línea) consultado el 21 de octubre de 2021. Disponible en: [https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/7025/2019\\_Tesis\\_Jonatan\\_Fernando\\_Castellanos\\_Hern%C3%A1ndez.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/7025/2019_Tesis_Jonatan_Fernando_Castellanos_Hern%C3%A1ndez.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- ✚ Mejía, 2001. Variables que afectan la calidad de la panela (en línea) Consultado el 25 de octubre de 2021. Disponible en: [Variables Que Afectan La Calidad de La Panela | PDF \(scribd.com\)](#)
- ✚ Mercado P. s.f. Situación Agrícola de la Caña de Azúcar en la Hacienda El Madroñal. Documento (en línea). Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 1991. Documento en línea, consultado el 11 de septiembre de 2021. Disponible: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavl/tec-cana.pdf>Bolaños
- ✚ Metiler Toledo, S.F. Determinación rápida del contenido de humedad en el azúcar de panela (en línea) Consultado el 25 de octubre de 2021. Disponible en: [¿Cómo medir el contenido de humedad en el azúcar y en sus productos derivados? \(mt.com\)](#)
- ✚ Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. 1991. Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica, Caña de



Azúcar. Documento (en línea), consultado el 10 de septiembre de 2021  
Disponible: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/tec-cana.pdf>Aguilar

- ✚ Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 1991. Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Documento (en línea), consultado el 10 de septiembre de 2021. Disponible: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/tec-cana.pdf>
- ✚ Mosquera Andrés, 2007. VARIABLES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA PANELA ( en línea) Consultado el 25 de octubre de 2021.Disponible en: [Dialnet-VariablesQueAfectanLaCalidadDeLaPanelaProcesadaEnE-6117629](http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117629)  
(1).pdf
- ✚ Organización Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). 2016. Manual de buenas prácticas de manufactura en carne de bovinos, porcinos y aves, (en línea), 13 de septiembre de 2021, Disponible en: [https://webcache.googleusercontent.com/SEARCH?Q=CACHE:WRK2WP0JUPGJ:HTTPS://DIALNET.UNIRIOJA.ES/DESCARGA/ARTICULO/6117629.PDF+&CD=1&HL=ES&CT=CLNK&GL=SV](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:WRK2WP0JUPGJ:https://dialnet.unirioja.es/Descarga/articulo/6117629.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=sv)
- ✚ Ortiz y Villanueva, 2017. Importancia del conocimiento de las fases fisiológicas del cultivo de la caña de azúcar para realizar el manejo agronómico. (en Línea) Consultado el 10 de septiembre de 2021. Disponible en:  
[http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12228/1/DE00001\\_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12228/1/DE00001_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf)
- ✚ Risaralda s,f, almacenamiento y seguridad, (en línea),consultado, 13 de septiembre de 2021, disponible en: <https://www.ingeniorisaralda.com/es/almacenamiento-y-seguridad-pg55>
- ✚ S.A,2010. El cultivo de la caña de azúcar (en línea) consultado el 10 de septiembre de 2021. Disponible en: <http://librosdelagro.blogspot.com/2010/11/a-fondo-el-cultivo-de-la-cana-de-azucar.html>



- ✚ Sánchez Pérez, 2013. Caña de azúcar (en línea) consultado el 12 de septiembre de 2021. Disponible en: [https://www.ecured.cu/Ca%C3%B1a\\_de\\_az%C3%BAcar#Flor\\_y\\_su\\_inflorescencia](https://www.ecured.cu/Ca%C3%B1a_de_az%C3%BAcar#Flor_y_su_inflorescencia)
  
- ✚ Silvio Mosquera, 2007, Variables que afectan la calidad de la panela procesada en el departamento del cauca, (en línea), consultado, 13 de septiembre de 2021, disponible en: [https://www.google.com/sv/search?q=Silvio+Mosquera%2C+2007%2C+Variables+que+afectan+la+calidad+de+la+panela+procesada+en+el+departamento+del+cauca%2C+\(en+l%C3%ADnea\)%2C+consultado%2C+13+de+septiembre+de+2021%2C&rlz=1C1CHZL\\_esSV713SV713&oq=Silvio+Mosquera%2C+2007%2C+Variables+que+afectan+la+calidad+de+la+panela+procesada+en+el+departamento+del+cauca%2C+\(en+l%C3%ADnea\)%2C+consultado%2C+13+de+septiembre+de+2021%2C&aqs=chrome..69i57.1096j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/sv/search?q=Silvio+Mosquera%2C+2007%2C+Variables+que+afectan+la+calidad+de+la+panela+procesada+en+el+departamento+del+cauca%2C+(en+l%C3%ADnea)%2C+consultado%2C+13+de+septiembre+de+2021%2C&rlz=1C1CHZL_esSV713SV713&oq=Silvio+Mosquera%2C+2007%2C+Variables+que+afectan+la+calidad+de+la+panela+procesada+en+el+departamento+del+cauca%2C+(en+l%C3%ADnea)%2C+consultado%2C+13+de+septiembre+de+2021%2C&aqs=chrome..69i57.1096j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8)
  
- ✚ Tania Rozo, 2013, manual técnico de buenas prácticas de manufactura (bpm) para el proceso tecnológico de producción de panela, (en línea), consultado 13 de septiembre de 2021, disponible: [https://www.onfandina.com/images/publicaciones/panela\\_manual%20t%C3%A9cnico%20bpm%20trapiches.pdf](https://www.onfandina.com/images/publicaciones/panela_manual%20t%C3%A9cnico%20bpm%20trapiches.pdf)
  
- ✚ Toscano, 2007, Guía tecnológica integral del sistema productivo de la caña de panela, (en línea) consultado el 21 de octubre de 2021. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/934/1/Gu%C3%ADa%20Tecnica%20de%20Agroindustria%20Panelera.pdf>
  
- ✚ Toscano, 2007, Guía tecnológica integral del sistema productivo de la caña de panela, (en línea) consultado el 21 de octubre de 2021. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/934/1/Gu%C3%ADa%20Tecnica%20de%20Agroindustria%20Panelera.pdf>

- ✚ Vargas Elías, 2002. Variables que afectan la calidad de la panela (en línea) Consultado el 25 de octubre de 2021. Disponible en: [Variables que afectan la calidad de la panela procesada en el departamento del Cauca - Dialnet \(unirioja.es\)](http://unirioja.es)
- ✚ Villegas Fernando, SF. La caña de azúcar suministra sacarosa para azúcar blanco o moreno. También tiene melaza y se puede sacar bagazo. Hay otros aprovechamientos de mucha menor importancia como los compost agrícolas, vinazas, ceras, fibra absorbente. (en línea) consultado el 13 de septiembre de 2021. Disponible: [https://www.infoagro.com/documentos/el cultivo cana azucar.asp](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_cana_azucar.asp)
- ✚ Vinicio, 2000, Desarrollo de un controlador de temperatura en lazo cerrado para los hornos rotativos de la empresa frigomac (en línea) consultado el 16 de octubre de 2021. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18589/1/UPS%20-%20ST004507.pdf>