

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**Estudio de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el cultivo de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.), y Procedimientos de Manufactura para la Cooperativa ACOPANELA de R.L., Municipio de Verapaz, Departamento de San Vicente, El Salvador**

**POR:**

**WALTER ALEXANDER CASTRO SERRANO  
VÍCTOR AMÍLCAR MENDOZA LARA**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**SAN VICENTE, 7 DE FEBRERO DE 2023**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

**ING. AGR. M. Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA**

**SECRETARIO GENERAL:**

**LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA**

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL**

**DECANO:**

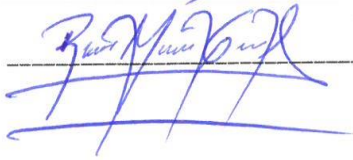
**LIC. M. Sc. JOSÉ MARTÍN MONTOYA POLÍO**

**SECRETARIO:**

**LIC. M. Sc. SANTOS DAVID ALVARADO ROMERO**

**JEFE DE DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**ING. AGR. M. Sc. RAMÓN MAURICIO GARCÍA AMAYA**

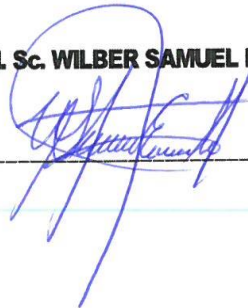


**DOCENTES ASESORES**

**ING. M. Sc. JOSÉ ISIDRO VARGAS CAÑAS**

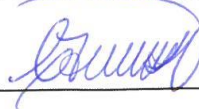


**ING. M. Sc. WILBER SAMUEL ESCOTO UMAÑA**



**COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACIÓN**

**LIC. CARLOS RENÁN FUNES GUADRÓN**



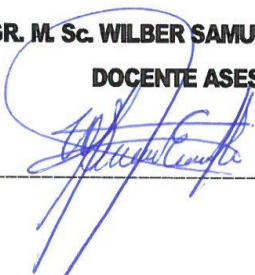
**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**EL PRESENTE INFORME FINAL DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN FUE EVALUADO  
Y APROBADO POR EL HONORABLE TRIBUNAL EVALUADOR APROBADO POR  
JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL DE LA  
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**MIEMBROS DEL TRIBUNAL EVALUADOR:**

**ING. AGR. M. Sc. WILBER SAMUEL ESCOTO UMAÑA  
DOCENTE ASESOR**




---

**ING. INDUSTRIAL MANUEL ANTONIO JUÁREZ CARRANZA  
PRESIDENTE TRIBUNAL EVALUADOR**



---

**ING. AGROINDUSTRIAL RAFAEL ARTURO RODRÍGUEZ MARTÍNEZ  
VOCAL TRIBUNAL EVALUADOR**



---



**SAN VICENTE, 6 DE FEBRERO DE 2024**

## RESUMEN

El presente documento comprende el desarrollo del proceso de tesis, ejecutado por estudiantes de la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Paracentral, de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, el cual se realizó en la cooperativa ACOPANELA de R.L., San José Verapaz, San Vicente. Esta investigación, se dividió en dos etapas, una de campo, que consistió en diagnosticar el conocimiento y aplicación de BPA y BPM, y una de laboratorio, realizada en las instalaciones del CCCI S.A. de C.V., para la obtención de dos análisis físico-químicos de la panela granulada. En el caso de las buenas prácticas de manufactura (BPM), dentro del establecimiento, se pueden implementar mejoras en aspectos como, el uso de equipo de protección adecuado e indumentaria del personal, de la misma manera en el diseño y construcción de instalaciones físicas, según RTCA. En el caso de las buenas prácticas agrícolas (BPA), los productores de caña de azúcar llevan un manejo agronómico acorde a lo establecido por las guías técnicas y, por estas normas y principios, en casi todas las prácticas. En aspectos como la fertilización, control de malezas y maduración, difieren de lo establecido y recomendado en caña. Entre los aspectos que difieren están: la utilización de productos alternativos (fertilización) y no utilizar o sobrepasar las dosis adecuadas (fertilización y uso de herbicidas). Además de no utilizar procedimientos técnicos en la práctica de maduración (uso de refractómetro, madurante y muestreos). La panela granulada resultó contaminada (1.1 mg/kg As), con la aplicación de BPM, disminuyó a 0.061 mg/kg As.

**Palabras clave:** estudio, BPA, BPM, análisis, panela.

## ABSTRACT

This document includes the development of the thesis process, executed by students of the Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Paracentral of the Agroindustrial Engineering career, which was carried out in the cooperative ACOPANELA de R.L., San José Verapaz, San Vicente. This research was divided into two stages, one in the field, which consisted of diagnosing the knowledge and application of GAP and GMP, and one in the laboratory, carried out at the facilities of CCCI S.A. de C.V., to obtain two physical-chemical analyses of granulated panela. In the case of Good Manufacturing Practices (GMP), within the establishment, improvements can be implemented in aspects such as the use of adequate protective equipment and personnel clothing, as well as in the design and construction of physical facilities, according to the RTCA. In the case of good agricultural practices (GAP), sugarcane growers follow agronomic management in accordance with the technical guidelines and, by these standards and principles, in almost all practices. In aspects such as fertilization, weed control and ripening, they differ from what is established and recommended in sugarcane. Among the aspects that differ are: the use of alternative products (fertilization) and not using or exceeding the adequate doses (fertilization and use of herbicides). In addition to not using technical procedures in the ripening practice (use of refractometer, ripener and sampling). The granulated panela was contaminated (1.1 mg/kg As), with the application of GMP, it decreased to 0.061 mg/kg As.

**Keywords:** study, GAP, GMP, analysis, panela.

## DEDICATORIA

**A Dios todo poderoso**, fuente de sabiduría y guía eterna, le dedicamos humildemente este trabajo de tesis. Reconocemos que, sin su dirección divina, este camino académico habría sido imposible de recorrer. En gratitud por Su constante inspiración y fortaleza, confiamos en que este esfuerzo pueda contribuir de alguna manera a la comprensión y al bienestar de la humanidad.

**A nuestras queridas familias**, cuyo apoyo incondicional han sido la base de nuestro camino académico, dedicamos este trabajo de tesis con profundo agradecimiento. Este logro no solo es nuestro, sino también suyo, pues ha sido moldeado por sus sacrificios y valores. Su confianza en nosotros ha sido el motor que nos impulsó a perseverar. Con cariño y gratitud, este trabajo es un tributo a la fortaleza de nuestras familias, cuyo apoyo nos han permitido crecer y florecer en el mundo del conocimiento.

**A nuestros docentes**, quienes a lo largo de nuestra carrera de ingeniería han sido faros de conocimiento, les dedicamos este trabajo de tesis con profundo agradecimiento. En este tributo, honramos su compromiso con nuestra formación y su invaluable contribución a nuestro desarrollo como ingenieros.

**Walter Alexander Castro Serrano**  
**Víctor Amílcar Mendoza Lara**

## AGRADECIMIENTOS

**A nuestros asesores**, Ing. Agr. M. Sc. José Isidro Vargas Cañas e Ing. Agr. M. Sc. Wilber Samuel Escoto Umaña, por compartir sus conocimientos, experiencia y colaboración, durante el desarrollo del trabajo de tesis.

**A Ing. M. Sc. René Francisco Vásquez**, por compartir información, conocimiento y proporción de equipo (GPS), necesario para geolocalizar las zonas productoras de caña de azúcar, que abastecen a la cooperativa ACOPANELA de R.L. y al Ing. Agr. M. Sc. Edgar Antonio Marinero Orantes, por compartir conocimientos acerca de la correcta utilización del GPS y por ayudarnos a geolocalizar las zonas productoras en el mapa.

**A la cooperativa ACOPANELA de R.L.**, por permitirnos realizar el trabajo de tesis en sus instalaciones, para realizar el estudio de buenas prácticas de manufactura (BPM) y por brindarnos el contacto con los productores que ya abastecen de dulce y miel virgen al esfuerzo asociativo, para llevar a cabo el estudio de buenas prácticas agrícolas (BPA).

**A la Universidad de El Salvador**, quien ha sido el ente formador para nuestro perfil profesional y que ahora además se convierte en nuestra *alma mater*.

Hacia la libertad por la cultura.

**Walter Alexander Castro Serrano**  
**Víctor Amílcar Mendoza Lara**



## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos .....	2
3. JUSTIFICACIÓN .....	3
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
5.1. Generalidades de la cooperativa ACOPANELA de R.L.....	5
5.2. Variedades de caña de azúcar.....	6
5.3. Manejo integrado del cultivo de la caña de azúcar.....	6
5.3.1. Preparación del terreno .....	6
5.3.2. Preparación del suelo con maquinaria agrícola .....	6
5.3.3. Siembra.....	7
5.3.4. Época de siembra .....	7
5.3.5. Análisis de suelo .....	8
5.3.6. Fertilización .....	8
5.3.7. Control de malezas.....	9
5.3.8. Utilización de equipos de protección personal (EPP) en la aplicación de agroquímicos .....	9
5.3.9. Maduración .....	9
5.3.10. Cosecha .....	10
5.4. Plagas y enfermedades .....	11
5.4.1. Principales plagas .....	11
5.4.2. Principales enfermedades .....	12
5.4.3. Plaguicidas utilizados .....	12
5.5. Panela .....	13
5.5.1. Proceso de elaboración del dulce de panela .....	13
5.6. Buenas prácticas agrícolas (BPA).....	16

5.6.1. Beneficios de las BPA .....	16
5.7. Buenas prácticas de manufactura (BPM) .....	17
5.7.1. Beneficios de implementar BPM.....	17
5.8. Aplicación de las buenas prácticas de manufactura (BPM) .....	17
5.8.1. Condiciones de los edificios .....	17
5.8.2. Instalaciones físicas del área de proceso y almacenamiento.....	18
5.8.3. Instalaciones sanitarias .....	19
5.8.4. Manejo y disposición de desechos sólidos .....	20
5.8.5. Control de plagas .....	20
5.8.6. Condiciones de los equipos y utensilios .....	20
5.8.7. Personal .....	20
5.8.8. Control en el proceso y en la producción.....	21
5.9. Análisis físico-químico de alimentos.....	22
5.9.1. Contaminantes .....	23
5.10. Determinación de plomo y arsénico en jugo de caña de azúcar .....	23
6. MATERIALES Y MÉTODOS .....	24
6.1. Localización de la cooperativa .....	24
6.2. Ubicación geográfica .....	24
6.3. Condiciones climáticas.....	24
6.4. Condiciones edáficas.....	25
6.5. Metodología de campo, gabinete o laboratorio .....	25
6.5.1. Fase de recolección de información de campo.....	25
6.5.2. Fase de gabinete o laboratorio .....	26
6.6. Análisis de la información recolectada a nivel de campo y gabinete o laboratorio.....	26
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
7.1. Estudio de buenas prácticas agrícolas (BPA) .....	28
7.1.1. Manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar.....	28
7.1.2. Plagas y enfermedades.....	38
7.2. Estudio de buenas prácticas de manufactura (BPM).....	39
7.2.1. Condiciones de los edificios .....	40
7.2.2. Instalaciones físicas del área de proceso y almacenamiento.....	41
7.2.3. Instalaciones sanitarias .....	44
7.2.4. Manejo y disposición de desechos sólidos .....	44
7.2.5. Control de plagas .....	45
7.2.6. Condiciones de los equipos y utensilios .....	45
7.2.7. Personal .....	46
7.2.8. Control en el proceso y en la producción.....	48

7.3. Evaluación de prácticas higiénicas del personal posteriormente a la capacitación en BPM impartida al personal.....	49
7.4. Análisis físico-químico de panela granulada.....	51
7.5. Presentación gráfica de resultados de los análisis físico-químicos de panela granulada, previa y posteriormente a la capacitación.....	54
8. CONCLUSIONES .....	55
9. RECOMENDACIONES .....	57
10. BIBLIOGRAFÍA .....	59
11. ANEXOS .....	67

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>PÁGINA</b>
1	Datos de preparación del suelo .....	28
2	Datos de surcado .....	29
3	Datos de siembra: consideraciones para el material de siembra .....	30
4	Datos de siembra: método y época .....	31
5	Datos de fertilización: análisis del suelo .....	31
6	Datos de fertilización: tipo de fertilizante y método de fertilización ...	32
7	Datos de fertilización: cantidad y registro de fertilizantes aplicados .	34
8	Datos de malezas: control .....	35
9	Datos de malezas: equipo de protección al aplicar agroquímicos ...	35
10	Datos de maduración: evaluación de maduración y utilización de madurantes .....	36
11	Datos de maduración: instrumento de evaluación y edad ideal .....	36
12	Datos de maduración: medición de grados Brix y muestreos de caña .....	37
13	Datos de cosecha: quema del cañal y eliminación del cogollo .....	38
14	Datos de plagas y enfermedades: monitoreo de población de plagas y utilización de agroquímicos como primer recurso .....	38
15	Datos de plagas .....	40
16	Datos de enfermedades .....	40
17	Análisis físico-químico previamente a la capacitación en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) .....	52
18	Análisis físico-químico posteriormente a la capacitación en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) .....	52
19	Comparación análisis físico-químico, previa y posteriormente a la capacitación .....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>PÁGINA</b>
1	Vista satelital cooperativa ACOPANELA de R.L. ....	24
2	Gráfico de resultados de los análisis físico-químicos de panela granulada, previa y posteriormente a la capacitación .....	54

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Entrevista con don Luis Zepeda para recolección de datos de BPA ...	68
2	Entrevista con don Mario Amaya para recolección de datos de BPA .	68
3	Entrevista con don Francisco Ramírez para recolección de datos de BPA .....	68
4	Entrevista con don Edgardo Amaya para recolección de datos de BPA .....	68
5	Pisos agrietados en área de procesamiento de panela granulada ....	69
6	Charcos de agua en los pisos del área de procesamiento de panela granulada .....	69
7	Presencia de sisas en paredes interiores del área de procesamiento de panela granulada .....	69
8	Techo con aislante térmico para aislar el calor y mantener la temperatura en el área de empacado del dulce de panela .....	70
9	Lámpara sin protección contra rotura, suciedad e insectos en área de procesamiento de panela granulada .....	70
10	Lámpara con protección en área de empacado del dulce de panela ..	70
11	Ubicación de sanitarios para el personal (hombres y mujeres) de la planta de procesamiento .....	71
12	Tachos para cocido y evaporación de agua de la miel .....	71
13	Pilas o bandejas de enfriamiento de miel para bajar su temperatura y granularla .....	71
14	Cajas de cartón en bodega con dulce de panela listo para su comercialización .....	72
15	Operario realizando tamizado de panela granulada y utilizando uniforme, previamente a la capacitación .....	72
16	Operaria empacando dulce de panela sin utilizar uniforme, previamente a la capacitación .....	72
17	Manipulador en el molino del área de procesamiento de panela granulada que utiliza redcilla y cubreboca, previamente a la capacitación .....	73
18	Manipuladores no utilizan uniforme, solamente botas de hule, posteriormente a la capacitación, durante el empacado de panela granulada .....	73

19	Manipulador utilizando redecilla y mandil, posteriormente a la capacitación en el área de empaçado del dulce de panela .....	73
20	Capacitación en BPM del personal a manipuladores de dulce de panela y panela granulada .....	74
21	Manual de buenas prácticas agrícolas (BPA) para la cooperativa ACOPANELA de R.L. ....	74
22	Manual de buenas prácticas de manufactura (BPM) para la cooperativa ACOPANELA de R.L. ....	77

## 1. INTRODUCCIÓN

Se realizó un estudio de buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de caña de azúcar y buenas prácticas de manufactura (BPM) en el procesamiento del dulce de panela y panela granulada, en la cooperativa ACOPANELA de R.L. El propósito de este fue determinar si el proceso de producción empírico y procesamiento aplicado por esta, cumple con los requisitos mínimos establecidos por los entes reguladores.

ACOPANELA comercializa sus productos en el mercado nacional e internacional. Sin embargo, no cuenta con la certificación de BPA y BPM. De continuar así, existe el riesgo de sanción impuesto por las autoridades locales o en el impedimento de exportación impuesto por la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos).

Durante el establecimiento del cultivo de la caña de azúcar, los productores llevan a cabo prácticas adecuadas en preparación del suelo, siembra, cosecha, control de plagas y enfermedades; por el contrario, se puede mejorar en fertilización, control de malezas y maduración. En el procesamiento del dulce de panela y panela granulada, existen aspectos positivos y negativos en el diseño de instalaciones físicas, personal y, control en el proceso y en la producción.

Revisión bibliográfica, se recopila información de documentos técnicos acerca de manejo agronómico y aplicación de BPA en caña de azúcar, aplicación de BPM en el procesamiento de alimentos y metales pesados en azúcares evaluados con análisis físico-químicos. Materiales y métodos, se establecen la localización y ubicación geográfica de la cooperativa, las condiciones climáticas y edáficas, descripción de metodologías y técnicas utilizadas para la recopilación de datos.

Resultados y discusión, se exponen los resultados obtenidos en los estudios de BPA y BPM, para discutirlos con teoría e investigaciones previas, evaluando si estas prácticas se cumplen. Conclusiones, presentan los resultados obtenidos y están en concordancia con los objetivos y recomendaciones, están basadas en los resultados y tienen como finalidad resolver las problemáticas identificadas.

Bibliografía, presenta los documentos consultados para llevar a cabo el marco teórico. Anexos, plasman figuras relacionadas con la investigación, corroborando lo expuesto en la metodología y los resultados.



## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general

Realizar un estudio para el diseño de buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), y procedimientos de manufactura para que se pongan en práctica por la cooperativa ACOPANELA de R.L.

### 2.2. Objetivos específicos

Implementar estudios de buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de caña de azúcar y estudios de buenas prácticas de manufactura (BPM) en el procesamiento de dulce de panela y panela granulada.

Desarrollar el componente de formación del personal en la cooperativa ACOPANELA de R.L., en buenas prácticas de manufactura (BPM).

Realizar evaluaciones físico-químicas de la panela granulada.

Diseñar dos manuales, uno de buenas prácticas agrícolas (BPA) y otro de buenas prácticas de manufactura (BPM) para la cooperativa ACOPANELA de R.L.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

Se decidió realizar un estudio de buenas prácticas agrícolas (BPA) y un estudio e implementación de buenas prácticas de manufactura (BPM), para determinar el nivel de conocimiento y aplicación empírica de estas prácticas, por los productores de caña de azúcar en campo y por los manipuladores que se encargan del procesamiento del dulce de panela y panela granulada en la planta de procesamiento de la cooperativa ACOPANELA de R.L. Posteriormente a este estudio, complementarlo con la impartición de una capacitación en BPM del personal a los manipuladores y con el diseño de un manual de BPA (Anexo 21) y un manual de BPM (Anexo 22), para su posterior aplicación en producción y procesamiento, respectivamente.

#### **4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La cooperativa ACOPANELA de R.L., procesa el dulce de panela y panela granulada, para el mercado nacional e internacional. Específicamente el dulce de panela es el producto que se exporta y comercializa hacia los Estados Unidos, pero la cooperativa no cuenta con un certificado de buenas prácticas de manufactura (certificado de BPM), que avale esta exportación, por lo tanto, si se hace una investigación y auditoría por parte de las autoridades competentes, y se determina que no poseen un manual de BPM, que este siendo aplicado en el procesamiento de estos productos alimenticios, tendrá como consecuencia, una sanción e impedimento de exportación de este producto, impuesto por la FDA (Administración de alimentos y medicamentos).

## 5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 5.1. Generalidades de la cooperativa ACOPANELA de R.L.

En la historia, se indica que nace a partir de la necesidad de los productores del Valle del Jiboa por comercializar el dulce de panela a un mejor precio (ACOPANELA de R.L. 2008). ACOPANELA de R.L., fue fundada el 30 de marzo de 2004 (ACOPANELA de R.L. s. f.).

Se encuentra legalmente constituida como cooperativa ACOPANELA de R.L., con personería jurídica otorgada el 12 de agosto de 2004, bajo la legalidad que concede el Instituto Salvadoreño de Fomento Cooperativo (INSAFOCOOP) (ACOPANELA de R.L. 2008).

En cuanto a productos que procesan, la cooperativa inició procesando el dulce de panela, cuyo único ingrediente es el jugo de la caña de azúcar. Desde el año 2009, se está produciendo la panela granulada natural (ACOPANELA de R.L. s. f.). Adicionalmente se está trabajando para potencializar nuevos productos tales como: batidos, miel de mesa, el melote, entre otros (ACOPANELA de R.L. 2008).

El mercado de los productos procesados se hace ver que con respecto al mercado del dulce de panela y panela granulada; a nivel nacional, la panela granulada, se comercializa por medio de un distribuidor que reparte el producto a distintas panaderías, incluso se encuentran panaderías a las que ACOPANELA de R.L., les vende directamente. El dulce de panela se vende directamente al consumidor<sup>1</sup>.

A nivel internacional, se comercializa únicamente el dulce de panela, por medio de un distribuidor hacia tiendas o panaderías del extranjero<sup>2</sup>. En el año 2007, se inició con la exportación directa del dulce de panela hacia Estados Unidos (único país al que exporta ACOPANELA de R.L.), como producto nostálgico. Específicamente la cooperativa exporta a Maryland, Washington D.C. y Los Ángeles. Se exporta también de manera indirecta por medio de intermediarios (ACOPANELA de R.L. 2008).

---

<sup>1</sup>Amaya Torres, MA. 20 abr. 2016. Mercado nacional de producción de dulce de panela y panela granulada (entrevista). Verapaz, San Vicente, El Salvador, ACOPANELA de R.L.

<sup>2</sup>Flores Domínguez, F. 31 may.2016. Comercialización internacional del dulce de panela (entrevista). Verapaz, San Vicente, El Salvador, ACOPANELA de R.L.

## **5.2. Variedades de caña de azúcar**

Las variedades utilizadas por los productores socios de la cooperativa son RD y vara de cuete. La variedad RD, es originaria de República Dominicana, ofrece muy buena concentración de sacarosa en los jugos, produciendo buena panela. Es resistente a enfermedades como la roya, el carbón y escaldadura de las hojas (Osorio Cadavid 2007). La otra variedad es la vara de cuete (De León López y Marinero Orantes 2003). Los productores aseguran que, con estas dos variedades, se obtienen los mejores resultados para producción de caña y para el procesamiento del dulce de panela y panela granulada.

Cabe mencionar que existen variedades de caña genéticamente mejoradas, pero los productores no las utilizan, debido a que, en su experiencia, las anteriormente mencionadas, son las más confiables, entre este tipo de variedades se pueden mencionar: variedad MY 54 – 65, variedad PR 61 – 632 (Manrique E. *et al.* 2008). Variedad POJ 28 – 78 (Díaz Ayala *et al.* 2004). Variedad CO 421, POJ 27 – 14 (Aspectos generales... s. f.). Variedad CC 84 – 75 (Osorio Cadavid 2007).

## **5.3. Manejo integrado del cultivo de la caña de azúcar**

### **5.3.1. Preparación del terreno**

La buena preparación del suelo es la base principal para que este cultivo se explote rentablemente (Aspectos generales... s. f.). Se puede preparar el suelo manualmente con azadón y/o pica, para renovar socas viejas, donde no sea posible el uso de maquinaria. Consiste en arrancar las socas con pica y luego roturar el sitio donde se va a colocar la semilla (Hernández P. *et al.* 1987). Otro tipo de preparación es la implementación de tracción animal, se utiliza arado de vertedera y el número de pases depende del suelo, profundidad de siembra y residuos vegetales o malezas (Manrique E. *et al.* 2008).

### **5.3.2. Preparación del suelo con maquinaria agrícola**

#### **5.3.2.1. Subsolado**

Procura un buen drenaje interno y un buen almacenamiento de agua (Aspectos generales... s. f.). Rompe el centro de la hilera, extrayendo las cepas (Hernández P. *et al.* 1987). En general, debe pasarse el subsolador dos veces en direcciones cruzadas y diagonal a la pendiente (Manrique E. *et al.* 2008).

### **5.3.2.2. Arado**

Los objetivos de esta labor son: controlar la maleza, control de plagas, incorporación de residuos vegetales, mejora el intercambio gaseoso (Aspectos generales... s. f.). Se realiza con un arado de vertedera o de disco, siendo más recomendable el arado de disco. La profundidad de la aradura debe ser de unos 35 cm (Hernández P. *et al.* 1987).

### **5.3.2.3. Surcado**

En la elaboración manual del surco de siembra se requiere una profundidad de 20 cm a 30 cm y su ancho de 30 cm. Favoreciendo un mejor anclaje y exploración de nutrientes de la planta (Osorio Cadavid 2007).

En el caso de elaboración de surcos con maquinaria agrícola, el distanciamiento entre surcos es de 1.5 m (Marcelo y Aldana Diestra 2011).

### **5.3.3. Siembra**

La caña de azúcar se propaga por trozos de tallo de la propia planta, cuyo tamaño varía, de tres a cinco yemas o sea de 25 a 30 cm de longitud (Manrique E. *et al.* 2008).

La semilla limpia asegura la obtención de una población satisfactoria y ayuda al control de algunas enfermedades (Aspectos generales... s. f.). El material a utilizar debe ser de preferencia, de cultivos sanos y vigorosos, y con una edad que oscile entre siete y diez meses (Marcelo y Aldana Diestra 2011).

Se puede sembrar a chorrillo, acostando la semilla en el fondo del surco, colocándola punta con punta (Hernández P. *et al.* 1987). A chorrillo doble, se utiliza cuando la semilla es de mala calidad, colocando dos esquejes paralelos en el mismo sitio (Aspectos generales... s. f.). Por mateado, se siembra entre surco 1 m y 1.40 m y entre plantas de 25 cm a 50 cm, con uno y dos esquejes por sitio respectivamente (Marcelo y Aldana Diestra 2011).

### **5.3.4. Época de siembra**

Generalmente en El Salvador, se siembra entre noviembre y diciembre (Aspectos generales... s. f.).

### **5.3.5. Análisis de suelo**

Para un buen desarrollo y productividad del cultivo de la caña es necesaria la adición de nutrientes basados en la fertilidad natural del suelo, partiendo del conocimiento del recurso, por medio de un análisis de suelos en un laboratorio acreditado (Osorio Cadavid 2007). El análisis de suelo sirve de apoyo técnico para recomendar fertilizantes y enmiendas en la mayoría de cultivos de importancia económica (Manrique E. *et al.* 2008).

### **5.3.6. Fertilización**

Existen diferentes métodos de fertilización, los cuales son: mecánico, manual, fertirriego y líquido. La fertilización en zonas de ladera se puede hacer combinando abono orgánico con fertilizante compuesto (10–20–20, 10-30-10, 15-15-15) (Marcelo y Aldana Diestra 2011). Las épocas recomendadas para la aplicación de fertilizantes, son el momento de la siembra y después de cada corte (Osorio Cadavid 2007).

La primera fertilización al inicio de las lluvias, mes de mayo. La segunda, aproximadamente al mes y medio de la primera (Aspectos generales... s. f.). Se utiliza como fuente de nitrógeno la urea para toda la campaña (Marcelo y Aldana Diestra 2011).

La fertilización nitrogenada no debe exceder 119 kg N/manzana/año (170 kg de N/ha/año) (FUNDAZUCAR 2015).

#### **5.3.6.1. Fertilizantes químicos más utilizados**

La fertilización del cultivo contempla el uso de la fórmula triple 15, el cual contiene como nutrientes principales al nitrógeno (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) y potasio ( $K_2O$ ), en iguales porcentajes del 15% para cada uno de ellos (DisAgro, Guatemala s. f.). También el sulfato de amonio, cuyos contenidos y propiedades químicas son: nitrógeno (N) 21%, azufre (S) 24%; con solubilidad en agua  $750\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  y pH en solución de 5 a 6 (IPNI s. f.).

#### **5.3.6.2. Registro de fertilizaciones**

Se debe llevar un registro de la fertilización por lote que detalle al menos: la fecha de aplicación, nombre del fertilizante, contenido de nutrientes (%), cantidad aplicada y condición ambiental durante la aplicación (FUNDAZUCAR 2015).

### **5.3.7. Control de malezas**

El periodo más crítico de competencia entre las malezas y el cultivo ocurre en las etapas de germinación y macollamiento (hasta 45 días después de la siembra) (Osorio Cadavid 2007). Después de que la caña cierra su follaje, la sombra que produce es suficiente para controlarlas (Manrique E. *et al.* 2008).

El control manual de malezas es el más utilizado en zonas de laderas (Hernández P. *et al.* 1987). El control químico de malezas es un sistema que en algunas ocasiones se usa de manera indiscriminada (Marcelo y Aldana Diestra 2011). Ambos tipos de intervención se efectúan en periodos alternos antes de aplicar la fertilización o cuando la plantación de caña de azúcar la necesite (Aspectos generales... s. f.).

#### **5.3.7.1. Herbicidas utilizados**

Diuron (diuron 80 SC), se recomienda aplicar dosis de  $1.2 - 1.8 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$  ( $0.84 - 1.26 \text{ L}\cdot\text{mz}^{-1}$ ) en 400 L de agua (RIMAC s. f.). Terbutryn (igran 500 FW), aplicar  $4.0 - 5.0 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$  en 200 L de agua (FARMAGRO, Perú s. f.). 2, 4 D (hedonal 60 SL), dosis  $3 - 3.5 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$  ( $2 - 2.45 \text{ L}\cdot\text{mz}^{-1}$ ) en 200 L de agua (Bayer CropScience, Guatemala c2019). 2, 4 D + picloram (foram 16.5 SL), aplicar dosis  $1.0 - 2.0 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$  ( $0.7 - 1.4 \text{ L}\cdot\text{mz}^{-1}$ ) en 180 - 250 L de agua (FORAGRO, Nicaragua 2012).

#### **5.3.8. Utilización de equipos de protección personal (EPP) en la aplicación de agroquímicos**

Los equipos de protección personal (EPP) deben usarse durante la mezcla y aplicación de los agroquímicos. Algunos de estos equipos son: ropa protectora, guantes, lentes, protección de vías respiratorias (FUNDAZUCAR 2015).

#### **5.3.9. Maduración**

La maduración es un proceso metabólico durante el cual la planta suspende su crecimiento y comienza a almacenar en el tallo energía en forma de sacarosa. Se determina exteriormente por entrenudos acortados en el cogollo, cese del crecimiento, hojas amarillas delgadas y quebradizas y brotación de yemas (Díaz Ayala *et al.* 2004).



Se puede determinar internamente, por la humedad de algunos tejidos, el °Brix y el contenido de sacarosa (Aspectos generales... s. f.).

La metodología de control de maduración consiste en recolectar al azar los tallos que se cortan desde la base de la planta, luego pelar hasta el punto de quiebre natural y realizando un corte uno a dos entrenudos antes del punto de quiebre (Marcelo y Aldana Diestra 2011).

#### **5.3.9.1. Cálculo del índice de madurez**

Se utiliza el refractómetro de mano que señala un grado Brix, que determina la madurez de la caña. Las cañas próximas a los 12 meses deben ser muestreadas (Aspectos generales... s. f.). Se deben realizar como mínimo tres muestreos (Marcelo y Aldana Diestra 2011).

La caña con índice de madurez (°Bx) menor de 0.95 es caña inmadura, con 0.95 a uno es caña madura y mayor de uno es caña sobremadura (Osorio Cadavid 2007).

#### **5.3.9.2. Maduración a través de compuestos químicos**

Un madurante es un compuesto orgánico, que actúa como un regulador de crecimiento y permite una mayor concentración de sacarosa (Maduradores y... s. f.). La mayoría de los productos empleados como madurantes en caña de azúcar son herbicidas, postemergentes, sistémicos y de acción graminicida (Villegas T. y Arcila A. 1995, citados por Vargas Acosta s. f.).

Un herbicida usado es el glifosato (round up) (Maduradores y... s. f.), se emplea dosis de  $0.75 - 1.5 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$  ( $0.52 - 1.05 \text{ L}\cdot\text{mz}^{-1}$ ) (Villegas T. y Arcila A. 1995). Herbicida fluazifop – p – butil (fusilade) (Vargas Acosta s. f.) dosis de  $0.5 - 0.6 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$  ( $0.35 - 0.42 \text{ L}\cdot\text{mz}^{-1}$ ) (Syngenta, Colombia s. f.). Herbicida ethefon (etherl) (Vargas Acosta s. f.), se emplea dosis  $3.6 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$  ( $2.52 \text{ L}\cdot\text{mz}^{-1}$ ) en aplicaciones terrestres y  $50 - 60 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$  ( $35 - 42 \text{ L}\cdot\text{mz}^{-1}$ ) en aplicaciones aéreas (Protecin, México s. f.).

#### **5.3.10. Cosecha**

La cosecha tiene como meta final entregar al ingenio tallos de caña de azúcar de buena calidad, medida por el contenido de sacarosa (Hernández P. *et al.* 1987).

Comúnmente la caña es quemada antes de recolectarla. Esta práctica es muy dañina por la destrucción de materia orgánica del suelo (Aspectos generales... s. f.). Se debe tener cuidado con los campos vecinos para no afectarlos (Marcelo y Aldana Diestra 2011). Algunos países del mundo cosechan la caña de azúcar, sin practicar la quema de los cañaverales, aumentando así sus rendimientos de campo y azúcar (MAG 2003, citado por Díaz Ayala *et al.* 2004).

El corte se debe hacer a ras de suelo, para evitar el desarrollo de plagas, enfermedades y fermentaciones de las cepas. Al cosecharse la caña debe eliminarse el cogollo, ya que es pobre en concentración de azúcar (Hernández P. *et al.* 1987).

Las unidades de transporte pueden ser camiones de remolque o semirremolque dependiendo del relieve y la accesibilidad del campo a cosechar (Marcelo y Aldana Diestra 2011).

#### **5.4. Plagas y enfermedades**

Conocer los principales insectos plaga del cultivo, permite evaluar sus efectos y en qué momento tomar decisiones de una BPA para su control o BPA para mantener acciones preventivas (Osorio Cadavid 2007).

Se debe monitorear la población de las plagas y sus enemigos naturales, para conocer su distribución en el área de cultivo, la etapa de desarrollo de la plaga y si los métodos de control preventivo mantienen la población en niveles que no causan daño económico (FUNDAZUCAR 2015).

Se recomienda aplicar plaguicidas solo cuando se hayan aplicado todas las medidas de control preventivo y la población de plaga cause pérdidas en la producción mayores al costo de aplicar plaguicidas (FUNDAZUCAR 2015).

##### **5.4.1. Principales plagas**

Taladrador de la caña (*Diatraea saccharalis* Fabricius), las larvas destruyen el punto de crecimiento (Marcelo y Aldana Diestra 2011). Se controla culturalmente, sembrando semillas sanas y quemando la caña (Aspectos generales... s. f.).

Barrenador menor de la caña (*Elasmopalpus lignosellus* Zeller), la larva perfora debajo del cuello de la planta (Hernández P. *et al.* 1987). Se controla culturalmente, aplicando riego pesado (Marcelo y Aldana Diestra 2011).

Salivazo (*Aeneolamia contigua* Walker, *Aeneolamia varia* Fabricius 1787), chupa la savia de las hojas y provoca quemazón (Aspectos generales... s. f.). Se controla culturalmente, cortando troncos, quemando residuos, exponiendo huevos al sol (Hernández P. *et al.* 1987). Control químico, aplicación de diazinón (basudin), aldicarb (temic) (Marcelo y Aldana Diestra 2011).

Gallina ciega (*Phyllophaga* spp., *Anomala* sp., *Bothynus maimon* Erichson), se alimenta de raíces, causando amarillamiento hasta la muerte de la cepa. Control cultural, sembrar variedades con enraizamiento vigoroso (Hernández P. *et al.* 1987). Exponer larvas (Marcelo y Aldana Diestra 2011).

#### **5.4.2. Principales enfermedades**

Carbón de la caña (*Ustilago scitaminea* Syd), achaparramiento de plantas, tallos muy delgados. Estructura en forma de látigo en la parte terminal de la planta. Control, utilizar variedades resistentes y material sano (Hernández P. *et al.* 1987). Se controla esta enfermedad, incinerando material infectado (Aspectos generales... s. f.).

Escaldadura foliar (*Xanthomonas albilineans* Ashby 1929, *Xanthomonas albilineans* Dowson 1943), rayado blancuzco en la nervadura central y profundo desarrollo de brotes (Marcelo y Aldana Diestra 2011). Se controla, no cortando la caña con machetes infectados, utilizando semilla sana y variedades resistentes (Hernández P. *et al.* 1987).

Roya (*Puccinia melanocephala* H. y P. Sydow), manchas pardas oscuras en las hojas (Aspectos generales... s. f.). Existe una quemazón intensa del follaje (Marcelo y Aldana Diestra 2011). Control, utilizar variedades resistentes a esta enfermedad (Hernández P. *et al.* 1987).

#### **5.4.3. Plaguicidas utilizados**

Para aplicar agroquímicos se debe tener especial cuidado y se deben tomar en cuenta las indicaciones del fabricante en las concentraciones recomendadas y utilizar equipo de protección adecuado (FUNDAZUCAR 2015).

Los plaguicidas mayormente utilizados en el control de plagas son: lambda-cyhalothrin (karate zeon 2.5 CS). La dosis recomendada de karate zeon 2.5 CS es de 350 – 500 mL·ha<sup>-1</sup> (252 – 350 mL·mz<sup>-1</sup>) o 25 – 35 cm<sup>3</sup> por aspersora de mochila de 16 litros (Syngenta, Panamá s. f.).

Lambda-cyhalothrin (kung fu 2.5 EC). La dosis recomendada de kung fu 2.5 EC es de 300 a 400 mL·ha<sup>-1</sup>, en maíz (*Zea mays* L.) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) (Agrocentro, Guatemala s. f.).

## **5.5. Panela**

La panela es un producto obtenido de la evaporación de los jugos de la caña y la consiguiente cristalización de la sacarosa que contiene minerales y vitaminas (Barrera 2008).

### **5.5.1. Proceso de elaboración del dulce de panela**

#### **5.5.1.1. Recolección de material en el campo**

Se realiza el corte cuando el cultivo alcanza su punto de madurez y después se muelen en un trapiche (IPC s. f.). La caña no debe permanecer en espera por más de tres días, pues se obtendrá una panela de consistencia excesivamente blanda (Osorio Cadavid 2007).

#### **5.5.1.2. Extracción de jugos**

Se realiza en un trapiche (Agudelo Echeverri y Hernández Aguilar 1999). En esta operación se obtienen dos productos: el jugo crudo y el bagazo húmedo (Sandoval y Valverde 1999). La caña se muele para extraer el jugo de caña (PRONAGRO s. f.). El jugo se pone a hervir hasta que adquiera una consistencia espesa; agregándole más jugo hasta que está suave la mezcla (IPC s. f.). Se consideran satisfactorias aquellas extracciones, entre 58% a 63%; es decir, cuando se obtienen de 580 a 630 kilogramos de jugo por tonelada de caña (Osorio Cadavid 2007).

### **5.5.1.3. Limpieza de jugos**

En esta etapa se retiran impurezas gruesas de carácter no nutricional por medios físicos, térmicos y bioquímicos (PRONAGRO s. f.). Esta etapa consta de las operaciones de prelimpieza, clarificación y encalado (Agudelo Echeverri y Hernández Aguilar 1999).

### **5.5.1.4. Prelimpieza**

El jugo crudo se limpia en frío en un prelimpiador. Este dispositivo retiene por precipitación, partículas de tierra, lodo y arena; simultáneamente, por flotación, separa partículas livianas como el bagacillo, las hojas, los insectos, etc. (Mosquera *et al.* 2003).

El prelimpiador debe estar situado entre la salida del molino y el “pozuelo” o paila recibidora, aprovechando la gravedad para la conducción de los jugos (Agudelo Echeverri y Hernández Aguilar 1999).

### **5.5.1.5. Clarificación**

En esta segunda fase, que tiene lugar en la pila recibidora o “descachadora” (Agudelo Echeverri y Hernández Aguilar 1999).

Los sólidos en suspensión se agregan entre sí y forman una masa homogénea que se conoce como “cachaza”, la cual flota sobre el jugo y permite su separación manual (Mosquera *et al.* 2003).

Cuando los jugos llegan a temperaturas entre 75°C y 85°C, se forma en la superficie la “cachaza negra” capa inicial de impurezas resultantes, la cual se retira usando los recipientes llamados “cachaceras” (PRONAGRO s. f.).

A continuación, se forma una segunda capa conocida como “cachaza blanca”, se debe remover con prontitud, pues si los jugos alcanzan la ebullición, se hace muy difícil remover las impurezas y la panela se torna susceptible al crecimiento de hongos y levaduras (Agudelo Echeverri y Hernández Aguilar 1999).

#### **5.5.1.6. Encalado**

En la última fase de la limpieza se adiciona cal con el objeto de regular el pH de los jugos (PRONAGRO s. f.). La cal debe ser de grado alimenticio para que no contamine la panela con sustancias indeseables (Agudelo Echeverri y Hernández Aguilar 1999). El sobreencalamiento de los jugos forma panela oscura de poca aceptación en el mercado. Por el contrario, una deficiente adición de cal favorece el incremento de azúcares invertidos en el producto final, lo que estimula su contaminación por hongos (Mosquera *et al.* 2003).

#### **5.5.1.7. Evaporación y concentración**

Cuando los jugos alcanzan un contenido de sólidos solubles cercano a 70 °Bx adquieren el nombre de mieles, y se inicia la concentración (IPC s. f.).

La concentración se considera una etapa crítica desde el punto de vista de conseguir “punto” o “grano” de la panela, ya que se alcanzan las mayores temperaturas de la operación (entre 100°C y 125°C) (Sandoval y Valverde 1999).

Por lo tanto, es aconsejable realizar esta etapa en el menor tiempo posible. El “punto” o “grano” de panela se obtiene entre 118°C y 125°C, con un porcentaje de sólidos solubles entre 88 °Bx y 94 °Bx (IPC s. f.).

La evaporación del agua contenida en los jugos por calentamiento a 96°C permite alcanzar la concentración de sólidos apropiada para la consolidación y el moldeo de la panela entre 120°C y 125°C (Osorio Cadavid 2007).

#### **5.5.1.8. Punteo, moldeo y batido**

Para determinar el punteo de la panela, se identifica la velocidad de escurrimiento de las mieles sobre la paila (Sandoval y Valverde 1999). Otros operarios prefieren observar la formación de grandes burbujas o películas muy finas y transparentes (Osorio Cadavid 2007).

La miel proveniente de la hornilla se deposita en una batea y, por acción de un batido intensivo e intermitente, se enfría (PRONAGRO s. f.). Una vez que la mezcla está fría y limpia de residuos es colocada en moldes (IPC s. f.).

En el caso de la panela granulada, se traslada la miel de la paila de concentrado a la de batido. Esta operación se efectúa manualmente con palas y sirve para enfriar la miel, darle color, disminuir la humedad y llegar a la consistencia y textura requerida (Sandoval y Valverde 1999).

Para granular es necesario llegar a un punto que permita un buen batido y luego un buen desgranado, luego se pasará por un tamizado o cernido para separar los gránulos grandes (Osorio Cadavid 2007).

#### **5.5.1.9. Secado, empaque y almacenamiento**

Una vez realizado el batido se tiene un período de secado a temperatura ambiente (Agudelo Echeverri y Hernández Aguilar 1999). La panela es un producto que absorbe o pierde humedad por su exposición al ambiente (Osorio Cadavid 2007). Al absorber humedad, aumenta los azúcares reductores y disminuye la sacarosa; favoreciendo la contaminación por microorganismos (PRONAGRO s. f.).

Los materiales plásticos termoencogibles y las láminas de aluminio plastificado son ideales para almacenar la panela durante largos períodos (IPC s. f.). La panela en bloque se puede empacar en costales, cartón y plástico termoencogible. La panela pulverizada se recomienda empacarla en bolsas de polipropileno biorientado (Osorio Cadavid 2007).

### **5.6. Buenas prácticas agrícolas (BPA)**

Las buenas prácticas agrícolas (BPA), son un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a las diversas etapas de producción agrícola para ofrecer al mercado productos inocuos y sanos, considerando un mínimo impacto ambiental y respetando el bienestar de los trabajadores de campo (Umpire López 2009).

El productor que aplica BPA puede colocar sus productos en mercados externos cada vez más exigentes y competitivos, así como también diferenciar el producto en el mercado interno (Bentivegna *et al.* s. f.).

#### **5.6.1. Beneficios de las BPA**

Con la implementación de BPA se pueden obtener los siguientes beneficios: producción de alimentos sanos, mejoramiento de la calidad de los productos, bienestar a la comunidad,

protección del medio ambiente, uso racional de recursos, control de producción (Compañía Nacional de Chocolates, Colombia s. f.).

## **5.7. Buenas prácticas de manufactura (BPM)**

Las buenas prácticas de manufactura (BPM), son un conjunto de instrucciones operativas o procedimientos operacionales que tienen que ver con la prevención y control de la ocurrencia de peligros de contaminación. Todos ellos formarán el manual de las BPM (Castelmonte Asociados Sac, Perú s. f.).

Tienen como objetivo, garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos en la preparación. Consideran aspectos relacionados con diseño e higiene de las instalaciones y equipos, higiene y hábitos del manipulador de alimentos, plan de control de plagas en las instalaciones (De Franco s. f.).

### **5.7.1. Beneficios de implementar BPM**

Con la implementación de BPM se alcanza: una producción adecuada de alimentos, procedimientos óptimos para la producción, reducción de reclamos, devoluciones, reprocesos y rechazos (Barragán Rospigliosi *et al.* s. f.).

Otros beneficios: calificar al equipo técnico, tener un mejor control del proceso de fabricación de productos mediante hojas de registro y control, mejorar continuamente los procesos de producción, contar con una infraestructura apropiada y, producir productos estandarizados y de calidad (EMVASA 2012).

## **5.8. Aplicación de las buenas prácticas de manufactura (BPM)**

### **5.8.1. Condiciones de los edificios**

#### **5.8.1.1. Alrededores**

Los alrededores de una planta que elabora alimentos se mantendrán en buenas condiciones que protejan contra la contaminación de los mismos (RTCA s. f.). Almacenar adecuadamente el equipo en desuso, remover desechos sólidos, recortar la grama y eliminar la hierba (EMVASA 2012).



### **5.8.1.2. Ubicación**

Los establecimientos deberán estar situados en zonas no expuestas a un medio ambiente contaminado, libres de olores desagradables, no expuestas a inundaciones y contar con un retiro eficaz de los desechos sólidos y líquidos (CAC/RCP 1999).

Las vías de acceso y patios de maniobra deben encontrarse pavimentados a fin de evitar la contaminación de los alimentos con polvo (Rozo Hermida s. f.).

## **5.8.2. Instalaciones físicas del área de proceso y almacenamiento**

### **5.8.2.1. Pisos**

Los pisos deberán ser lavables y antideslizantes (RTCA s. f.). No deben tener grietas ni irregularidades en su superficie o uniones (Buzzi s. f.).

Las uniones entre los pisos y las paredes deben ser redondeadas (EMVASA 2012). Deben tener desagües y una pendiente adecuada, que permitan la evacuación rápida del agua y evite la formación de charcos (Rozo Hermida s. f.).

### **5.8.2.2. Paredes**

Las paredes exteriores pueden ser construidas de concreto, ladrillo o bloque de concreto y aun en estructuras prefabricadas de diversos materiales (CAC/RCP 1999).

Las paredes interiores, deben ser lisas, fáciles de lavar y desinfectar, pintadas de color claro y sin grietas (AIB 2011). Las uniones entre una pared y otra, así como entre estas y los pisos, deben ser cóncavas (CAC/RCP 1999).

### **5.8.2.3. Techos**

Los techos deberán estar contruidos y acabados de forma lisa de manera que reduzcan al mínimo la acumulación de suciedad y la formación de mohos y costras (EMVASA 2012). Son permitidos los techos con cielos falsos, los cuales deben de ser lisos y fáciles de limpiar (Rozo Hermida s. f.).

#### **5.8.2.4. Ventanas y puertas**

Las ventanas deberán ser fáciles de limpiar, estar construidas de modo que impidan la entrada de agua y plagas, y cuando el caso lo amerite estar provistas de malla contra insectos que sea fácil de desmontar y limpiar (RTCA s. f.).

Las puertas deberán tener una superficie lisa y no absorbente y ser fáciles de limpiar y desinfectar. Deben abrir hacia afuera y estar ajustadas a su marco y en buen estado (EMVASA 2012).

#### **5.8.2.5. Iluminación**

La intensidad de la luz no deberá ser menor de: 540 lux (50 candelas/pie<sup>2</sup>) en todos los puntos de inspección, 220 lux (20 candelas/pie<sup>2</sup>) en las áreas de trabajo y 110 lux (10 candelas/pie<sup>2</sup>) en otras áreas (MINSAL 2004).

Todo el establecimiento estará iluminado ya sea con luz natural o artificial, de forma tal que posibilite la realización de las tareas y no comprometa la higiene de los alimentos (CAC/RCP 1999).

Las lámparas y todos los accesorios de luz artificial deben estar protegidas contra roturas. Las instalaciones eléctricas, en caso de ser exteriores deberán estar recubiertas por tubos o caños aislantes (RTCA s. f.).

#### **5.8.2.6. Ventilación**

Debe existir una ventilación adecuada para: evitar el calor excesivo (EMVASA 2012). La dirección de la corriente de aire no deberá ir nunca de una zona contaminada a una zona limpia (Rozo Hermida s. f.).

#### **5.8.3. Instalaciones sanitarias**

Se debe disponer de un inodoro por cada 20 hombres, o fracción de 20, uno por cada 15 mujeres o fracción de 15 (RTCA s. f.).

Cada planta deberá contar con el número de servicios sanitarios necesarios, accesibles y adecuados, ventilados e iluminados (AIB 2011). Las instalaciones sanitarias deberán estar

limpias y en buen estado, separadas por sexo, con ventilación hacia el exterior, provistas de papel higiénico, jabón, dispositivos para secado de manos, basureros, separadas de la sección de proceso (CAC/RCP 1999).

#### **5.8.4. Manejo y disposición de desechos sólidos**

##### **5.8.4.1. Desechos sólidos**

No se debe permitir la acumulación de desechos en las áreas de manipulación y de almacenamiento de los alimentos o en otras áreas de trabajo ni zonas circundantes (EMVASA 2012). El almacenamiento de los desechos, deberá ubicarse alejado de las zonas de procesamiento de alimentos (Rozo Hermida s. f.). Los recipientes deben ser lavables y tener tapadera para evitar que atraigan insectos y roedores (CAC/RCP 1999).

##### **5.8.5. Control de plagas**

La planta debe contar con barreras físicas que impidan el ingreso de plagas (CAC/RCP 1999). En caso de que alguna plaga invada la planta, se adoptarán medidas de control con tratamientos químicos, biológicos y físicos autorizados por la autoridad competente (Rozo Hermida s. f.).

##### **5.8.6. Condiciones de los equipos y utensilios**

El equipo y utensilios deberán estar diseñados y contruidos de tal forma que permitan un rápido desmontaje y fácil acceso para su inspección, mantenimiento y limpieza (RTCA s. f.). Su función debe ser conforme con el uso al que está destinado (AIB 2011).

Contruidos de materiales no absorbentes ni corrosivos, resistentes a las operaciones repetidas de limpieza y desinfección (Rozo Hermida s. f.). El único material de los equipos (mesas, etc.) y utensilios (cucharas, tazones, cuchillos, paletas, etc.) que no reacciona ante el calor y el uso de ácidos, es el acero inoxidable 304 y 316 (EMVASA 2012).

##### **5.8.7. Personal**

El personal involucrado en la manipulación de alimentos, debe ser previamente capacitado en buenas prácticas de manufactura (AIB 2011).

### **5.8.7.1. Prácticas higiénicas**

Los operarios deben lavarse cuidadosamente las manos con jabón desinfectante (RTCA s. f.). Se deben emplear guantes en buen estado, de material impermeable, se deben cambiar diariamente (MINSAL 2004). Las uñas de las manos deberán estar cortas, limpias y sin esmaltes (Rozo Hermida s. f.).

No deben usar anillos, aretes, relojes, pulseras o cualquier adorno u otro objeto que pueda tener contacto con el producto que se manipule (EMVASA 2012). Evitar comportamientos que puedan contaminar los alimentos, por ejemplo: fumar, escupir, masticar o comer, estornudar o toser (Buzzi s. f.).

Tener el pelo, bigote y barba bien recortados, cuando proceda (AIB 2011). No deberá utilizar maquillaje, uñas o pestañas postizas (RTCA s. f.). Utilizar uniforme y calzado adecuados, cubrecabezas y cuando proceda ropa protectora y mascarilla (EMVASA 2012).

### **5.8.7.2. Control de salud**

Todo el personal que manipule los alimentos deberá someterse a exámenes médicos previo a su contratación, la empresa deberá mantener constancia de salud actualizada, documentada y renovarse como mínimo cada seis meses (Rozo Hermida s. f.). Los exámenes a presentar son el general de heces y orina (MINSAL 2004).

No deberá permitirse el acceso a ninguna área de manipulación de alimentos a las personas que se sabe o se sospecha que padecen o son portadoras de alguna enfermedad que eventualmente pueda transmitirse por medio de los alimentos (RTCA s. f.).

## **5.8.8. Control en el proceso y en la producción**

### **5.8.8.1. Materias primas**

Se deberá controlar diariamente la potabilidad del agua y registrar los resultados en un formulario diseñado para tal fin; además, evaluar periódicamente la calidad del agua a través de análisis físico-químico y bacteriológico (Buzzi s. f.).

El establecimiento no deberá aceptar ninguna materia prima o ingrediente que presente indicios de contaminación o infestación (Rozo Hermida s. f.).

### **5.8.8.2. Envasado**

Todo el material que se emplee para el envasado deberá almacenarse en lugares adecuados para tal fin y en condiciones de sanidad y limpieza (RTCA s. f.). El material deberá garantizar la integridad del producto que ha de envasarse, bajo las condiciones previstas de almacenamiento (CAC/RCP 1999).

Los envases o recipientes deberán inspeccionarse y tratarse inmediatamente antes del uso, a fin de tener la seguridad de que se encuentren en buen estado, limpios y desinfectados (Buzzi s. f.).

### **5.8.8.3. Almacenamiento y distribución**

La materia prima, producto semielaborado y los productos terminados deberán almacenarse y transportarse en condiciones apropiadas que impidan la proliferación de microorganismos (RTCA s. f.).

Las tarimas en las bodegas de almacenamiento deben mantener las materias primas, materiales de empaque, productos intermedios y productos terminados, a 15 cm sobre el piso y separadas por 50 cm entre sí y de la pared (CAC/RCP 1999).

Los vehículos de transporte de la empresa deben ser adecuados para no contaminar los alimentos o el envase y estar autorizados por la autoridad competente (Buzzi s. f.). Para evitar la contaminación de los alimentos con gases de combustión, la carga y descarga de los vehículos se debe realizar fuera de los lugares de elaboración de estos (AIB 2011).

## **5.9. Análisis físico-químico de alimentos**

Implica la caracterización de los alimentos desde el punto de vista físico-químico, haciendo énfasis en la determinación de su composición química (Serna Rivera y López García 2010).

Cumple un papel importante en la determinación del valor nutricional, en el control del cumplimiento de los parámetros exigidos por los organismos de salud pública y también para el estudio de posibles irregularidades como adulteraciones y falsificaciones (Universidad Nacional de Colombia c2014).

## **5.9.1. Contaminantes**

### **5.9.1.1. Metales pesados**

El contenido de metales pesados en los azúcares no debe ser superior a: plomo (Pb)  $0.50 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , arsénico (As)  $1.00 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  y cobre (Cu)  $2.00 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (CODEX STAN 4 – 1981, citado por RTS s. f.).

## **5.10. Determinación de plomo y arsénico en jugo de caña de azúcar**

A través de electroscopía de absorción atómica en la ciudad de Lima, capital de Perú, en el período de noviembre – diciembre 2013, se pudieron encontrar resultados en la concentración de los metales de arsénico (As) y plomo (Pb) en “jugo de caña de azúcar”, siendo estos los siguientes:

Las determinaciones en las concentraciones de arsénico en 19 muestras: 51.8 ppb, 458.9 ppb, < 1 ppb, < 1 ppb, < 1 ppb, < 1 ppb, < 1 ppb, < 1 ppb, < 1 ppb, < 1 ppb, < 1 ppb, < 1 ppb, < 1 ppb, < 1 ppb, < 1 ppb, < 1 ppb, < 1 ppb, < 1 ppb, 74.58 ppb (Huanri Pacotaype 2014).

Los datos de concentraciones de plomo en 21 muestras: 498.42 ppb, 42.91 ppb, 500.87 ppb, 214.35 ppb, 121.01 ppb, 248.39 ppb, 215.11 ppb, 618.18 ppb, 305.29 ppb, 487.62 ppb, 382.53 ppb, 487.62 ppb, 183.19 ppb, 446.68 ppb, < 1 ppb, 213.48 ppb, 1354.72 ppb, 408.74 ppb, 825.16 ppb, 372.52 ppb, 995.27 ppb (Huanri Pacotaype 2014).

## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1. Localización de la cooperativa

La presente investigación comprendió, el estudio de buenas prácticas agrícolas del cultivo de la caña de azúcar y procedimientos de manufactura del dulce de panela y panela granulada, que se realiza en las instalaciones de la cooperativa ACOPANELA de R.L., que está ubicada, en la 5ª calle oriente #100, Barrio El Calvario, San José Verapaz, San Vicente (Fig. 1).

### 6.2. Ubicación geográfica

La ubicación presenta coordenadas de 13°38'45" latitud norte y 88°52'21" longitud oeste.

### 6.3. Condiciones climáticas

La zona presenta un clima correspondiente a la sabana tropical, con una precipitación anual de 1 763 mm, con una temperatura promedio de 24.6°C y una humedad relativa promedio del 76%. A una elevación de 610 msnm.



**Figura 1.** Vista satelital cooperativa ACOPANELA de R.L.

**Fuente:** Tomado de Google Maps 2017:s. p.

#### **6.4. Condiciones edáficas**

Los suelos del departamento de San Vicente, pertenecen a los grandes grupos latosoles arcillosos, rojizos y litosoles que se encuentran en las planicies inclinadas de pie de monte. El relieve del suelo de esta área es de zonas planas (75%) en el Valle de Jiboa y en las zonas bajas, lo que corresponde a zonas accidentadas es de cerros y lomas (25%). Son áreas moderadamente diseccionadas, la pendiente es de 40% a 70%.

#### **6.5. Metodología de campo, gabinete o laboratorio**

Esta investigación se desarrolló en dos fases, que comprendieron: 1) Fase de campo y 2) Fase de gabinete o laboratorio.

##### **6.5.1. Fase de recolección de información de campo**

Esta fase se dirigió a los productores de caña de azúcar y a las prácticas del procesado del dulce de panela y panela granulada, que se elaboran en la cooperativa ACOPANELA de R.L.

La metodología en esta fase consistió en entrevistar a los productores socios (Anexos 1, 2, 3 y 4), al encargado de la planta de procesamiento y personal de la cooperativa ACOPANELA de R.L., con el objetivo de recolectar información relacionada con la producción y procesamiento de la caña de azúcar.

Permitiendo evaluar si durante el establecimiento del cultivo, los productores implementan buenas prácticas agrícolas de manera empírica, es decir basados en la experiencia y la observación. En el caso del procesamiento de dulce de panela y panela granulada, se evaluó la aplicación y conocimientos en buenas prácticas de manufactura dentro de la cooperativa.

Las entrevistas a los productores de caña de azúcar, se administraron en el período comprendido entre el dos al nueve de diciembre del 2016. La evaluación de las buenas prácticas de manufactura (BPM), llevada a cabo a través de entrevistas y observación, se administró entre el 17 de marzo del 2017 al 27 de marzo del 2017.

El período de evaluación de las buenas prácticas de manufactura (BPM), posteriormente a la capacitación impartida al personal, se administró entre el tres al cinco de abril del 2018.



La capacitación se trató sobre BPM del personal, el cual implicó las prácticas higiénicas y el control de salud.

#### **6.5.2. Fase de gabinete o laboratorio**

En esta fase, se evaluó la calidad del producto terminado (panela granulada) y comprendió la realización de los análisis físico-químicos de este. El procedimiento para realizar los análisis, fue el siguiente:

Posteriormente a la evaluación de los parámetros incluidos en las BPM con respecto al procesamiento de la panela granulada, se tomaron dos libras de este producto (cantidad mínima requerida para realizar el análisis), después se llevó esta muestra al laboratorio para la aplicación del análisis físico-químico.

Los métodos de análisis aplicados a las muestras fueron los siguientes: para determinar arsénico (As) y plomo (Pb), se aplicó el método de análisis de absorción atómica por horno de grafito; para determinar cobre (Cu), se aplicó el método de absorción atómica por llama.

Para el segundo análisis físico-químico, la evaluación se centró en el personal y la recepción que este presentó a la capacitación. Como en el primer análisis, se tomaron dos libras de panela granulada, para posteriormente llevar la muestra al laboratorio.

Los procedimientos y métodos aplicados en este segundo análisis fueron exactamente los mismos que en el primero.

Los análisis físico-químicos de la panela granulada, antes y después de la capacitación, se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos, Agua y Aguas Residuales, del Centro de Control de Calidad Industrial S.A. de C.V. – CCCI.

#### **6.6. Análisis de la información recolectada a nivel de campo y gabinete o laboratorio**

La tabulación de la información recolectada en el estudio de las buenas prácticas agrícolas (BPA), consistió en cuadros de doble entrada, los cuales presentan el manejo agronómico que los productores realizan en las distintas etapas del establecimiento del cultivo de la caña de azúcar.

En el caso de la evaluación de las buenas prácticas de manufactura (BPM) consistió en la utilización del Reglamento Técnico Centroamericano de BPM (RTCA de BPM). Esta evaluación se complementó con la aplicación de dos análisis físico-químicos al producto terminado (panela granulada), antes y después de la capacitación en BPM al personal.

Estos resultados se presentaron en cuadros y gráficas elaboradas en Word, para comparar la composición de producto y analizar los beneficios logrados con los conocimientos adquiridos.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1. Estudio de buenas prácticas agrícolas (BPA)

Se entrevistaron cuatro productores que proveían de dulce de panela y miel virgen (miel de mesa) a la cooperativa ACOPANELA de R.L. Estos productores cultivan en total 42 mz y utilizan para la siembra variedades RD y vara de cuete.

#### 7.1.1. Manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar

##### 7.1.1.1. Preparación del suelo

Forma de preparación del suelo que los productores realizan durante el establecimiento de sus cultivos y los implementos utilizados para llevar a cabo esta práctica (Cuadro 1).

Los productores utilizan, tanto arado de animales como maquinaria agrícola (cuando la pendiente se los permite), para la preparación del suelo. La limitante de la pendiente coincide con lo que citan Hernández P. *et al.* (1987), donde afirman que la preparación manual con azadón y/o pica, se emplea cuando se van a renovar socas viejas, donde no sea posible el uso de maquinaria. El empleo de arado con animales, coincide con lo citado por Manrique E. *et al.* (2008), quienes afirman que otro tipo de preparación es la implementación de tracción animal.

Con respecto al tipo de arado empleado por los productores que utilizan maquinaria agrícola (75%), coincide con Hernández P. *et al.* (1987), quienes exponen que el arado del suelo se realiza con apero de vertedera o de disco.

**Cuadro 1.** Datos de preparación del suelo.

Productores			
Luis Zepeda	Mario Amaya	Francisco Ramírez	Edgardo Amaya
Ara con animales. No realiza subsolado.	Ara con animales y maquinaria agrícola (arado de vertedera). No realiza subsolado.	Ara con animales y maquinaria agrícola (arado de disco). No realiza subsolado.	Ara con maquinaria agrícola (arado de vertedera). Realiza subsolado (dos pasadas).

Los productores que no emplean el subsolado del suelo, se privan de beneficios como los que indica Aspectos generales... (s. f.), quien asegura que procura un buen drenaje interno y un buen almacenamiento de agua en el terreno. El productor que lleva a cabo el subsolado, realiza dos pasadas, esto coincide con lo que citan Manrique E. *et al.* (2008), afirmando que en general, debe pasarse el subsolador dos veces.

#### 7.1.1.2. Surcado

Se tomaron datos de cuatro productores con relación al distanciamiento y profundidad del surcado, cada una de las cantidades obtenidas se observan a continuación (Cuadro 2).

Los distanciamientos entre surcos tienen un intervalo de 0.70 m – 1.67 m, estos resultados difieren con lo que citan Marcelo y Aldana Diestra (2011), donde aseguran que el distanciamiento entre surco es de 1.5 m, aunque las diferencias en los distanciamientos no son muy significativas, e incluso un productor utiliza exactamente este distanciamiento.

Las profundidades de los surcos, varían según la forma de laboreo del suelo, en un intervalo de 0.30 m – 0.70 m. Estos datos difieren de lo citado por Osorio Cadavid (2007), quien afirma que el surco requiere una profundidad de 20 a 30 cm (0.20 m – 0.30 m). Solamente unos productores establecen la profundidad requerida.

**Cuadro 2.** Datos de surcado.

Productores			
Luis Zepeda	Mario Amaya	Francisco Ramírez	Edgardo Amaya
Distanciamiento: 1 m	Distanciamiento: 1.5 m	Distanciamiento: 1 m a ocho cuartas	Distanciamiento: 0.70 m
Profundidad: 0.40 m	Profundidad: Con animales: 0.30 m– 0.40 m Con maquinaria: 0.60– 0.70 m	Profundidad: Con animales: una cuarta y media. Con maquinaria: dos cuartas.	Profundidad: 0.50 m

**Nota:** La equivalencia de una cuarta, cuarto o palmo en metros (m) es igual a 0.2089 m (Pastor 2012).

### 7.1.1.3. Siembra

Prácticas agrícolas relacionadas con el material de siembra, como la selección, edad y tamaño del esqueje de caña (Cuadro 3).

Los productores realizan una selección del material de siembra, y las características consideradas, coinciden con lo citado por Marcelo y Aldana Diestra (2011), quienes indican que el esqueje debe provenir de cultivos sanos y vigorosos. Estos brindan importancia a la variedad (RD y vara de cuete).

Con respecto a la edad del esqueje, coincide con Marcelo y Aldana Diestra (2011), quienes afirman que esta debe oscilar entre los siete y los diez meses, considerando que un productor utiliza material más tierno (seis meses).

En el caso del tamaño del esqueje, difiere de lo que citan Manrique E. *et al.* (2008), quienes mencionan que el tamaño varía de tres a cinco yemas o sea de 25 a 30 cm de longitud. Es decir, siembran esquejes de mayor tamaño.

Los productores que realizan encadenado doble (entrelazan de dos a cuatro esquejes) al momento de la siembra, coinciden con lo que cita Aspectos generales... (s. f.), quien recomienda que, en el método de chorrillo doble, se ponen dos esquejes paralelos en el mismo sitio.

Método de siembra utilizado por los productores y la época en que siembran la caña (Cuadro 4).

**Cuadro 3.** Datos de siembra: consideraciones para el material de siembra.

<b>Productores</b>			
<b>Luis Zepeda</b>	<b>Mario Amaya</b>	<b>Francisco Ramírez</b>	<b>Edgardo Amaya</b>
Llevar a cabo una selección del material de siembra			
Edad: ocho a diez meses.	Edad: siete meses.	Edad: siete a diez meses.	Edad: seis meses.
Tamaño de esqueje: 0.50 m	Tamaño de esqueje: no proporcionó medida, mencionó que siembra cuatro esquejes entrelazados.	Tamaño de esqueje: 0.30 m y se colocan entrelazados.	Tamaño de esqueje: seis yemas.

**Cuadro 4.** Datos de siembra: método y época.

<b>Productores</b>			
<b>Luis Zepeda</b>	<b>Mario Amaya</b>	<b>Francisco Ramírez</b>	<b>Edgardo Amaya</b>
Método: hilera simple (chorro seguido).			
Época: noviembre a diciembre.	Época: diciembre.	Época: octubre, diciembre y enero.	Época: marzo a abril.

En el caso del método de siembra, coincide con Hernández *et al.* (1987), quienes mencionan que se puede sembrar a chorrillo, acostando la semilla en el fondo del surco, colocándola punta con punta.

Con respecto a la época de siembra, unos productores coinciden con Aspectos generales... (s. f.), quien afirma que generalmente en El Salvador, se siembra entre los meses de noviembre y diciembre. Otros productores difieren con este autor, debido a que adelantan la época o la retrasan.

#### 7.1.1.4. Fertilización

Relación que los productores poseen con la práctica del análisis del suelo, previamente a la aplicación de fertilizantes (Cuadro 5).

Lo anterior indica que la mayor parte de los productores no cumple con lo recomendado por Osorio Cadavid (2007), quien afirma que para un buen desarrollo y productividad del cultivo de la caña, es necesaria la adición de nutrientes basados en la fertilidad natural del suelo, partiendo del conocimiento del recurso, por medio de un análisis de suelos en un laboratorio acreditado.

Productos (fertilizantes) utilizados por los productores, las cantidades aplicadas y el método de fertilización empleado (Cuadro 6).

**Cuadro 5.** Datos de fertilización: análisis del suelo.

<b>Productor</b>			
<b>Luis Zepeda</b>	<b>Mario Amaya</b>	<b>Francisco Ramírez</b>	<b>Edgardo Amaya</b>
Realiza un análisis del suelo, previamente a la aplicación de fertilizantes.	No realiza un análisis del suelo, previamente a la aplicación de fertilizantes.	A veces realiza un análisis del suelo, pero no siempre.	No realiza un análisis del suelo, previamente a la aplicación de fertilizantes.

**Cuadro 6.** Datos de fertilización: tipo de fertilizante y método de fertilización.

<b>Productores</b>			
<b>Luis Zepeda</b>	<b>Mario Amaya</b>	<b>Francisco Ramírez</b>	<b>Edgardo Amaya</b>
Utiliza un saco y cuarto de sulfato de amonio·mz <sup>-1</sup> y dos sacos y medio de triple 15·mz <sup>-1</sup> .	Utiliza dos a tres sacos de triple 15·mz <sup>-1</sup> y un saco de sulfato de amonio·mz <sup>-1</sup> .	Utiliza tres sacos de triple 15·mz <sup>-1</sup> .	Utiliza siete sacos de triple 15·mz <sup>-1</sup> y un saco de sulfato·mz <sup>-1</sup> .
Realizan método manual.			

Los sacos de fertilizantes que utilizan los productores son de 220 lb, equivalentes a 100 kg.

Todos los productores utilizan fertilizantes químicos, incluso algunos mencionaron que el fertilizante orgánico no funciona en el cultivo de la caña de azúcar.

Don Luis utiliza un saco y cuarto (275 lb) de sulfato de amonio·mz<sup>-1</sup> y dos sacos y medio (550 lb) de triple 15·mz<sup>-1</sup>. Don Mario utiliza de dos a tres sacos (440 a 660 lb) de triple 15·mz<sup>-1</sup> y un saco (220 lb) de sulfato de amonio·mz<sup>-1</sup>. Don Francisco utiliza tres sacos (660 lb) de triple 15·mz<sup>-1</sup>. Don Edgardo utiliza siete sacos (1 540 lb) de triple 15·mz<sup>-1</sup> y un saco (220 lb) de sulfato·mz<sup>-1</sup>.

Estos emplean triple 15 y sulfato de amonio, esto difiere de lo que citan Marcelo y Aldana Diestra (2011), quienes afirman que para fertilizar caña de azúcar se utiliza como fuente de nitrógeno la urea para toda la campaña. Pero coincide con una forma alternativa de fertilización, recomendada por estos mismos autores, asegurando que se puede combinar un abono orgánico con un fertilizante compuesto (10-20-20, 10-30-10, 15-15-15, entre otros).

El sulfato de amonio, no se encontró recomendado en fertilizaciones de caña de azúcar.

Con respecto a las cantidades por manzana de fertilizantes, estas son variadas y se consideró principalmente el aporte de nitrógeno (N) de los fertilizantes en el cultivo. Considerando lo que cita IPNI (s. f.), quien afirma que el sulfato de amonio contiene 21% N y lo que cita DisAgro, Guatemala (s. f.), quien asegura que el triple 15 contiene 15% N.

Tres productores aplican un rango de 45 kg – 66 kg N/mz/año cumpliendo, aunque en cantidades muy bajas, con el límite de nitrógeno (N) establecido y recomendado por FUNDAZUCAR (2015), quien afirma que la fertilización nitrogenada no debe exceder 119 kg N/manzana/año (170 kg N/hectárea/año). Un productor aplica 126 kg N/mz/año, excediendo levemente la cantidad recomendada.

Y con respecto a los métodos de fertilización, todos realizan una fertilización manual, esto coincide con Marcelo y Aldana Diestra (2011), quienes afirman que entre estos están: mecánico, manual, fertirriego y líquido.

Cantidades de fertilizaciones aplicadas y la relación de los productores con la práctica del registro de la fertilización (Cuadro 7).

Tres productores llevan a cabo una fertilización, esto difiere de lo que cita Aspectos generales... (s. f.), quien afirma y recomienda aplicar dos fertilizaciones. Un productor, si aplica dos fertilizaciones, coincidiendo con lo recomendado.

Todos los productores afirmaron aplicar la primera fertilización o única, en el mismo momento, coincidiendo nuevamente con Aspectos generales... (s. f.), quien expone que la primera fertilización se debe realizar al inicio de las lluvias, mes de mayo.

El productor que aplica dos fertilizaciones, afirma que la segunda la lleva a cabo en el mes de julio, difiriendo un poco de lo citado por Aspectos generales... (s. f.), quien expone que la segunda fertilización, se realiza aproximadamente al mes y medio de la primera aplicación.

En el caso del registro de las fertilizaciones, solamente un productor (25%) lo lleva a cabo, este productor registra la fecha de la primera fertilización, para conocer cuando aplicará la segunda. Esto no coincide con lo que cita FUNDAZUCAR (2015); quien recomienda llevar un registro de la fertilización por lote que detalle al menos: la fecha de aplicación, nombre del fertilizante, contenido de nutrientes (%) y cantidad aplicada. Pero se le considera que realiza esta práctica, porque conoce (empíricamente) los datos incluidos en la hoja de registro.



**Cuadro 7.** Datos de fertilización: cantidad y registro de fertilizantes aplicados.

<b>Productores</b>	
<b>Luis Zepeda</b>	<b>Mario Amaya Francisco Ramírez Edgardo Amaya</b>
Cantidad: dos fertilizaciones.	Cantidad: llevan a cabo una fertilización.
Registro: no, pero registra fechas para las dos fertilizaciones.	Registro: no realizan un registro de la fertilización.

#### 7.1.1.5. Malezas

Métodos de control de malezas empleados por los productores, detallando los productos químicos y herramientas utilizadas (Cuadro 8).

Las unidades de las dosis de herbicidas en galones, litros y botellas, por productor son las siguientes. Luis Zepeda: 1 L·mz<sup>-1</sup> en 42 gal, 159 L, 210 botellas de diuron (diuron 80 SC) y terbutryn (igran); Francisco Ramírez: 6 L·mz<sup>-1</sup> en 42 gal, 159 L, 210 botellas de diuron y 2, 4 D (hedonal) y Edgardo Amaya: 2.5 L·mz<sup>-1</sup> en 42 gal, 159 L, 210 botellas de diuron y 2, 4 D + picloram (foram).

Los productores realizan las mezclas de herbicidas en un barril (159 L) de agua. Esta unidad se consideró para analizar las dosis empleadas por estos. En diuron e igran, RIMAC (s. f.) y FARMAGRO, Perú (s. f.), recomiendan aplicar dosis de 2.56 – 3.28 L·mz<sup>-1</sup> en un barril (42 gal, 159 L, 210 botellas).

En el caso tanto del diuron como el hedonal, RIMAC (s. f.) y Bayer CropScience, Guatemala (c2019), recomiendan aplicar dosis de 1.92 – 2.45 L·mz<sup>-1</sup> en un barril (42 gal, 159 L, 210 botellas). Para diuron y foram, RIMAC (s. f.) y FORAGRO, Nicaragua (2012), recomiendan aplicar dosis de 0.95 – 1.39 L·mz<sup>-1</sup> en un barril (42 gal, 159 L, 210 botellas).

Dos productores sobrepasan las dosis recomendadas, coincidiendo con lo que citan Marcelo y Aldana Diestra (2011), quienes afirman que en algunas ocasiones, el control químico de malezas, se usa de manera indiscriminada.

Con respecto a los momentos de control, difiere con Aspectos generales... (s. f.), quien afirma que el control se efectúa en períodos alternos antes de aplicar la fertilización, pero coincide con este mismo autor, al recomendar realizar esta práctica cuando la plantación de caña de azúcar la necesite (las lluvias constantes provocan el crecimiento de la maleza).

**Cuadro 8.** Datos de malezas: control.

<b>Productores</b>			
<b>Luis Zepeda</b>	<b>Mario Amaya</b>	<b>Francisco Ramírez</b>	<b>Edgardo Amaya</b>
Diuron e igran mezclados en 1 L·mz <sup>-1</sup> en un barril.	Manual	Diuron y hedonal mezclados en 6 L·mz <sup>-1</sup> en un barril y manual.	Mezcla 1 L de diuron y 1.5 L de foram, es decir 2.5 L·mz <sup>-1</sup> en un barril.
Momentos: mes de junio, y si crece la maleza por lluvias constantes.	Momentos: meses de junio, agosto y octubre.	Momentos: después de fertilizar (mes de mayo), y en los meses de junio, julio y agosto.	-

**Nota 1:** la equivalencia de un barril (bbl), en galones (gal) es igual a 42 gal y en litros (L) es igual a 159 L (FEDEPALMA 2014).

**Nota 2:** la equivalencia de un barril (bbl), en botellas es igual a 210 botellas (Reyes s. f.).

Utilización de equipo de protección de los productores al aplicar agroquímicos (Cuadro 9).

Los productores que utilizan equipo de protección personal al aplicar herbicidas, coinciden con lo recomendado por FUNDAZUCAR (2015), quien menciona que los equipos de protección personal (EPP) deben usarse durante la mezcla y aplicación de agroquímicos. Los equipos de protección (en el caso que son utilizados) son: mascarilla (tapaboca), anteojos, guantes, camisa manga larga y botas de hule. Las gabachas no son empleadas.

#### 7.1.1.6. Maduración

Forma de evaluación de la maduración de la caña de azúcar y utilización de madurantes por parte de los productores (Cuadro 10).

**Cuadro 9.** Datos de malezas: equipo de protección al aplicar agroquímicos.

<b>Productores</b>			
<b>Luis Zepeda</b>	<b>Mario Amaya</b>	<b>Francisco Ramírez</b>	<b>Edgardo Amaya</b>
Utiliza equipo de protección personal.	No aplica agroquímicos para controlar malezas.	Utiliza equipo de protección personal, pero no siempre.	No utiliza equipo de protección personal.

**Cuadro 10.** Datos de maduración: evaluación de maduración y utilización de madurantes.

<b>Productores</b>			
<b>Luis Zepeda</b>	<b>Mario Amaya</b>	<b>Francisco Ramírez</b>	<b>Edgardo Amaya</b>
Evaluación: empíricamente (en base a su experiencia).			
Madurantes: no emplean madurantes.			

Los productores afirmaron evaluar la maduración empíricamente, considerando el amarillento del cultivo y la brotación de la flor, esto coincide con lo que citan Díaz Ayala *et al.* (2004), donde afirman que dentro de las manifestaciones externas de la maduración están la presencia de hojas amarillas delgadas y quebradizas. Los productores no utilizan madurantes.

Uso de instrumentos (refractómetro) para evaluar la maduración y determinación de la edad de la caña, para evaluar esta etapa (Cuadro 11).

Los productores no utilizan refractómetro para evaluar la maduración, esto difiere con lo que cita Aspectos generales... (s. f.), quien afirma que el cálculo del índice de madurez se encuentra utilizando el refractómetro de mano que señala un grado Brix.

La mayor parte de estos, evalúan la maduración cuando la caña alcanza los 12 meses de edad, esto coincide con lo citado por el autor antes mencionado, quien afirma que de manera general se establece que las cañas próximas a los 12 meses de edad deben ser muestreadas. Un productor lleva acabo una práctica inadecuada, al evaluar la maduración entre los ocho a diez meses de edad.

Determinación de grados Brix en los cultivos y realización de muestreos de caña para evaluar la maduración (Cuadro 12).

La madurez de la caña de azúcar se evalúa técnicamente con base en los grados Brix.

**Cuadro 11.** Datos de maduración: instrumento de evaluación y edad ideal.

<b>Productores</b>			
<b>Luis Zepeda</b>	<b>Mario Amaya</b>	<b>Francisco Ramírez</b>	<b>Edgardo Amaya</b>
No utilizan refractómetro.			
Edad: ocho a diez meses.		Edad: 12 meses.	

**Cuadro 12.** Datos de maduración: medición de grados Brix y muestreos de caña.

Productores			
Luis Zepeda	Mario Amaya	Francisco Ramírez	Edgardo Amaya
No evalúan grados Brix.			
No llevan a cabo muestreos a la caña de azúcar.			Lleva a cabo un muestreo.

Ningún productor evalúa grados Brix de la caña. Un productor realiza un muestreo “al tacto”, es decir cortan cañas al azar y realizan una prueba de degustación de dulzura de esta. Este procedimiento de evaluación, coincide con lo que citan Marcelo y Aldana Diestra (2011); quienes afirman que el control de la maduración consiste en recolectar al azar los tallos que se cortan desde la base de la planta, luego pelar hasta el punto de quiebre natural y realizando un corte uno a dos entrenudos antes del punto de quiebre.

#### 7.1.1.7. Cosecha

Práctica de la quema del cañal, en el momento de la cosecha y eliminación del cogollo de la planta en esta etapa (Cuadro 13).

Todos los productores no queman el cañal al momento de cosechar, esto coincide con lo que afirma MAG (2003), citado por Díaz Ayala *et al.* (2004), quien asegura que en algunos países del mundo realizan la cosecha de la caña de azúcar, sin practicar la quema de los cañaverales, aumentando así sus rendimientos de campo y azúcar.

Conjuntamente el 100% de los productores, tiene conocimiento que esta práctica está prohibida. Esto está relacionado con lo que citan Aspectos generales... (s. f.), quien afirma que esta práctica es muy dañina por la destrucción de materia orgánica del suelo; y Marcelo y Aldana Diestra (2011), quienes recomiendan que en las quemas, se debe tener cuidado con los campos vecinos para no afectarlos.

En el caso de la eliminación del cogollo, los cuatro productores llevan a cabo esta práctica, esto coincide con lo que citan Hernández P. *et al.* (1987), quienes recomiendan que al cosecharse la caña debe eliminarse el cogollo, ya que es pobre en concentración de azúcar.

**Cuadro 13.** Datos de cosecha: quema del cañal y eliminación del cogollo.

<b>Productores</b>			
<b>Luis Zepeda</b>	<b>Mario Amaya</b>	<b>Francisco Ramírez</b>	<b>Edgardo Amaya</b>
No practican la quema del cañal, realizan cosecha verde. Conocen que esta práctica está prohibida.			
Eliminan el cogollo de la caña en el momento de la cosecha.			

### 7.1.2. Plagas y enfermedades

Práctica del monitoreo de plagas, durante el establecimiento del cultivo y empleo de control cultural previamente al control químico, para combatir plagas y enfermedades (Cuadro 14).

Dos productores realizan un monitoreo de plagas. Esto coincide con lo que cita FUNDAZUCAR (2015), quien afirma que se debe monitorear la población de las plagas y sus enemigos naturales, para conocer su distribución en el área de cultivo, la etapa de desarrollo de la plaga y si los métodos de control preventivo mantienen la población en niveles que no causen daño económico. Los otros dos productores no llevan a cabo monitoreos.

Con respecto a la utilización de agroquímicos como primer recurso de control de plagas y enfermedades, tres productores no realizan esta práctica, sino que deciden llevar a cabo labores culturales, como el cortar y eliminar plantas infectadas, esto coincide con lo que cita el autor antes mencionado, quien recomienda aplicar plaguicidas solo cuando se hayan aplicado todas las medidas de control preventivo y la población de plaga cause pérdidas en la producción mayores al costo de aplicar plaguicidas. Considerando que los productores afirmaron no tener problemas de plagas y enfermedades, debido a que utilizan variedades resistentes.

**Cuadro 14.** Datos de plagas y enfermedades: monitoreo de población de plagas y utilización de agroquímicos como primer recurso.

<b>Productores</b>			
<b>Luis Zepeda</b>	<b>Mario Amaya</b>	<b>Francisco Ramírez</b>	<b>Edgardo Amaya</b>
Lleva a cabo un monitoreo.	No monitorean.		Lleva a cabo un monitoreo.
No utilizan agroquímicos como primer recurso de control.			Utiliza agroquímicos como primer recurso de control.

### 7.1.2.1. Identificación de plagas y enfermedades

Identificación de plagas, por parte de los productores en sus cultivos y métodos de control empleados para combatirlas (Cuadro 15).

Solamente un productor afirmó tener problemas de plagas y utiliza control químico. En el caso de gallina ciega utiliza lambda-cyhalothrin (karate), aplicando una copa (0.25 L o 250 mL)/bomba, esto coincide con lo que cita Syngenta, Panamá (s. f.), quien recomienda utilizar de 252 – 350 mL·mz<sup>-1</sup> de karate zeon 2.5 CS, es decir las dosis aplicadas de este plaguicida por el productor, están en los rangos establecidos.

Y en el caso de mosca pinta utiliza lambda-cyhalothrin (kung fu), aplicando una copa (0.25 L o 250 mL)/bomba, esto coincide con lo que cita Agrocentro, Guatemala (s. f.), quien recomienda utilizar de 300 a 400 mL·ha<sup>-1</sup> de kung fu 2.5 EC, si se consideran estas dosis para una manzana (mz), estas cambian a un intervalo de 210 – 280 mL·mz<sup>-1</sup> de kung fu 2.5 EC, es decir las dosis aplicadas de este plaguicida por el productor, están en los rangos establecidos. Pero estas plagas no le causan daños de importancia económica.

Identificación de enfermedades, por parte de los productores en sus cultivos y métodos de control empleados para combatirlas (Cuadro 16).

Dos productores afirmaron haber tenido problemas de carbón de la caña, y utilizaron control cultural, cortando y eliminando las plantas infectadas. Utilizan variedades resistentes (RD y vara de cuete). Esto coincide con lo que citan Hernández P. *et al.* (1987), donde afirman que para controlar el carbón de la caña, se deben utilizar variedades resistentes y material sano. En los cultivos de los otros productores no se presentan enfermedades. Esta enfermedad no genera daños importantes en la producción.

## 7.2. Estudio de buenas prácticas de manufactura (BPM)

Se evaluaron las buenas prácticas de manufactura (BPM), en las instalaciones de la cooperativa ACOPANELA de R.L., considerando la planta de procesamiento de los productos alimenticios.

Los parámetros considerados para la evaluación de las buenas prácticas de manufactura (BPM), fueron: condiciones de los edificios, condiciones de los equipos y utensilios, personal y control en el proceso y en la producción.

**Cuadro 15.** Datos de plagas.

<b>Productores</b>			
<b>Luis Zepeda</b>	<b>Mario Amaya</b>	<b>Francisco Ramírez</b>	<b>Edgardo Amaya</b>
Gallina ciega. Aplica karate: 1 copa/bomba.	Afirmaron no tener problemas de plagas, durante el establecimiento del cultivo hasta su cosecha.		
Mosca pinta. Aplica kung fu: 1 copa/bomba.			

**Nota:** la equivalencia de una copa en litros (L) es igual a 0.25 L (Bayer CropScience, Nicaragua s. f.).

### 7.2.1. Condiciones de los edificios

#### 7.2.1.1. Alrededores

En los alrededores de la planta, se observaban desechos sólidos y la grama no estaba recortada. En la parte posterior (o trasera) de la planta colocan el biocombustible (bagazo de caña).

Esto difiere de lo que cita EMVASA (2012), quien afirma que se deben remover los desechos sólidos y desperdicios, recortar la grama y eliminar la hierba.

#### 7.2.1.2. Ubicación

El establecimiento se encuentra en una zona adecuada, sin riesgo de contaminación al producto. Los patios y las vías de acceso no están pavimentados. Existe un buen retiro de los desechos sólidos (el tren de aseo pasa semanalmente).

**Cuadro 16.** Datos de enfermedades.

<b>Productores</b>			
<b>Luis Zepeda</b>	<b>Mario Amaya</b>	<b>Francisco Ramírez</b>	<b>Edgardo Amaya</b>
Presencia mínima de carbón de la caña. No se presentan enfermedades en sus Control cultural: corta y elimina plantas infectadas.			
Utilizan variedades resistentes a enfermedades como son RD y vara de cuete.			

Este parámetro coincide con lo que cita CAC/RCP (1999), quien recomienda que los establecimientos (planta) deben estar situados en zonas no expuestas a un medio ambiente contaminado, libre de olores desagradables y que cuente con un retiro eficaz de los desechos sólidos y líquidos.

Pero difiere, con respecto a lo que cita Rozo Hermida (s. f.), quien afirma que las vías de acceso y patios de maniobra deben encontrarse pavimentados, a fin de evitar la contaminación de los alimentos con polvo.

## **7.2.2. Instalaciones físicas del área de proceso y almacenamiento**

### **7.2.2.1. Pisos**

Los pisos son antideslizantes y lavables. Poseen desagües, pero siempre se generan encharcamientos (Anexo 6). Cuentan con rejillas, para evitar el paso de insectos y roedores hacia la planta y desechos sólidos. Los pisos poseen grietas en sus superficies, pero no son sisados (Anexo 5). La unión entre pisos y paredes es recta.

Coinciden en características, con lo que cita RTCA (s. f.), quien afirma que los pisos deben ser lavables y antideslizantes. Difieren en el estado, con respecto a Buzzi (s. f.), quien afirma que los pisos no deben tener grietas (las grietas tienden a retener humedad, después que los pisos son lavados) ni irregularidades en su superficie o uniones. Otro aspecto que se incumple es lo citado por EMVASA (2012), quien afirma que las uniones entre los pisos y las paredes deben ser redondeadas (curva sanitaria).

La pendiente no cuenta con el diseño ideal, esto difiere con Rozo Hermida (s. f.), quien afirma que los pisos, deben permitir la evacuación rápida del agua y evitar encharcamientos.

### **7.2.2.2. Paredes**

En el área de procesamiento de panela granulada, las paredes exteriores están construidas de bloque de hormigón, internamente presentan pliegues, están pintadas de morado y anaranjado claro (Anexo 7), las uniones entre pared y pared son rectas. En el área de empacado del dulce de panela, las paredes exteriores están construidas de bloque de hormigón y lámina (en la parte superior); internamente, el primer material es liso y pintado de blanco, mientras el segundo posee hendiduras, no existe una unión entre pared y pared



sino que se separan por columnas estructurales metálicas. Se observaron partículas de suciedad (polvo y telas de araña) y mohos. No están agrietadas, en ninguna de las dos áreas.

Los materiales de construcción coinciden con CAC/RCP (1999), al exponer que las paredes exteriores pueden ser construidas de bloque de concreto y aun en estructuras prefabricadas (lámina). Con respecto a las características de las paredes interiores, en el área de empaçado (bloque de hormigón) coinciden con AIB (2011), quien presenta que deben ser lisas, fáciles de lavar y desinfectar, pintadas de color claro y sin grietas. Las características del área de procesamiento y la lámina (del área de empaçado), difieren con lo citado por este autor.

Las uniones entre pared y pared, difieren de lo citado por CAC/RCP (1999), quien afirma que las uniones entre una pared y otra deben ser cóncavas (redondeadas).

#### **7.2.2.3. Techos**

En el área de procesamiento de panela granulada, están contruidos de lámina, este material posee hendiduras, se observaron pequeñas manchas de mohos. En el área de empaçado del dulce de panela, están contruidos de lámina (parte exterior), pero en el interior cuentan con aislante térmico liso (Anexo 8) y cielo falso (no es liso, pero es desmontable, se limpia periódicamente).

Las características del aislante térmico coinciden con EMVASA (2012), quien afirma que los techos deben ser lisos, que reduzcan la suciedad y la formación de mohos y costras. Las características del techo del área de procesamiento y el cielo falso, no cumplen con lo expuesto por este autor. Con respecto al cielo falso, coincide con Roza Hermida (s. f.), quien recomienda que estos deben ser fáciles de limpiar.

#### **7.2.2.4. Ventanas y puertas**

En el área de procesamiento de panela granulada, las ventanas están ubicadas a una distancia considerable del piso, dificultando su limpieza. No poseen malla contra insectos, pero se mantienen cerradas. El área de empaçado del dulce de panela no posee ventanas.

En el área de procesamiento de panela granulada, las puertas son metálicas; con pliegues, absorbentes y se abren halándolas de abajo hacia arriba. En el área de empaçado del

dulce de panela, los portones y puerta son metálicos, lisos, no absorbentes, presentan partículas de suciedad, se abren de adentro hacia afuera (puerta) o desplegándolos hacia los lados (portones).

Las ventanas difieren de lo citado por RTCA (s. f.), quien presenta que estas deben ser fáciles de limpiar y provistas de malla contra insectos. Aunque al mantenerse cerradas impiden el ingreso de agua y plagas. Las características de los portones y puertas del área de empacado de dulce de panela, coinciden con EMVASA (2012), quien afirma que las puertas deben ser lisas y no absorbentes, fáciles de lavar y desinfectar, que se abran hacia afuera. Las características de las puertas de la otra área, difieren con lo afirmado por este autor.

Deberá instalarse zaranda contra insectos en las ventanas, porque no existen en las instalaciones de la planta.

#### **7.2.2.5. Iluminación**

El tipo de iluminación en las dos áreas es artificial. En el área de procesamiento de panela granulada, las lámparas no tienen protección contra roturas (Anexo 9), pero los cables tienen caños aislantes. En el área de empacado del dulce de panela, las lámparas están protegidas contra roturas (Anexo 10), los cables están cubiertos por tubos aislantes.

La iluminación artificial, coincide con CAC/RCP (1999), quien afirma que el establecimiento estará iluminado con luz natural o artificial, para realizar las tareas. En cuanto a la presencia de cables con caños aislantes, coinciden con RTCA (s. f.), quien recomienda que las instalaciones eléctricas deben estar cubiertas por tubos aislantes.

El estado de lámparas, en el área de empacado del dulce de panela, coinciden con RTCA (s. f.), quien expone que las lámparas deben estar protegidas contra roturas. Las lámparas de la otra área, difieren en este aspecto.

#### **7.2.2.6. Ventilación**

En el área de procesamiento de panela granulada, el sistema de ventilación es eficiente, debido a que evita el calor excesivo. Se encuentra un ventilador en el techo y otros están instalados en las paredes. El aire es dirigido directamente a la zona donde procesan los manipuladores. El área de empacado de dulce de panela, no tiene sistema de ventilación.

La ventilación coincide con EMVASA (2012), quien afirma que debe existir una ventilación adecuada para evitar el calor excesivo. En cuanto a la dirección del aire, coincide con Rozo Hermida (s. f.), quien recomienda que la dirección de la corriente de aire no deberá ir nunca de una zona contaminada a una zona limpia.

Deberá existir un ventilador o un extractor de aire en la zona de empaque de panela.

### **7.2.3. Instalaciones sanitarias**

Los sanitarios son accesibles. Están separados por sexo (Anexo 11), no presentan ventilación ni iluminación. Cada uno cuenta con lavamanos, papel higiénico, papel toalla (para el secado de manos), jabón y basurero.

Coincide con AIB (2011), quien recomienda que los sanitarios deben ser accesibles. Pero difieren con este mismo autor, al afirmar que deben estar ventilados e iluminados. Coinciden con CAC/RCP (1999), quien afirma que deben estar separados por sexo, provistos de sus respectivos objetos de uso (papel higiénico, papel toalla, etc.) y separados de la sección de procesos.

### **7.2.4. Manejo y disposición de desechos sólidos**

En las áreas de manipulación y almacenamiento de alimentos, se pueden encontrar desechos sólidos (bolsas plásticas, papel), equipos o utensilios que no se están ocupando (botas, herramientas, etc.). En las zonas circundantes, existen tusas, bagazo de caña, bolsas plásticas, tarimas, etc. No existe un lugar específico para el almacenamiento de los desechos sólidos. Los basureros son lavables pero no tienen tapadera.

La presencia de desechos, difiere de EMVASA (2012), al afirmar que no se deben permitir la acumulación de desechos en las áreas de manipulación, almacenamiento ni zonas circundantes. El aspecto de almacenamiento de estos, difiere con Rozo Hermida (s. f.), quien recomienda que los desechos sólidos deben almacenarse alejados de las zonas de procesamiento.

Con respecto a los basureros, coincide con CAC/RCP (1999), quien expone que los recipientes deben ser lavables. Pero difiere con este mismo autor, al recomendar que estos deben tener tapadera.

Los desechos de los servicios sanitarios (papel higiénico) se deben recolectar a diario.

#### **7.2.5. Control de plagas**

La planta cuentan con cortina plástica para evitar el ingreso de plagas en la puerta de entrada (área de procesamiento panela granulada) y rejillas en los desagües de los pisos.

En la planta se han presentado cucarachas (plaga). Como método de control se utiliza un veneno (no se especificó el nombre) que venden en el agro servicio. Es colocado en las esquinas del interior de las instalaciones.

Con respecto a la protección de la planta contra plagas, coincide con la recomendación de CAC/RCP (1999), quien afirma que la planta debe contar con barreras físicas que impidan el ingreso de plagas. Aunque en todas las áreas del establecimiento deberían proteger sus puertas y ventanas.

Las decisiones que se toman en lo referente a las invasiones de plagas, coinciden con Rozo Hermida (s. f.), quien afirma que en caso de que alguna plaga invada la planta deberán adoptarse las medidas de erradicación o control que comprendan el tratamiento con agentes químicos, biológicos y físicos autorizados por la autoridad competente.

Se debe establecer un programa de fumigación de control de insectos y roedores, por lo menos cada uno o dos meses (como máximo), en las instalaciones.

#### **7.2.6. Condiciones de los equipos y utensilios**

Los equipos y utensilios son inspeccionados y aseados eficientemente. Son utilizados correctamente, según el procesamiento de panela granulada o dulce de panela lo requiera. Están contruidos de materiales como el acero inoxidable: tachos (Anexo 12), pilas o bandejas de enfriamiento (Anexo 13), tamices, molino de caramelo, mesas, palas y cutos; polipropileno: bolsas de empaque panela granulada, film grado alimenticio: empaque de dulce de panela, plástico: jabas, madera: tarimas, cartón: cajas (Anexo 14) y papel: viñetas. Estos materiales de construcción son adecuados para su mantenimiento y aseguran su durabilidad.

La inspección y aseo de estos, coincide con RTCA (s. f.), quien recomienda que el equipo y utensilios, deben ser de fácil acceso para su inspección, mantenimiento y limpieza. En

cuanto a sus funciones, coinciden con AIB (2011), al afirmar que su función debe ser conforme al uso al que está destinado.

Con respecto a los materiales de construcción de los equipos y utensilios, coincide con lo que cita Rozo Hermida (s. f.), quien afirma que los materiales de construcción de los equipos y utensilios, deben ser no absorbentes ni corrosivos, resistentes a las operaciones repetidas de limpieza y desinfección.

#### **7.2.7. Personal**

El personal no recibe capacitación en BPM, previamente a la puesta en marcha del procesamiento del dulce de panela y panela granulada.

Con respecto a las prácticas higiénicas, el personal se lava las manos con jabón desinfectante, un grupo lo realiza en lavamanos de pedal dentro del área de procesamiento de panela granulada, mientras que el otro grupo que labora en el área de empacado del dulce de panela, lo realiza fuera del establecimiento (sólo un área cuenta con este equipo). Las uñas de sus manos las mantienen aseadas.

Los hombres no utilizan ningún accesorio de uso personal, algunas mujeres utilizan anillos y aretes durante el procesamiento. Ningún manipulador realizó comportamientos que puedan generar contaminación durante el procesamiento de los productos (fumar, escupir, masticar o comer, estornudar o toser). Unos hombres utilizaban barba, pero la mayor parte mantenían afeitado su vello facial. Ninguna mujer utiliza cosméticos ni accesorios artificiales de belleza.

La mayor parte de los manipuladores (hombres y mujeres) no utilizaban gabacha, redecilla (un hombre utiliza casco, pero sin redecilla) ni mascarilla (Anexo 16), aunque habían algunas excepciones (Anexo 15 y Anexo 17), casi todos los hombres utilizan botas de hule (grado alimenticio), las mujeres no utilizan este tipo de calzado.

Referente al control de salud, el personal no es sometido a exámenes médicos previamente a su contratación. Pero el personal bajo contrato con la cooperativa, si es sometido a registros de salud, pero no se documentan. Se mantiene un control restringido con visitantes al establecimiento que presenten alguna enfermedad que puede contaminar los productos alimenticios.

Con respecto a la capacitación al personal del área de procesamiento, no se lleva a cabo este requisito, difiriendo de lo que cita AIB (2011), quien afirma que el personal involucrado en la manipulación de los alimentos, debe ser previamente capacitado en buenas prácticas de manufactura.

En cuanto a las prácticas higiénicas; lavado de manos, coincide con RTCA (s. f.), quien presenta que los operarios deben lavarse las manos con jabón desinfectante. Pero se debe considerar que el área de empaqueo del dulce de panela, no cuenta con lavamanos, y se presenta el riesgo de contaminación cruzada. Estado de uñas, coincide con Rozo Hermida (s. f.), quien exhorta que las uñas deben estar cortas, limpias y sin esmaltes, estas acciones las llevan a cabo eficientemente hombres y mujeres.

Utilización de accesorios, los hombres coinciden con EMVASA (2012), quien recomienda no usar anillos, aretes, relojes, pulseras o cualquier adorno u otro objeto que pueda tener contacto con el producto que se manipule. Algunas mujeres no cumplen con esta indicación. Esto aplica para hombres y mujeres. Presencia de comportamientos contaminantes, coincide con Buzzi (s. f.), quien recomienda evitar comportamientos que puedan contaminar los alimentos, por ejemplo: fumar, escupir, masticar o comer, estornudar o toser, beber agua.

Estado de cabello y vello facial, la mayor parte de los hombres coinciden con AIB (2011), quien recomienda tener pelo, bigote y barba bien recortados. Unos hombres, difieren de esta recomendación. Utilización de cosméticos y accesorios artificiales de belleza, coincide con RTCA (s. f.), al exhortar no utilizar maquillaje, uñas o pestañas postizas.

Utilización de uniforme completo, no todos utilizan la indumentaria adecuada, y si utilizan no lo hacen de forma completa, estas prácticas difieren con EMVASA (2012), quien recomienda utilizar uniforme y calzado adecuado, cubrecabezas, ropa protectora y mascarilla.

En caso de control de salud, difiere de Rozo Hermida (s. f.), quien afirma que el personal que manipula alimentos debe ser sometido a exámenes médicos previo a su contratación. En el aspecto de constancia de salud, difiere con Rozo Hermida (s. f.), al recomendar mantener constancia de salud actualizada, documentada y debe renovarse como mínimo cada seis meses. Con respecto a visitantes, coincide con RTCA (s. f.), quien recomienda no permitir el acceso a personas con enfermedades que puedan transmitirse por medio de

alimentos, como: ictericia, diarrea, vómitos, fiebre, dolor de garganta con fiebre, lesiones de la piel visiblemente infectadas, secreción de oídos, ojos o nariz.

#### **7.2.8. Control en el proceso y en la producción**

Con respecto a las materias primas, no se controla la potabilidad ni la calidad del agua. La planta cuenta en su totalidad con sistema de agua potable (empleada para el procesamiento, limpieza y consumo).

Esta práctica difiere con Buzzi (s. f.), al afirmar que se debe controlar la potabilidad del agua y evaluar la calidad de esta, a través de análisis físico-químico y bacteriológico.

Referente a los materiales de envasado, la tusa de maíz se almacena en bolsas plásticas estas, a su vez se colocan en una bodega de lámina y piso de madera. En esta área no se utilizan tarimas. El mecate de huerta, film grado alimenticio y bolsas de polipropileno no se almacenan, debido a que se preparan exactamente las cantidades que se utilizarán por cada jornada laboral.

Este tipo de almacenamiento difiere de lo que cita RTCA (s. f.), quien afirma que el material de envasado deberá almacenarse en lugares adecuados y en condiciones de sanidad y limpieza. El material de construcción del piso y las hendiduras de las láminas dificulta su limpieza y desinfección.

Se recomienda desinfectar la tusa de maíz, el film grado alimenticio y el mecate de huerta, utilizados para empacar el dulce de panela, así como las bolsas de polipropileno, con las que se empaca la panela granulada, antes de ser empleados como envoltorio.

El almacenamiento y distribución dentro de la planta, se lleva a cabo de la forma siguiente: dulce de panela envuelto en tusa, empacado en tusa envuelto con film grado alimenticio, finalmente esta presentación colocada en cajas de cartón. La panela granulada se almacena en sacos sintéticos, pero si existen pedidos se empacan en bolsas de polipropileno según las distintas presentaciones (una libra, cinco libras y diez libras). En todos estos casos se colocan sobre tarimas de madera.

En las bodegas de almacenamiento las tarimas están separadas de diez a 12 cm sobre el piso, de dos a tres centímetros entre sí, aunque algunas están unidas y a 20 cm de la pared.

Estos distanciamientos difieren lo citado por CAC/RCP (1999), quien asegura que las tarimas deben mantener materias primas, empaques y productos alimenticios a 15 cm sobre el piso y separadas por 50 cm entre sí y de la pared.

Se recomienda brindarle un proceso de limpieza y desinfección a las tarimas cada mes. Para realizar este procedimiento, el encargado debe colocarse lentes, mascarilla, guantes y delantal. Cubrir la panela, maquinaria y utensilios con plástico. Posteriormente sacar las tarimas del área de producción al patio, eliminar con una escoba polvo y demás suciedad adherida a la tarima, recoger la suciedad que se encuentra bajo la tarima con una pala y depositarla en el basurero, finalmente guardar equipo y utensilios utilizados.

La carga y descarga del transporte de los productos alimenticios se lleva a cabo de manera correcta y eficiente.

Estas prácticas coinciden con AIB (2011), quien recomienda que las operaciones de carga y descarga de los vehículos se debe realizar fuera de los lugares de elaboración de estos para evitar la contaminación de los alimentos con gases de combustión.

Se recomienda que cuando los vehículos lleguen a retirar dulce de panela, apaguen sus motores, y se mantengan cerrados los portones o puertas de la bodega, para evitar que los gases del vehículo contaminen los productos alimenticios.

### **7.3. Evaluación de prácticas higiénicas del personal posteriormente a la capacitación en BPM impartida al personal**

El personal recibió una capacitación en buenas prácticas de manufactura (BPM) (Anexo 20).

El desarrollo de la capacitación, permitió a la cooperativa cumplir y coincidir con AIB (2011), quien recomienda que los manipuladores, deben ser previamente capacitados en BPM.

En cuanto a las prácticas higiénicas, los manipuladores de los productos alimenticios se lavan las manos con jabón desinfectante (las mujeres, fuera del área de empaqueo). Poseen un buen aseo de las uñas de sus manos.

Se cumple con RTCA (s. f.), quien presenta que los operarios se deben asear las manos con jabón desinfectante.



El estado de uñas, coincide con Roza Hermida (s. f.), quien recomienda que las uñas deben estar cortas, limpias y sin esmaltes.

Utilización de accesorios, los hombres no utilizan accesorios contaminantes, algunas mujeres utilizan anillos y aretes. El personal evita fumar, escupir, masticar o comer, estornudar o toser, durante el procesamiento de los productos alimenticios.

Utilización de accesorios, los hombres coinciden con EMVASA (2012), quien recomienda no usar anillos, relojes, pulseras o cualquier adorno que tenga contacto con el producto que se manipule. Las mujeres no cumplen con esta recomendación. Comportamientos contaminantes, coinciden con Buzzi (s. f.), quien exhorta evitar fumar, escupir, masticar o comer, estornudar o toser, durante el procesamiento de alimentos.

Los hombres, mantienen su cabello recortado, sin barba ni bigote, aunque un manipulador presentaba barba. Las mujeres, no utilizan cosméticos ni accesorios artificiales de belleza.

Estado de cabello y vello facial, coinciden con AIB (2011), quien recomienda tener pelo, bigote y barba bien recortados. Un hombre no acata esta recomendación. Utilización de cosméticos y accesorios artificiales de belleza, coinciden con RTCA (s. f.), al exhortar no utilizar maquillaje, uñas o pestañas postizas.

La mayor parte de los hombres no utilizan gabacha (Anexo 18), un hombre hacía uso de esta indumentaria. No utilizaban redecilla (uno si la utilizaba correctamente) ni tapaboca, todos los hombres usaban botas de hule (grado alimenticio). Las mujeres no utilizaban gabacha pero sí mandil (delantal), no se colocaban redecilla (una sí, pero incorrectamente, debido a que no se recoge el cabello) (Anexo 19), no usaban tapaboca ni botas de hule (grado alimenticio).

Con respecto al parámetro de la utilización de uniforme completo, difiere de EMVASA (2012), quien recomienda utilizar uniforme y calzado adecuado, cubrecabezas, ropa protectora y mascarilla. Debido a que ningún manipulador emplea la indumentaria completa.

Al llevar a cabo un análisis, la empresa y los manipuladores, no hicieron una recepción adecuada a la capacitación, debido a que no se alcanzó el objetivo que el personal utilizara uniformes completos y adecuados igualmente, que cumplieran efectivamente con los otros parámetros de evaluación de BPM del personal.

#### 7.4. Análisis físico-químico de panela granulada

Resultado del análisis físico-químico de panela granulada previamente a la capacitación (Cuadro 17).

Resultado del análisis físico-químico de panela granulada posteriormente a la capacitación (Cuadro 18).

Comparación entre los datos obtenidos en ambos análisis físico-químicos (previa y posteriormente a la capacitación) de panela granulada (Cuadro 19).

Cuando se observan los resultados de los análisis físico-químicos, se puede determinar que existió una disminución en la presencia de agentes metálicos contaminantes en la panela granulada, posteriormente a la capacitación y puesta en marcha de algunas buenas prácticas de manufactura (BPM), con respecto al personal.

Huanri Pacotaype (2014), en su investigación, determinó la presencia de arsénico (As) en jugo de caña de azúcar, en un promedio de 31.62 ppb ( $0.032 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,  $0.032 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,  $0.000032 \text{ mg}/\text{cm}^3$ ), posteriormente a 19 muestras. En esta investigación, el primer análisis de As resultó una presencia de  $1.1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  ( $1.1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,  $0.0011 \text{ mg}/\text{cm}^3$ ) y en el segundo análisis resultó una presencia de  $0.061 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  ( $0.061 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,  $0.000061 \text{ mg}/\text{cm}^3$ ), es decir existió una disminución de  $1.039 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Estos resultados, son importantes debido a que según CODEX STAN 4- (1981), citado por RTS (s. f.), el límite permitido de As es  $1.0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Esto indica que la panela granulada, presentó una contaminación por As en el primer análisis y en el segundo análisis disminuyó la presencia de este agente contaminante, hasta mantenerse en el límite permitido. Coincidiendo así, con los datos obtenidos por Huanri Pacotaype (2014) ( $0.032 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), en mantener el producto alimenticio sin contaminación. Esta disminución se logró, debido a la aplicación de dosis adecuadas de herbicidas que los productores realizaron para el control de malezas, posteriormente a las charlas y concientización llevadas a cabo durante las entrevistas.

**Cuadro 17.** Análisis físico-químico previamente a la capacitación en buenas prácticas de manufactura (BPM).

<b>Determinación físico-química</b>	<b>Resultado</b>	<b>Método de análisis</b>	<b>Norma RTS 67.06.01:13 Límite permitido</b>	<b>Dictamen</b>
Arsénico mg·kg <sup>-1</sup>	1.1	Absorción atómica. Horno de grafito.	1.0 mg·kg <sup>-1</sup>	No aceptado
Cobre mg·kg <sup>-1</sup>	< 0.08	Método de absorción atómica por llama.	2.0 mg·kg <sup>-1</sup>	Aceptado
Plomo mg·kg <sup>-1</sup>	< 0.002	Absorción atómica. Horno de grafito.	0.5 mg·kg <sup>-1</sup>	Aceptado

Análisis elaborado por: CCCI S.A. de C.V. 2018

**Cuadro 18.** Análisis físico-químico posteriormente a la capacitación en buenas prácticas de manufactura (BPM).

<b>Determinación físico-química</b>	<b>Resultado</b>	<b>Método de análisis</b>	<b>Norma RTS 67.06.01:13 Límite permitido</b>	<b>Dictamen</b>
Arsénico mg·kg <sup>-1</sup>	0.061	Absorción atómica. Horno de grafito.	1.0 mg·kg <sup>-1</sup>	Aceptado
Cobre mg·kg <sup>-1</sup>	< 0.02	Método de absorción atómica por llama.	2.0 mg·kg <sup>-1</sup>	Aceptado
Plomo mg·kg <sup>-1</sup>	< 0.002	Absorción atómica. Horno de grafito.	0.5 mg·kg <sup>-1</sup>	Aceptado

Análisis elaborado por: CCCI S.A. de C.V. 2019

**Cuadro 19.** Comparación análisis físico-químico, previa y posteriormente a la capacitación.

<b>Determinación físico-química</b>	<b>Previamente a la capacitación</b>	<b>Posteriormente a la capacitación</b>	<b>Norma RTS 67.06.01:13</b>
Arsénico mg·kg <sup>-1</sup>	1.1	0.061	1.0 mg·kg <sup>-1</sup>
Cobre mg·kg <sup>-1</sup>	< 0.08	< 0.02	2.0 mg·kg <sup>-1</sup>
Plomo mg·kg <sup>-1</sup>	< 0.002	< 0.002	0.5 mg·kg <sup>-1</sup>

Huanri Pacotaype (2014), en su investigación, determinó la presencia de plomo (Pb) en jugo de caña de azúcar, en un promedio de 424.91 ppb (0.42 mg·kg<sup>-1</sup>, 0.42 mg·L<sup>-1</sup>, 0.00042 mg/cm<sup>3</sup>), posteriormente a 21 muestras. En esta investigación, el primer análisis de Pb resultó una presencia de < 0.002 mg·kg<sup>-1</sup> (< 0.002 mg·L<sup>-1</sup>, < 0.000002 mg/cm<sup>3</sup>) y en el segundo análisis resultó una presencia de < 0.002 mg·kg<sup>-1</sup> (< 0.002 mg·L<sup>-1</sup>, < 0.000002 mg/cm<sup>3</sup>). Según CODEX STAN 4– (1981), citado por RTS (s. f.), el límite permitido de Pb es 0.5 mg·kg<sup>-1</sup>. Es decir, la panela granulada no se contaminó con este agente, coincidiendo de esta forma, con los datos de Huanri Pacotaype (2014) (0.42 mg·kg<sup>-1</sup>), en mantener el producto alimenticio sin contaminación.

Con respecto al cobre (Cu), en el primer análisis resultó una presencia de < 0.08 mg·kg<sup>-1</sup> (< 0.08 mg·L<sup>-1</sup>, < 0.00008 mg/cm<sup>3</sup>) y en el segundo análisis resultó una presencia de < 0.02 mg·kg<sup>-1</sup> (< 0.02 mg·L<sup>-1</sup>, < 0.00002 mg/cm<sup>3</sup>). Estos resultados coinciden con el dato expuesto por CODEX STAN 4– (1981), citado por RTS (s. f.), quien presenta que el límite permitido de Cu es 2.0 mg·kg<sup>-1</sup>.

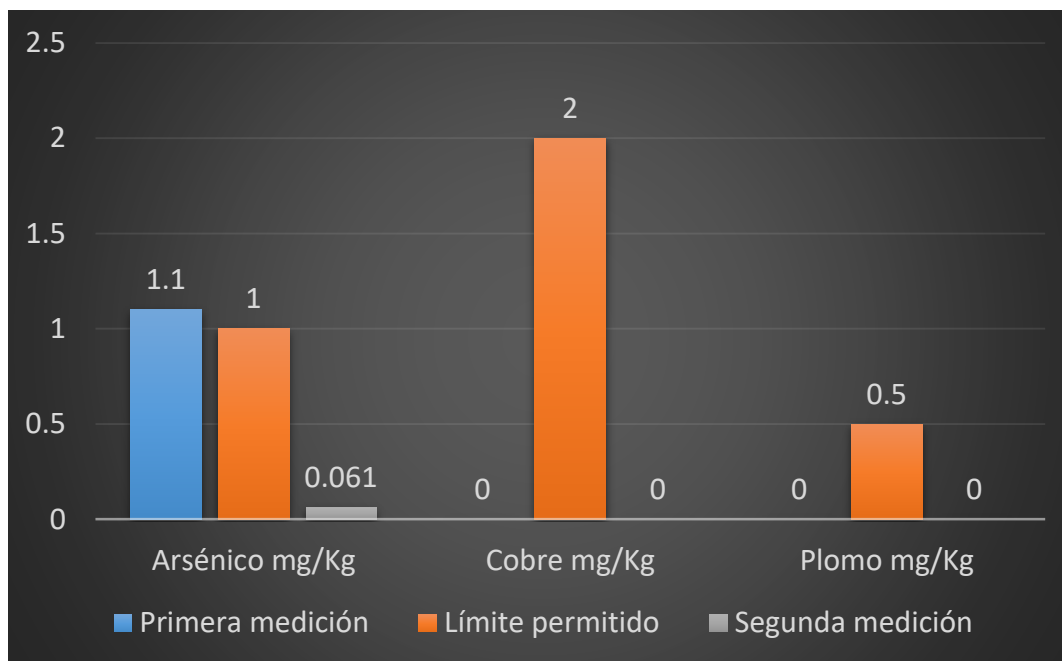
Los resultados de los análisis físico-químicos con respecto al cobre (Cu) y el plomo (Pb), indican que la panela granulada no se contaminó con estos agentes metálicos a niveles críticos, sino que estos se mantuvieron bajo los límites establecidos por el Reglamento Técnico Salvadoreño (RTS).

**Nota:** una parte por millón (ppm) es igual a 1 000 partes por billón (ppb). Una parte por millón (ppm) es igual a 1 mg·kg<sup>-1</sup>. Una parte por millón (ppm) es igual a 1 mg·L<sup>-1</sup> (Boguski 2006).

Considerando que 1 L es equivalente a 1 000 cm<sup>3</sup>.

### 7.5. Presentación gráfica de resultados de los análisis físico-químicos de panela granulada, previa y posteriormente a la capacitación

Resultados de los análisis físico-químicos de panela granulada, previa y posteriormente a la capacitación, reflejando la disminución del arsénico (Fig. 2).



**Figura 2.** Gráfico de resultados de los análisis físico-químicos de panela granulada, previa y posteriormente a la capacitación.

## 8. CONCLUSIONES

1. Se realizó un estudio de buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de la caña de azúcar, y se determinó que los productores preparan el suelo de forma tradicional con animales y maquinaria agrícola, estableciendo distanciamientos de surcos de 0.70 m - 1.67 m. Los esquejes destinados para la siembra son sanos y vigorosos, de seis a diez meses de edad y de variedades resistentes (RD y vara de cuete). Lo cual repercute en mejorar la producción de caña y la obtención de materia prima de primera, para la fabricación de dulce de panela y panela granulada.
2. A nivel general, todos los productores utilizan fertilizantes químicos, como triple 15 y sulfato de amonio, aplicando entre 45 kg N – 126 kg N, y la mayoría de estos, no realizan un análisis de suelo al inicio del ciclo del cultivo. Por tanto, la nutrición del cultivo se hace de forma tradicional. Esto promueve el aumento de los costos de producción, la intoxicación del terreno y disminuye los índices de rentabilidad del cultivo.
3. Llevan a cabo métodos de control manual y químico para la eliminación de malezas. Para el control químico, se emplean herbicidas como: diuron (0.5 L – 3 L), igran (0.5 L), hedonal (3 L) y foram (1.5 L). Se determinó que se utilizan sobredosis en sus aplicaciones, lo que provoca una intoxicación del suelo y riesgos a la salud de los trabajadores.
4. Los productores evalúan la maduración de manera empírica, considerando características como el amarillamiento del cultivo y la edad (12 meses). No utilizan refractómetro. Ningún productor evalúa el grado Brix de la caña.
5. Con respecto al estudio de BPM, en cuanto a las instalaciones físicas, son eficientes en los aspectos siguientes: presentan un tamaño adecuado, pisos lisos y antideslizantes, paredes lisas y sin grietas, construidas de bloque de hormigón y lámina. Los techos están contruidos de lámina y aislante térmico. Las puertas son metálicas y lisas. Lámparas protegidas contra roturas. Sanitarios separados del área de proceso. Y cuentan con ineficiencias en: pendientes inadecuadas y grietas en pisos, paredes con hendiduras (área de procesamiento de panela granulada y parte de lámina del área de empacado del dulce de panela) y en algunos casos sucias. Ventanas sin malla contra insectos, puertas con pliegues en su superficie y lámparas sin protección (área de procesamiento de panela granulada).

6. El personal cumple con las normativas en: aseo de sus manos con agua y jabón, se abstienen de fumar, estornudar o toser durante el procesamiento, afeitan su vello facial, mantienen las uñas de sus manos cortas y limpias, no utilizan maquillaje. Por el contrario, incumplen en: no utilizan uniforme adecuado y completo (algunos utilizan redcilla, tapaboca y botas), utilizan aretes o anillos (unas mujeres). El cumplimiento de las normas evita la contaminación del producto.

7. Se desarrolló el componente de formación del personal en la cooperativa ACOPANELA de R.L., con temas para mejorar la higiene del personal, que eviten la contaminación del producto. Además de promover que dentro de la cooperativa, se iniciara la implementación de BPM del personal, previamente a la entrega del manual de BPM completo, al finalizar la investigación.

8. Se realizaron evaluaciones físico-químicas a la panela granulada, antes y después de la capacitación del personal en BPM, resultando los siguientes datos, en el primer análisis:  $1.1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  As,  $< 0.08 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  Cu,  $< 0.002 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  Pb; y en el segundo análisis:  $0.061 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  As,  $< 0.02 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  Cu,  $< 0.002 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  Pb. Los resultados de los análisis, demostraron que, posteriormente a las entrevistas con los productores y concientización acerca de la utilización de dosis adecuada de herbicidas, el producto mejoró en sus parámetros de calidad e inocuidad.

9. Se diseñó un manual de buenas prácticas agrícolas (BPA), el cual les permitirá a los productores de caña de azúcar, establecer un cultivo de mayor calidad, mejorar la producción, además de disminuir el impacto ambiental (especialmente en la aplicación adecuada de fertilizantes, herbicidas y plaguicidas), que consecuentemente ayude a la cooperativa ACOPANELA de R.L., a mejorar y estandarizar los métodos de producción.

10. Se diseñó un manual de buenas prácticas de manufactura (BPM), que presenta el diseño y características correctas de las instalaciones, soluciones para evitar y controlar plagas, normas higiénicas que debe realizar el personal, y almacenamiento de producto semiterminado y terminado, estos conocimientos y técnicas, permitirán el mejoramiento de la calidad e inocuidad de los productos procesados en la cooperativa.

## 9. RECOMENDACIONES

1. Mantener el manejo de la caña de azúcar con BPA, en el aspecto de preparación del suelo y en la siembra de semilla de buena calidad para asegurar un cultivo más rentable.
2. Realizar un análisis del suelo anual, para bajar los costos de producción y garantizar a la caña los nutrientes que esta necesita.
3. Utilizar dosis y frecuencias adecuadas para la aplicación de herbicidas, contribuyendo a la protección del medio ambiente y evitando riesgos de intoxicación en los trabajadores.
4. Evaluar la maduración de manera técnica, mediante refractómetro. Asegurándose que la caña alcance los 0.95 a 1 grado Brix, promoviendo el rendimiento máximo del cultivo y calidad. Para llevarla a cabo, muestrear varios tallos de caña representativos de las áreas próximas a cosechar, midiendo los grados Brix en el séptimo entrenudo y en el segundo o tercer entrenudo (partiendo del suelo) del tallo, posteriormente dividir el resultado obtenido en la parte superior por el valor obtenido en la base, el coeficiente correcto debe estar entre los datos anteriormente mencionados.
5. Diseñar (en eficiencias) en los pisos, pendientes que evacuen eficientemente el agua, paredes con curva sanitaria en uniones entre ellas y con el piso, paredes y puertas lisas, protección para lámparas. Reparar grietas en los pisos y colocar malla contra insectos en las ventanas de la planta.
6. Proporcionar la indumentaria correcta al personal, evitar el uso de accesorios, mantener comunicación inmediata (por parte del trabajador) con la empresa, con respecto a problemas de salud, que puedan generar contaminación en los productos alimenticios, considerar al operario como incapacitado hasta que sea sometido a tratamiento médico y esté sano.
7. Mantener un programa de capacitaciones continuas en la cooperativa, promoviendo la educación en las distintas áreas de las BPM (personal, instalaciones físicas, control de plagas, almacenamiento y distribución).
8. Realizar una evaluación físico-química (presencia de As, Cu y Pb) a muestras de panela granulada y dulce de panela al inicio de la temporada de procesamiento de estos productos



en la planta, posteriormente a la aplicación de los manuales de BPA y BPM, para asegurar que los productos son inocuos para el consumo humano y exportación.

9. Implementar el manual de BPA con los productores de caña de azúcar que abastecen de dulce de panela y miel virgen (miel de mesa) a la cooperativa.

10. Implementar el manual de BPM en la planta de procesamiento, para obtener una panela granulada y dulce de panela de mejor calidad e inocuidad. La aplicación de este, le permitirá a la cooperativa la adquisición del certificado de exportación a Estados Unidos otorgado por la FDA.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

ACOPANELA de R.L. (Asociación Cooperativa de Producción Agroindustrial, Aprovechamiento, Comercialización, Ahorro y Crédito de Productores de Dulce de Panela del Valle de Jiboa de Responsabilidad Limitada, El Salvador). s. f. ACOPANELA de R.L. Verapaz, San Vicente, El Salvador. La Molienda abr. 2016: 1 – 11. Consultado 15 abr. 2016. Disponible en cooperativa ACOPANELA de R.L.

ACOPANELA de R.L. (Asociación Cooperativa de Producción Agroindustrial, Aprovechamiento, Comercialización, Ahorro y Crédito de Productores de Dulce de Panela del Valle de Jiboa de Responsabilidad Limitada, El Salvador). 2008. Información general de ACOPANELA de R.L. San Vicente, El Salvador, (5 p.). Consultado 31 may. 2016. Disponible en cooperativa ACOPANELA de R.L.

Agrocentro, Guatemala. s. f. Insecticidas. Kung fu 2,5 EC (en línea). Guatemala, (2 p.). Consultado 03 ene. 2019. Disponible en <http://agrocentro.com/wp-content/uploads/2017/11/KUNG-FU-2.5-EC.pdf>

Agudelo Echeverri, G; Hernández Aguilar, A. 1999. Mejoramiento ambiental de los trapiches paneleros en el municipio de Cisneros diagnóstico y propuestas (en línea). Antioquia, Colombia, CORANTIOQUIA. p. 14 – 15. Consultado 01 mar. 2017. Disponible en [http://www.corantioquia.gov.co/ciadic/GESTIÓN%20AMBIENTAL/GA\\_GESTIÓNAMBIENTAL\\_456REG\\_1999.pdf](http://www.corantioquia.gov.co/ciadic/GESTIÓN%20AMBIENTAL/GA_GESTIÓNAMBIENTAL_456REG_1999.pdf)

AIB (Instituto Americano de Cocción, Estados Unidos). 2011. Las normas consolidadas de AIB internacional para inspección. Campos agrícolas (en línea). Kansas, Estados Unidos, p. 1 – 42. Consultado 28 abr. 2017. Disponible en [https://www.aibinternational.com/aibonline\\_/americalatina.aibonline.org/Standards/Ag\\_Crops\\_Spn\\_HB\\_Web.pdf](https://www.aibinternational.com/aibonline_/americalatina.aibonline.org/Standards/Ag_Crops_Spn_HB_Web.pdf)

Aspectos generales del cultivo de la caña de azúcar. s. f. (en línea). San Salvador, El Salvador, p. 1 – 41. Consultado 30 jun. 2016. Disponible en <http://ri.ufg.edu.sv/jspui/bitstream/11592/7668/2/657-A678d-CAPITULO%20I.pdf>

Barragán Rospigliosi, C; Isla Samaniego, J; Juárez Alvarado, M. s. f. Buenas prácticas de manufactura en la industria de alimentos BPM (en línea). Perú, (32 p.). Consultado 20 may. 2016. Disponible en

<http://www.prompex.gob.pe/Miercoles/Portal/MME/descargar.aspx?archivo=64DED269-EB9D-4516-AC8D-4ADFEE087D44.PDF>

Barrera, M. 2008. Ficha de producto de El Salvador hacia el mercado de la Unión Europea. Dulce de panela. Generalidades (en línea). El Salvador, (9 p.). Consultado 12 mar. 2016. Disponible en

[http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2287/1747611312\\_20100618054245.pdf](http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2287/1747611312_20100618054245.pdf)

Bayer CropScience, Guatemala. c2019. Herbicidas. Hedonal 60 SL (en línea). Guatemala, Bayer AG. (1 p.). Consultado 14 dic. 2018. Disponible en

<https://www.bayercropscience-ca.com/Productos/Herbicidas/Hedonal.aspx>

Bayer CropScience, Nicaragua. s. f. Monarca 11.25 SE: dosificación (en línea). Managua, Nicaragua, (2 p.). Consultado 20 ago. 2018. Disponible en

<http://abrasa.com.ni/images/fichas/Monarca%2011.25%20SE.pdf>

Bentivegna, M; Feldman, P; Kaplan, R. s. f. Buenas prácticas agrícolas (BPA) (en línea). Argentina, p. 5 – 6. Consultado 12 mar. 2016. Disponible en

[http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/publicaciones/calidad/BPA/BPA\\_Fruti\\_Horticola\\_boletin.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/publicaciones/calidad/BPA/BPA_Fruti_Horticola_boletin.pdf)

Boguski, TK. 2006. Understanding units of measurement (en línea). 2 ed. Kansas, United States of America, CHSR. p. 1. Consultado 18 oct. 2021. Disponible en

<https://engg.k-state.edu/chsr/outreach/resources/docs/2UnitsofMeasure022508.pdf>

Buzzi, ML. s. f. Buenas prácticas de manufactura (en línea). Santa Fe, Argentina, ASSAL. s. p. Consultado 20 may. 2016. Disponible en

<https://www.assal.gov.ar/assa/documentacion/Presentacion%20Manual%20Buenas%20Practicas%20de%20Manufactura.pdf>

CAC/RCP (Códigos de Prácticas Recomendados, Italia). 1999. Código internacional recomendado de prácticas. Principios generales de higiene de los alimentos (en línea). Roma, Italia, p. 10 – 20, 23 – 37. Consultado 15 abr. 2017. Disponible en

[http://www.fao.org/ag/agn/CDfruits\\_es/others/docs/CAC-RCP1-1969.PDF](http://www.fao.org/ag/agn/CDfruits_es/others/docs/CAC-RCP1-1969.PDF)

Castelmonte Asociados Sac, Perú. s. f. Las BPM en el aseguramiento de la inocuidad de los alimentos (en línea). Lima, Perú, (1 p.). Consultado 13 mar. 2016. Disponible en <http://www.centrocastelmonte.com/las-bpm-y-la-inocuidad-de-los-alimentos.html>

Compañía Nacional de Chocolates, Colombia. s. f. Buenas prácticas agrícolas en el cultivo, beneficio y comercialización de cacao (en línea). 2 ed. Colombia, p. 3 – 5. Consultado 25 may. 2016. Disponible en [https://chocolates.com.co/sites/default/files/usuarios/glondono/cartilla\\_bpa\\_2da\\_ed.pdf](https://chocolates.com.co/sites/default/files/usuarios/glondono/cartilla_bpa_2da_ed.pdf)

De Franco, MA. s. f. Importancia de la calidad y productividad para el sector alimentos y bebidas de El Salvador (en línea). El Salvador, (7 p.). Consultado 11 mar. 2016. Disponible en <https://docplayer.es/18315875-Importancia-de-la-calidad-y-productividad-para-el-sector-alimentos-y-bebidas-de-el-salvador.html>

De León López, MA; Marinero Orantes, SB. 2003. Producción y comercialización de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en los departamentos de San Vicente y La Paz (en línea). Tesis Ing. San Vicente, El Salvador, UES. p. 28. Consultado 7 ago. 2023. Disponible en <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8267/1/Tesis%20De%20Le%C3%B3n%20L%C3%B3pez%20C%20Mauricio%20Antonio%20Marinero%20Orantes%20Selvin%20Benjamin%20completa%20y%20correguida.pdf>

Díaz Ayala, SP; Gracias Serrano, FE; Romero Huevo, CM. 2004. Caracterización del cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en El Salvador (en línea). Tesis Ing. San Salvador, El Salvador, UES. p. 22 – 41. Consultado 14 jun. 2017. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1566/1/13100527.pdf>

DisAgro, Guatemala. s. f. Triple 15 (15–15–15) (en línea). Vers. 2. Guatemala, p. 1. Consultado 14 dic. 2018. Disponible en <http://recintodelpensamiento.com/ComiteCafeteros/HojasSeguridad/Files/Fichas/FT15-15-15Precisagro201477134714.pdf>

EMVASA (Emprendimientos de Mujeres Microempresarias con Valor Agregado y Seguridad Alimentaria, Honduras). 2012. Buenas prácticas de manufactura (en línea). Valle, Honduras, p. 9 – 34. Consultado 25 may. 2016. Disponible en <http://chfhonduras.org/wp-content/uploads/downloads/2013/08/Buenas%20Practicas%20de%20Manufactura.pdf>

FARMAGRO, Perú. s. f. Ficha técnica. Igran 500 FW (en línea). Perú, (2 p.). Consultado 14 dic. 2018. Disponible en [http://www.farmagro.com.pe/media\\_farmagro/uploads/ficha\\_tecnica/igran\\_ficha\\_tecnica.pdf](http://www.farmagro.com.pe/media_farmagro/uploads/ficha_tecnica/igran_ficha_tecnica.pdf)

FEDEPALMA (Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, Costa Rica). 2014. Taller IICA “Innovación productiva en circuitos comerciales orientados a la producción y comercialización de biocombustibles”. Experiencia del gremio palmero colombiano en el desarrollo del biodiésel de palma (en línea). San José, Costa Rica, p. 8. Consultado 04 ago. 2018. Disponible en [http://web.fedepalma.org/media/Presentacion\\_JMD\\_Costa%20Rica\\_Biodiesel\\_opt2.pdf](http://web.fedepalma.org/media/Presentacion_JMD_Costa%20Rica_Biodiesel_opt2.pdf)

FORAGRO, Nicaragua. 2012. Foram 16,5 SL (en línea). Nicaragua, (2 p.). Consultado 14 dic. 2018. Disponible en <http://abrsa.com.ni/images/fichas/Foram%2016%205%20SL.pdf>

FUNDAZUCAR (Fundación del Azúcar, El Salvador). 2015. Guía técnica de buenas prácticas agrícolas del cultivo de caña de azúcar en El Salvador (en línea). El Salvador, p. 12 – 101. Consultado 19 jun. 2017. Disponible en <http://www.consaa.gob.sv/wp-content/uploads/2016/02/Guia-tecnica-de-buenas-practicas-agricolas.pdf>

Hernández P., EY; Cortés G., AE; Rincón C., JA. 1987. La caña panelera. Recomendaciones técnicas para su cultivo (en línea). Venezuela, FONAIAP. s. p. Consultado 04 jul. 2016. Disponible en <http://www.sian.inia.gob.ve/FonaiapDivulga/fd23/texto/cana.htm>

Huanri Pacotaype, JE. 2014. Determinación de plomo y arsénico en jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) por espectroscopia de absorción atómica en Lima Metropolitana (en línea). Tesis Lic. Lima, Perú, UNMSM. p. 79. Consultado 18 oct. 2021. Disponible en

[https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3726/Huanri\\_pj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3726/Huanri_pj.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

IPC (Instituto del Patrimonio Cultural, Venezuela). s. f. Técnicas del proceso de elaboración del papelón (en línea). Caracas, Venezuela, (8 p.). Consultado 25 may. 2016. Disponible en <http://www.panelamonitor.org/media/docrepro/document/files/tecnicas-del-proceso-de-elaboracion-del-papelon.pdf>

IPNI (Instituto Internacional de Nutrición Vegetal, Estados Unidos). s. f. Fuentes de nutrientes específicos. Sulfato de amonio (en línea). Estados Unidos, (1 p.). Consultado 14 dic. 2018. Disponible en [https://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/794F6BDB7E84EA4785257BBA0059C154/\\$FILE/NSS-ES-12.pdf](https://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/794F6BDB7E84EA4785257BBA0059C154/$FILE/NSS-ES-12.pdf)

Maduradores y su comportamiento en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). s. f. (en línea). La Libertad, El Salvador, p. 10 – 13. Consultado 10 ene. 2019. Disponible en <http://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/Fulltext/ADLM0000522/Capitulo%201.pdf>

Manrique E., R; Ramírez D., J; Rangel M., MC; Bayona S., AM. 2008. Buenas prácticas agrícolas para el manejo agronómico de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*), con destino a la producción de panela y otros usos alternativos como el alcohol carburante (en línea). Bogotá, Colombia, PRODUMEDIOS. p. 16 – 38. Consultado 25 jul. 2017. Disponible en <https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/BPA%20Corpoica.pdf>

Marcelo, HD; Aldana Diestra, AM. 2011. Guía técnica. Manejo integrado del cultivo de caña de azúcar (en línea). Perú, UNALM – Agrobanco. p. 4 – 33. Consultado 30 jun. 2016. Disponible en [http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/Cania/MANEJO\\_INTEGRADO\\_DEL\\_CULTIVO\\_DE\\_CANA\\_DE\\_AZUCAR.pdf](http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/Cania/MANEJO_INTEGRADO_DEL_CULTIVO_DE_CANA_DE_AZUCAR.pdf)

MINSAL (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, El Salvador). 2004. Normas técnicas sanitarias para la autorización y control de establecimientos alimentarios (en línea). San Salvador, El Salvador, p. 6, 9. Consultado 30 jul. 2023. Disponible en [https://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/normas/Normas\\_alimentos.pdf](https://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/normas/Normas_alimentos.pdf)

Mosquera, SA; Carrera, JE; Villada, HS. 2003. Variables que afectan la calidad de la panela procesada en el departamento del Cauca (en línea). Cauca, Colombia, p. 21 – 26. Consultado 03 mar. 2017. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es › descarga › articulo>

Osorio Cadavid, G. 2007. Manual técnico. Buenas prácticas agrícolas – BPA – y buenas prácticas de manufactura – BPM – en la producción de caña y panela (en línea). Antioquia, Colombia, CTP Print. p. 29, 34 – 44, 47 – 49, 53, 57 – 74, 97 – 101, 113 – 127. Consultado 25 may. 2016. Disponible en <http://www.fao.org.co/manualpanela.pdf>

Pastor, L. 2012. Unidades de medida (en línea). España, p. 7, 12. Consultado 01 ago. 2018. Disponible en <http://luispastor.es/compartiendo/pdf/unidades-de-medida-by-luis-pastor.pdf>

PRONAGRO (Programa Nacional de Desarrollo Agroalimentario, Honduras). s. f. Dulce de rapadura panela (en línea). Honduras, (2 p.). Consultado 25 may. 2016. Disponible en [https://s3.amazonaws.com/appforest\\_uf/f1550087786276x525362530395138800/PANELA-CANA-DE-AZUCAR-CURVAS.compressed.pdf](https://s3.amazonaws.com/appforest_uf/f1550087786276x525362530395138800/PANELA-CANA-DE-AZUCAR-CURVAS.compressed.pdf)

PROTECIN, México. s. f. Ficha técnica. Ethephon 240 LS (en línea). Baja California, México, (4 p.). Consultado 05 abr. 2022. Disponible en <https://innovacionagricola.com/wp-content/uploads/2016/05/FICHA-TECNICA-ETHEPHON.pdf>

Reyes, A. s. f. Nueva aritmética elemental (en línea). Nuevo León, México, p. 40. Consultado 05 ago. 2018. Disponible en [http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020055082/1020055082\\_004.pdf](http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020055082/1020055082_004.pdf)

RIMAC (Agroquímica Industrial, Costa Rica). s. f. Ficha técnica. RIMAC diuron 80 SC (en línea). Cartago, Costa Rica, (4 p.). Consultado 21 dic. 2018. Disponible en <http://rimacsa.co.cr/wp-content/uploads/2017/08/Rimac-Diuron-80-SC.pdf>

Rozo Hermida, TC. s. f. Manual técnico de buenas prácticas de manufactura (BPM) para el proceso tecnológico de producción de panela (en línea). Tesis Ing. Huila, Colombia, CORHUILA. p. 11 – 30. Consultado 05 mar. 2018. Disponible en

[http://huila.gov.co/documentos/agricultura/CADENAS%20PRODUCTIVAS/Manual\\_BPM\\_PROCESO\\_TECNOLOGICO\\_PRODUCCION\\_DE\\_PANELA\\_2016.pdf](http://huila.gov.co/documentos/agricultura/CADENAS%20PRODUCTIVAS/Manual_BPM_PROCESO_TECNOLOGICO_PRODUCCION_DE_PANELA_2016.pdf)

RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano, Guatemala). s. f. Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales (en línea). Guatemala, p. 4 – 18. Consultado 01 abr. 2017. Disponible en [http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/rtca/rtca\\_67\\_01\\_3306\\_bebidas\\_procesadas\\_buenas\\_practicas.pdf](http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/rtca/rtca_67_01_3306_bebidas_procesadas_buenas_practicas.pdf)

RTS (Reglamento Técnico Salvadoreño). s. f. Fortificación de alimentos. Especificaciones. (Azúcar, sal, harina de maíz, nixtamalizado y pastas alimenticias) (en línea). San Salvador, El Salvador, p. 4. Consultado 18 feb. 2019. Disponible en [http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/textos/regulamentos/SLV\\_180.pdf](http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/textos/regulamentos/SLV_180.pdf)

Sandoval, G; Valverde, N. 1999. Tecnologías agroindustriales de la panela (en línea). Ecuador, p. 2 – 9. Consultado 01 mar. 2017. Disponible en <http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/tecnologias-agroindustriales-panela.pdf>

Serna Rivera, LF; López García, SD. 2010. Actualización del manual del laboratorio de análisis de alimentos del programa de tecnología química de la Universidad Tecnológica de Pereira (en línea). Tesis Tnlgo. Risaralda, Colombia, UTP. p. 19. Consultado 10 ago. 2016. Disponible en <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/1824/66407S486.pdf;jsessionid=70705D6E24A3D0CE05D2BAF6C220684C?sequence=1>

Syngenta, Colombia. s. f. Fusilade 2000 (en línea). Bogotá, D.C., Colombia, (6 p.). Consultado 05 abr. 2022. Disponible en [http://www.agroganaderodelcauca.com/Documents/Fichas/syngenta/CO-FUSILADE%202000-Rev\[1\].pdf](http://www.agroganaderodelcauca.com/Documents/Fichas/syngenta/CO-FUSILADE%202000-Rev[1].pdf)

Syngenta, Panamá. s. f. Karate zeon 2.5 CS (en línea). Ciudad de Panamá, Panamá, (6 p.). Consultado 03 ene. 2019. Disponible en [https://www.syngenta.com.pa/sites/g/files/kgtney1181/files/media/document/2017/11/20/pa-karate\\_zeon\\_2.pdf](https://www.syngenta.com.pa/sites/g/files/kgtney1181/files/media/document/2017/11/20/pa-karate_zeon_2.pdf)



Umpire López, A. 2009. Proyecto de cooperación UE – Perú. Buenas prácticas agrícolas (BPA) (en línea). Perú, s. p. Consultado 11 mar. 2016. Disponible en [https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio\\_exterior/Sites/ueperu/consultora/docs\\_taller/talleres\\_2/11.pdf](https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/Sites/ueperu/consultora/docs_taller/talleres_2/11.pdf)

Universidad Nacional de Colombia. c2014. Análisis físico–químico (en línea). Bogotá, D.C., Colombia, (1 p.). Consultado 09 ago. 2016. Disponible en <http://www.icta.unal.edu.co/index.php/ct-menu-item-12/analisis-icta/ct-menu-item-13>

Vargas Acosta, J. s. f. Programa de madurante: comportamiento y análisis de 8 zafras en Central Azucarera Tempisque, S.A. CATSA. Guanacaste. Costa Rica (en línea). Guanacaste, Costa Rica, (16 p.). Consultado 09 ene. 2019. Disponible en <http://www.catsa.net/wordpress/wp-content/uploads/2014/07/Agricola-Programa-de-Madurante-Comportamiento-y-analisis-8-zafras-CATSA-Costa-Rica.pdf>

Villegas T., F; Arcila A., J. 1995. Uso de madurantes (en línea). Cali, Colombia, CENICAÑA. p. 322. Consultado 05 abr. 2022. Disponible en [https://www.cenicana.org/pdf\\_privado/documentos\\_no\\_seriados/libro\\_el\\_cultivo\\_cana/libro\\_p315-335.pdf](https://www.cenicana.org/pdf_privado/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p315-335.pdf)

# 11. ANEXOS



**Anexo 1.** Entrevista con don Luis Zepeda para recolección de datos de BPA.



**Anexo 2.** Entrevista con don Mario Amaya para recolección de datos de BPA.



**Anexo 3.** Entrevista con don Francisco Ramírez para recolección de datos de BPA.



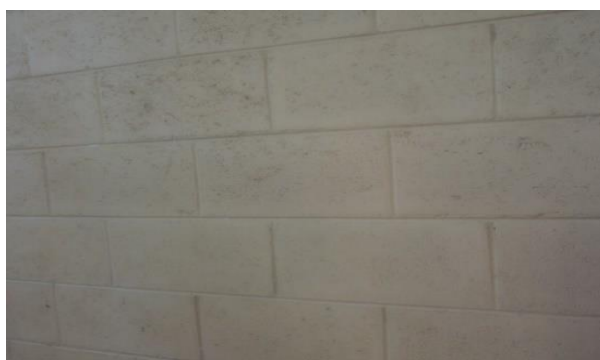
**Anexo 4.** Entrevista con don Edgardo Amaya para recolección de datos de BPA.



**Anexo 5.** Pisos agrietados en área de procesamiento de panela granulada.



**Anexo 6.** Charcos de agua en los pisos del área de procesamiento de panela granulada.



**Anexo 7.** Presencia de sisas en paredes interiores del área de procesamiento de panela granulada.



**Anexo 8.** Techo con aislante térmico para aislar el calor y mantener la temperatura en el área de empaqueo del dulce de panela.



**Anexo 9.** Lámpara sin protección contra rotura, suciedad e insectos en área de procesamiento de panela granulada.



**Anexo 10.** Lámpara con protección en área de empaqueo del dulce de panela.



**Anexo 11.** Ubicación de sanitarios para el personal (hombres y mujeres) de la planta de procesamiento.



**Anexo 12.** Tachos para cocido y evaporación de agua de la miel.



**Anexo 13.** Pilas o bandejas de enfriamiento de miel para bajar su temperatura y granularla.



**Anexo 14.** Cajas de cartón en bodega con dulce de panela listo para su comercialización.



**Anexo 15.** Operario realizando tamizado de panela granulada y utilizando uniforme, previamente a la capacitación.



**Anexo 16.** Operaria empacando dulce de panela sin utilizar uniforme, previamente a la capacitación.



**Anexo 17.** Manipulador en el molino del área de procesamiento de panela granulada que utiliza redecilla y cubreboca, previamente a la capacitación.



**Anexo 18.** Manipuladores no utilizan uniforme, solamente botas de hule, posteriormente a la capacitación, durante el empaclado de panela granulada.



**Anexo 19.** Manipulador utilizando redecilla y mandil, posteriormente a la capacitación en el área de empaclado del dulce de panela.





## Anexo 20. Capacitación en BPM del personal a manipuladores de dulce de panela y panela granulada.

## Anexo 21. Manual de buenas prácticas agrícolas (BPA) para la cooperativa ACOPANELA de R.L.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA) PARA LA COOPERATIVA ACOPANELA DE R.L.

ELABORADO POR:

BR. WALTER ALEXANDER CASTRO SERRANO

BR. VÍCTOR AMÍLCAR MENDOZA LARA

DOCENTES ASESORES:

ING. AGR. M. Sc. JOSÉ ISIDRO VARGAS CAÑAS

ING. AGR. M. Sc. WILBER SAMUEL ESCOTO UMAÑA

SAN VICENTE, 14 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

### Definición de las BPA

Las buenas prácticas agrícolas son un conjunto de normas, principios y recomendaciones técnicas aplicadas a las diversas etapas de la producción agrícola, que incorporan el manejo integrado de plagas – MIP – y el manejo integrado del cultivo – MIC –, cuyo objetivo es ofrecer un producto de elevada calidad e inocuidad con un mínimo impacto ambiental, con bienestar y seguridad para el consumidor y los trabajadores, que permita proporcionar un marco de agricultura sustentable, documentado y evaluable. En general, las BPA se basan en tres principios: la obtención de productos sanos que no representen riesgos para la salud de los consumidores, la protección del medio ambiente y el bienestar de los agricultores.

Para la implementación de un programa de BPA es importante el conocimiento previo de las acciones o líneas que rigen este sistema de calidad, como son: el medio ambiente, la sanidad e inocuidad de los productos, su trazabilidad por medio de registros, y la seguridad para los trabajadores y consumidores. Deben tenerse en cuenta, además, otros temas como el agua, el suelo, el empaque, el transporte y la manipulación.

### Glosario

**Agronivel:** es un instrumento utilizado para el trazo de curvas a nivel o desnivel, y es muy útil para el buen manejo del suelo y prevenir la erosión en terrenos con pendientes.

**Calibración:** es un proceso que certifica si la medida obtenida por un instrumento es compatible con lo esperado y que es apto para su uso, con el fin de evitar desviaciones en los procesos de análisis y reducir costos.

**Certificación:** es el procedimiento mediante el cual un organismo brinda una garantía por escrito que un producto, proceso o servicio, está conforme a los requisitos especificados.

**MIC (manejo integrado del cultivo):** es un enfoque holístico que toma medidas para optimizar el crecimiento de los cultivos y maximiza la producción a corto y mediano plazo. Incluye la rotación de cultivos, elección de variedades, fertilización, salud del suelo y gestión del agua.

**MIP (manejo integrado de plagas):** consiste en las consideraciones técnicas disponibles para combatir las plagas y las medidas apropiadas para disminuir sus poblaciones.

**Productos fitosanitarios:** son mezclas químicas que contienen una o varias sustancias activas y otros ingredientes, cuyo objetivo es proteger los vegetales y sus productos, de organismos nocivos.

**Propender:** inclinarse o tender a algo.

**Soca:** en el cultivo de caña de azúcar, hace referencia al corte posterior de cada ciclo del cultivo, es decir un cultivo sembrado por primera vez, que no ha sido cortado, se le denomina plantilla, y posteriormente a este, se denomina soca.

**Topografía:** es la ciencia que determina las dimensiones y el contorno (características tridimensionales) de la superficie de la tierra, a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones.

**Trazabilidad:** serie de procedimientos que permiten seguir la evolución de un producto en cada una de sus etapas.

### Ventajas de la adopción de las BPA

Mejorar las condiciones higiénicas del producto.

Prevenir y minimizar el rechazo del producto en el mercado debido a residuos tóxicos o características inadecuadas en sabor o aspecto para el consumidor.

Minimizar las fuentes de contaminación de los productos, en la medida en que se implementen normas de higiene durante la producción y recolección de la cosecha.

Abre posibilidades de exportar a mercados exigentes (mejores oportunidades y precios). En el futuro próximo, probablemente se transforme en una exigencia para acceder a dichos mercados.

Obtención de nueva y mejor información de su propio negocio, merced a los sistemas de registros que se deben implementar (certificación) y que se pueden cruzar con información económica. De este forma, el productor comprende mejor su negocio, lo cual lo habilita para tomar mejores decisiones.

Mejora la gestión (administración y control de personal, insumos, instalaciones, etc.) de la finca (empresa) en términos productivos y económicos, y aumentar la competitividad de la empresa por reducción de costos (menores pérdidas de insumos, horas de trabajo, tiempos muertos, etc.).

Se reduce la cadena comercial (menos intermediarios) al habilitar la entrada directa a supermercados, empresas exportadoras, etc.

El personal de la empresa se compromete más con ella, porque aumenta la productividad gracias a la especialización y dignificación del trabajo agropecuario.

Mejora la imagen del producto y de la empresa ante sus compradores (oportunidades de nuevos negocios) y, por agregación, mejora la imagen del propio país.

Desde el punto de vista de las comunidades locales rurales, las BPA representan un recurso de inclusión en los mercados, tanto locales como regionales o internacionales. Así mismo, constituyen una excelente oportunidad para demostrarse a sí mismas y a otras comunidades semejantes que se pueden integrar con éxito al tiempo que mejoran su calidad de vida y su autoestima, sin dejar de lado sus valores culturales.

#### Filosofía de las BPA

El concepto de BPA implica:

**Protección del ambiente:** se minimiza la aplicación de agroquímicos y su uso y manejo son adecuados, por tanto, no se contaminan suelos y aguas y se cuida la biodiversidad.

**Bienestar y seguridad de los trabajadores:** esto se logra mediante capacitación, cuidado de los aspectos laborales y de la salud (prevención de accidentes, de enfermedades gastrointestinales, higiene) y buenas condiciones en los lugares de trabajo.

**Alimentos sanos:** los alimentos producidos le dan garantía al consumidor, porque son sanos y aptos para el consumo por estar libres de contaminantes (residuos de pesticidas, metales pesados, tierra, piedras, hongos).

**Organización y participación de la comunidad:** los procesos de gestión son participativos, ayudan al empoderamiento y a la construcción de tejido social y fortalecen el uso de los recursos en busca de los procesos de sostenibilidad.

#### Componentes BPA

**Semillas:** se debe fomentar el uso de variedades y especies comerciales resistentes o tolerantes a plagas y enfermedades importantes desde el punto de vista económico, con vistas a un uso racional de agroquímicos e insumos. Igualmente, se debe fomentar una adecuada selección de semillas entre los productores y utilizar especies adaptables a la zona de cultivo.

**Historia y manejo del establecimiento:** se debe conocer la historia del terreno y su uso actual, al igual que de los terrenos vecinos, para identificar ventajas y riesgos para el cultivo. Así mismo los lotes o unidades productivas, de manera que se defina el número o nombre del lote, la variedad y el número de plantas o animales. Es de gran valor establecer un sistema básico de planificación de la producción y un sistema de monitoreo y evaluación.

**Manejo de suelos y sustratos:** las técnicas de cultivo más recomendadas, encaminadas a reducir la posibilidad de erosión y compactación del suelo, son la labranza mínima y la protección de pendientes. Además, se debe mantener el suelo limpio de residuos no orgánicos. En cualquier caso, es recomendable utilizar distancias de siembra adecuadas con plantas sanas, y asegurarse de disponer de un análisis de suelos antes de proceder a establecer el cultivo.

Los cultivos se han de plantar donde haya más fertilidad y menos problemas de malezas (arvenses) o inundaciones. Pero también hay que fomentar la rotación de cultivos en la unidad productiva para evitar la esterilización y los desbalances químicos del suelo con sustancias.

**Uso de fertilizantes:** hay que asegurarse de que la aplicación de fertilizantes esté basada en los requerimientos nutricionales del cultivo con base en un análisis de suelo, para mantener su fertilidad por medio de un uso racional de los recursos y los insumos y evitar la contaminación de aguas y suelos.

Para optimizar los beneficios y minimizar la pérdida de nutrientes, se debe determinar el momento de aplicación del fertilizante. Hay que llevar un registro de la existencia de fertilizantes en la unidad productiva. Se debe verificar que estos declaren su composición química (sobre el empaque o botella), y estén registrados oficialmente.

El almacenamiento de los fertilizantes debe cumplir con los criterios de seguridad: estar separados de los pesticidas y, donde no sea posible, separarlos por un espacio de aire y etiquetados; que estén en un área cubierta, limpia y seca, y aislados del piso para evitar que se humedezcan. No se deben mezclar en un mismo espacio con alimentos, productos frescos o productos terminados, como tampoco se deben guardar en los sitios de residencia.

**Riego:** es vital realizar acciones que propendan por la protección del recurso hídrico, garantizar que no haya acceso de animales domésticos a la fuente de agua y no aplicar agroquímicos y fertilizantes cerca de ella.

Se debe utilizar un sistema de riego eficiente y económicamente viable para asegurar un adecuado manejo del recurso hídrico. De igual forma, se recomienda el monitoreo del agua de riego por medio de análisis que permitan demostrar su calidad y pertinencia para regar cultivos, y realizar acciones correctivas en caso de resultados adversos.

**Protección de cultivos:** se deben aplicar técnicas reconocidas de manejo integrado de plagas – MIP – y usar productos selectivos que sean específicos para la maleza, la enfermedad o la plaga objetivo, los cuales tienen un mínimo efecto sobre los organismos benéficos, la vida acuática, la capa de ozono y los consumidores. Para la implementación del MIP es indispensable el reconocimiento de los tipos de plagas, enfermedades y malezas que existen en la zona, con el fin de elegir los cultivos que se adapten a esas condiciones y realizar los monitoreos y evaluaciones de signos y síntomas de plagas y enfermedades que permitan tomar decisiones que involucren diferentes alternativas para el respectivo examen, donde el control químico no sea la única opción viable de verificación.

Los trabajadores deben recibir entrenamiento en el manejo de equipos y la aplicación de pesticidas, de igual forma, usar ropa de protección adecuada para disminuir los riesgos de salud y seguridad.

Es vital asegurarse de que antes de realizar una aplicación, conozcan el producto que van a utilizar; no se deben hacer autoformulaciones. Cada aplicación está acompañada por instrucciones claras o símbolos donde se detalla la labor y la dosificación química y técnica requerida. El equipo de aplicación se debe mantener en buena condición realizando calibraciones y mantenimientos periódicos. Se deben llevar registros de todas las labores realizadas en el proceso productivo, incluyendo poscosecha y comercialización, de tal manera que se pueda trazar el producto.

**Salud, seguridad y bienestar:** hay que fomentar condiciones de trabajo seguras y saludables para los trabajadores, implementando programas de capacitación sobre primeros auxilios, normas de higiene, procedimientos para accidentes y emergencias y entrenamiento para los que operan equipamiento complejo o peligroso. En este sentido, se recomienda mantener un registro de entrenamiento para cada trabajador.

Los trabajadores que realizan aplicaciones de productos fitosanitarios en la parcela deben recibir controles anuales de salud, los cuales estarán de acuerdo con las pautas establecidas por los códigos salud locales.

#### Aspectos agronómicos del cultivo de la caña

##### Labores de adecuación y preparación del suelo

La adecuación del suelo comprende principalmente labores de planificación de los lotes de caña, definición de sus dimensiones y construcción de acequias y caminos para movilizar la caña cortada. Su importancia radica en la contribución al incremento de la productividad y conservación del suelo, mediante el mejoramiento del sistema de producción del cultivo.

##### Eliminación del rastrojo

Consiste en cortar los arbustos y materiales vegetales presentes en el lote, que después se recogen en pilas. Como en la mayoría de los casos, el resultado es un material abundante y altamente leñoso; una BPA es escoger el que sirva de leña para el horno y compostar la cantidad restante. Una BPA para plantar la caña es roturar únicamente el surco donde se va a sembrar (labranza mínima), como se recomienda en zonas de ladera.

##### Preparación manual con azadón

Este método se emplea cuando se van a renovar socas viejas y no es posible el uso de maquinaria. Consiste en arrancar las socas viejas con pica y luego roturar el sitio donde se va a colocar la semilla. Cuando se trata de lotes que provienen de otros cultivos, la labor se reduce a abrir la zanja y el hoyo donde se deposita la semilla.

##### Surcado

El surco de siembra requiere una profundidad de 20 a 30 cm y su ancho de 30 cm. Esta BPA favorece el buen desarrollo del sistema radicular, porque le da a la planta mejor anclaje y exploración de nutrientes; esta labor se realiza manualmente con pica y azadón. El trazado de los surcos se debe hacer en curvas a nivel, utilizando el agrónivel; con esta BPA se evita la erosión y se conserva la fertilidad del suelo al disminuir la pérdida de nutrientes por lavado.

##### Selección de semillas y semilleros

La caña es una planta altamente heterocigótica, que en condiciones normales no produce semilla verdadera, razón por la cual hay que propagarla mediante trozos de tallo o estacas, desde una yema hasta el tallo entero, dichas estacas reciben el nombre de semilla.

Una BPA es una adecuada selección de semillas. Al momento de seleccionarlas debe tenerse en cuenta que reúnan las siguientes características:

Libre de plagas y enfermedades

Estado nutricional adecuado

Edad de corte entre ocho a diez meses y de 50 cm, que contengan entre dos a tres yemas por estaca

Semilla libre de mezcla con otras variedades

Yemas funcionales

Para obtener semilla de buena calidad se deben establecer semilleros en lotes dedicados exclusivamente a este fin y que reciban un manejo tal que permita garantizar la calidad del material obtenido. Una BPA en semilleros recomienda como máximo tres cortes de semilla para evitar problemas de propagación de insectos plaga y enfermedades.

El establecimiento de todo semillero debe responder a las necesidades de la plantación en cuanto al área que se va a renovar anualmente y la época de siembra; una hectárea de semillero proporciona semilla para una plantación de diez hectáreas.

La época de siembra del cultivo comercial determina la época de siembra de establecimiento del semillero para obtener la semilla en el momento oportuno y asegurar su alta producción y calidad. Los lotes asignados para los semilleros se deben escoger entre los mejores de la finca en cuanto a condiciones físicas y químicas del suelo, drenaje, disponibilidad de agua y ubicación con respecto a las áreas de renovación.

El semillero se debe montar de ocho a diez meses antes de establecer el cultivo comercial, y dos meses antes del trasplante se deben empezar las actividades de adecuación de terreno para el establecimiento de la plantación.

Para la obtención de la semilla se utiliza todo el tallo, una vez eliminada la raíz y el cogollo; una BPA es desinfectar el machete (con soluciones de yodo, cloro o amonio cuaternario) después de cada corte.

#### Siembra de la caña

El sistema de siembra de la caña panelera depende del grado de tecnología que se utilice; sin embargo, esa tecnología suele estar limitada por la topografía del terreno. Para cultivos mecanizados, la distancia de siembra se ha establecido en 1.50 m. En zonas de ladera, se emplean los sistemas mateado y a chorrillo. En zonas planas o ligeramente onduladas, a chorrillo.

El sistema de siembra de caña panelera está limitado por la topografía del terreno. Investigaciones realizadas por el ICA y Corpoica sobre métodos de siembra, con preparación manual utilizando el azadón y la pica, señalan que, entre el sistema a chorrillo y el mateado, el primero presentó los mejores resultados en producción de caña, con distancias de 1.40 a 1.50 m entre surcos. El mateado, con distancias entre 1 y 1.30 m entre surcos, y de 25 a 50 cm entre plantas, con uno y dos esquejes por sitio, respectivamente, y en suelos con buena estructura, permite obtener rendimientos muy similares a los del sistema a chorrillo. Sin embargo, la falta de agua en la época de siembra, la desigualdad en el crecimiento de los tallos (primarios, secundarios y terciarios) y el mayor riesgo de vuelco hacen que el sistema de mateado sea menos eficaz que el chorrillo.

#### Resiembra regenerativa

La resiembra regenerativa consiste en rehabilitar calvas o espacios perdidos de terreno donde, por múltiples factores, las cepas y los retoños han desaparecido por muerte o deterioro, lo cual ha traído como consecuencia un decrecimiento en la producción y en la rentabilidad del cultivo. Esta práctica, se debe realizar corte tras corte con el propósito de mantener entre 110 y 125 mil tallos por hectárea.

#### Yemas pregerminadas para resiembra directa

Consiste en pregerminar yemas en terrazas o germinadores utilizando un sustrato en relación 3:1:0.5 de arena, tierra y materia orgánica, respectivamente. Cuando las plántulas alcanzan el vigor deseado se llevan al sitio definitivo donde se realiza un ahoyado con barretón y se siembra teniendo el cuidado de no dañar las raíces. Se planea dos meses antes de la realización del corte y no requiere movilizar el sustrato.

En condiciones adecuadas de humedad de campo, reporta prendimientos superiores al 97%. En comparación con los métodos anteriores ofrece ventajas como:

Disminución hasta del 60% de los costos de manejo y transporte del material de resiembra.

Facilidad operativa en el transporte de las plántulas al lote de resiembra.

Reutilización de los viveros o germinadores.

Mejor planeación y oportunidad en la época de resiembra.

Selección de plántulas con buen vigor y estado sanitario.

Uniformidad del material de resiembra.

Garantía en la pureza de la variedad.

Fácil implementación y bajos costos.

#### Renovación de cultivos de caña con variedades mejoradas

Esta labor se recomienda cuando las cepas están muy viejas, ocho y diez años con buen manejo, y los rendimientos en caña y panela son muy bajos (menores de 60 t/ha en caña). La renovación debe hacerse mediante siembras escalonadas en lotes pequeños de la finca, de acuerdo al área y los recursos disponibles; se puede planear la renovación de toda la finca en varios años, de manera que no se afecte la productividad, por lo que se recomienda una renovación del 10 al 20% anual.

#### Hojas de registro

Las hojas de registro se utilizan para detallar y controlar las aplicaciones de fertilizantes, herbicidas y plaguicidas al cultivo.

Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria Paracentral Departamento de Ciencias Agronómicas Ingeniería Agroindustrial	
	
Hoja de registro: Fertilización	
Fecha de aplicación:	_____
Nombre del fertilizante:	_____
Contenido de nutrientes (%):	_____
Cantidad aplicada:	_____

Fuente: FUNDAZUCAR 2015

Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria Paracentral Departamento de Ciencias Agronómicas Ingeniería Agroindustrial	
	
Hoja de registro: Plaguicidas	
Fecha de aplicación:	_____
Hora de aplicación:	_____
Nombre del plaguicida:	_____
Plaga a controlar:	_____
Dosis:	_____
Equipo usado:	_____

Fuente: FUNDAZUCAR 2015

#### Bibliografía

FUNDAZUCAR (Fundación del Azúcar, El Salvador). 2015. Guía técnica de buenas prácticas agrícolas del cultivo de la caña de azúcar en El Salvador (en línea). El Salvador. p. 26, 37. Consultado 19 jun. 2017. Disponible en <https://www.consaa.gob.sv/wp-content/uploads/2016/02/Guia-tecnica-de-buenas-practicas-agricolas.pdf>

Osorio Cadavid, G. 2007. Manual técnico. Buenas prácticas agrícolas – BPA – y buenas prácticas de manufactura – BPM – en la producción de caña y panela. Antioquia, Colombia, CTP Print. p. 24 – 27, 43 – 45, 47, 49, 51 – 52. Consultado 25 may. 2016. Disponible en [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/18313/43120\\_50541.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/18313/43120_50541.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## Anexo 22. Manual de buenas prácticas de manufactura (BPM) para la cooperativa ACOPANELA de R.L.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



### MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM) PARA LA COOPERATIVA ACOPANELA DE R.L.

ELABORADO POR:

BR. WALTER ALEXANDER CASTRO SERRANO

BR. VÍCTOR AMÍLCAR MENDOZA LARA

DOCENTES ASESORES:

ING. AGR. M. Sc. JOSÉ ISIDRO VARGAS CAÑAS

ING. AGR. M. Sc. WILBER SAMUEL ESCOTO UMAÑA

SAN VICENTE, 14 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

#### Introducción

Las buenas prácticas de manufactura (BPM) son una parte integral de la inocuidad de alimentos y deben ser cumplidas por las empresas dedicadas a su procesamiento. Las instalaciones deben estar diseñadas y construidas, con el objetivo de promover la obtención de productos sanos y de calidad. Los equipos y utensilios deben ser de acero inoxidable. El personal, es otro de los aspectos que incluyen las BPM, las debidas capacitaciones, aplicación de las prácticas higiénicas y el control de su salud, son importantes para el cumplimiento integral de estas directrices. El tipo de vestimenta y equipo será diferente para cada industria y es responsabilidad de cada organización determinar la que se amolde a sus necesidades.

Aplicar las BPM en el procesamiento de alimentos, le garantiza a la empresa que sus productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos de contaminación.

Se debe disponer de instalaciones adecuadas para servicios sanitarios y lavado de manos, áreas designadas para comer y beber, vestideros y áreas para primeros auxilios, las instalaciones deberán cumplir con las normativas descritas en el Reglamento Técnico Centroamericano para la elaboración de alimentos y bebidas procesados.

#### Requisitos generales

Todo el personal ha sido informado y capacitado en temas de calidad e inocuidad, medidas a tomar si se encuentran mal de salud, ubicación de la clínica asistencial y su funcionamiento, política sobre ingreso de alimentos a la planta, así mismo de la ubicación de sanitarios y lavado correcto de manos, este último es de suma importancia y todo el personal está obligado a cumplirlo tal y como está establecido en los pictogramas que se encuentran dentro de las instalaciones.

#### Glosario

Para fines de mayor comprensión del manual se han establecido las siguientes definiciones:

**Agua potable:** se refiere al agua con cantidades permitidas de contaminantes que no representen riesgos a la salud humana, utilizada para labores agrícolas y procesamiento. Según lo define la Organización Mundial de la Salud (OMS).

**Alimento:** toda sustancia procesada, semiprocada o no procesada, que se destina para la ingesta humana, incluidas las bebidas, el chicle y cualquier otra sustancia que se utilice en la elaboración, preparación o tratamiento del mismo.

**Área de proceso:** toda zona o lugar donde el alimento se somete a cualquiera de sus fases de elaboración.

**Azúcar:** edulcorante calórico natural, denominado químicamente sacarosa, obtenido por extracción, purificación y cristalización a partir de caña de azúcar o de remolacha azucarera.

**Contaminación:** la introducción o presencia de un contaminante en los alimentos o en su entorno.

**Cosecha:** recolección manual o mecánica de los productos vegetales en el campo.

**Desinfección:** es la reducción del número de microorganismos presentes en las superficies de edificios, instalaciones, maquinarias, utensilios y equipos, mediante tratamientos químicos o métodos físicos adecuados, hasta un nivel que no constituyan riesgo de contaminación para los alimentos que se elaboren.

**Desinfectante:** agente químico capaz de destruir microorganismos nocivos que pueden causar infección o evitar su desarrollo.

**Inocuidad de los alimentos:** la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que se destinan.

**Insumos:** todo aquel material que es usado en el proceso de producción de vegetales y su transformación posterior.

**Limpieza:** la eliminación de tierra, residuos de alimentos, suciedad, grasa u otros materias objetables.

**Manipulador de alimentos:** toda persona que manipule directamente materia prima, insumos, alimentos envasados o no envasados, equipo y utensilios utilizados para los alimentos o superficies que entren en contacto con los alimentos y que se espera, por tanto, cumpla con los requerimientos de higiene de los alimentos.

**Peligro:** un agente biológico, químico o físico presente en el alimento, o bien la condición en que este se encuentre, que pueda causar un efecto adverso para la salud.

**Plaga:** cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales y/o elaboración y conservación de alimentos.

**RTCA:** Reglamento Técnico Centroamericano.

#### Instalaciones para higiene y baños para el personal

Según la legislación salvadoreña del reglamento general sobre seguridad e higiene en los centros de trabajo, establece en el artículo N° 40: en todo centro de trabajo habrá un inodoro por lo menos; y uno más por cada 50 hombres o fracción mayor de 25, en establecimientos de 100 trabajadores o menos. En establecimientos con más de 100 trabajadores, habrá uno por cada 70 o fracción mayor de 35.

Equipos de las instalaciones sanitarias de la cooperativa ACOPANELA (cuadro 1).

Cuadro 1. Equipos en las instalaciones sanitarias de la cooperativa ACOPANELA de R.L.

Instalaciones sanitarias	Cantidad
Inodoros	2
Lavamanos	3

El equipo que se encuentra en las instalaciones sanitarias utilizadas para el aseo personal son: lavamanos, dispensador de toallas desechables, dispensadores de jabón antibacterial, alcohol sanitizante, basurero de pedal, urinarios y pictogramas que describen el lavado correcto de las manos, según la OMS (Organización Mundial de la Salud).

Los sanitarios están ubicados de acuerdo a la afluencia de personal en las zonas de la planta, cabe destacar que estos están diseñados para facilitar su limpieza, tienen espacio suficiente, las puertas permanecen cerradas, para evitar que estos mismos, no tengan contacto con ningún área del proceso productivo, embalaje o almacenamiento del producto.

#### Ropa de trabajo y ropa de protección

En el caso de los empleados que en periodo de producción están asignados a las áreas de procesamiento y bodega de producto terminado, quienes entran en contacto directo con el alimento, estos deben usar su uniforme asignado propio para poder desempeñarse en esta área, los uniformes utilizados en esta áreas no poseen botones ni bolsillos por encima del nivel de la cintura, asimismo deben presentarse con uniforme completo, limpio, que no esté roto ni desgarrado de ningún lado, también se les asignan zapatos elaborados en material no absorbente, al personal se le exige el uso de cofias, zapatillas y mascarillas, el uso de estos implementos asegura que no se dé ninguna clase de contaminación física o biológica de parte de los operarios hacia el alimento.

#### Estado de salud

A los operarios que trabajan en áreas de procesamiento y bodega se les realiza exámenes generales de heces y orina cada seis meses para asegurar el buen estado de salud de los manipuladores, en el caso de que estos tengan resultados positivos de microorganismos patógenos se les dará el tratamiento necesario para eliminar estos parásitos y el respectivo seguimiento médico por parte de la unidad de salud correspondiente a la zona.

#### Enfermedades y lesiones

Si el personal se presenta a laborar con signos de enfermedades contagiosas, se debe presentar a la clínica asistencial, ya sea por decisión propia o por órdenes de sus superiores, en la clínica se evaluará si el operario está apto para seguir laborando o es necesario que se retire y se declara incapacitado.

El personal que sufra alguna clase de heridas o quemaduras no debe entrar en áreas críticas como la sala de envasado. Si presenta enfermedades o lesiones cutáneas, estas deben ser tratadas inmediatamente por el personal de la clínica asistencial, previniendo de esta manera que el operario sea una fuente de contaminación para el alimento.

La empresa deberá estipular que se reporten obligatoriamente condiciones de salud personal anormales o cualquier situación que tenga relación con enfermedades transmisibles por alimentos. Entre estas se encuentran:

Ictericia  
Diarrea  
Vómitos  
Fiebre  
Dolor de garganta con fiebre  
Lesiones de la piel visiblemente infectadas (furúnculos, cortes, etc.)  
Secresión de oídos, ojos o nariz

#### Limpeza personal

Es necesario que el personal conozca la forma adecuada para lavarse las manos, tomando como ejemplo, el caso del Ingenio Jiboa, S.A. de C.V., del municipio de San Vicente, departamento de San Vicente, se implanta el sistema creado por la OMS (Organización Mundial de la Salud), en la página número 9, del manual técnico de referencia para la higiene de manos. A continuación, se mencionan los pasos a seguir (Fig. 1):



Figura 1. Correcto lavado de manos

#### Comportamiento del personal

Dentro de la empresa se han establecido normas de comportamiento, las cuales tienen que ser cumplidas para garantizar la inocuidad y la calidad del producto, el personal que no cumpla con estas normas puede ser acreedor de una amonestación:

Prohibido fumar  
Prohibido escupir  
Prohibido ingresar alimentos al área de procesamiento  
Prohibido el uso de joyería en áreas de proceso y almacenamiento (anillos, relojes, pulseras, aretes o cadenas)  
No usar esmalte en uñas, no uñas o pestañas postizas, en el caso del personal femenino de fábrica

#### Capacitaciones

La cooperativa ACOPANELA de R.L., garantizará por medio de un programa de capacitación que el personal sea entrenado en buenas prácticas de manufactura, y temas relacionados con la inocuidad alimentaria; con el objetivo de que el mismo comprenda las implicaciones de las regulaciones de higiene establecidas y la disciplina sanitaria de la empresa.

El personal de nuevo ingreso recibirá el entrenamiento necesario para atender sus funciones en forma responsable.

#### Almacenamiento de materia prima y producto terminado

La cooperativa ACOPANELA de R.L., debe almacenar el jugo (materia prima) en recipientes limpios, hechos de material duradero y lavable, como el plástico o el metal (acero inoxidable), mantenerse en un espacio limpio y seco, el cual impida la acumulación de material en desuso, para evitar ser atrayentes de cualquier tipo de plagas.

Para el almacenamiento del producto terminado, se deberán formar estibas en las bodegas bajo condiciones de almacenamiento higiénicas, normalmente aceptadas en la industria azucarera, las cuales consisten en colocar los sacos de producto sobre carpetas plásticas, protegiendo con la misma carpeta las primeras dos líneas; así también, empleando plataformas de madera y/o tarimas de madera, procurando dejar pasillos de inspección perimetrales.

Las condiciones de almacenamiento y distribución de los productos terminados son adecuadas e idóneas para la naturaleza de estos, protegiendo su vida útil y su seguridad.

#### Programa de control de plagas

La cooperativa ACOPANELA de R.L., deberá mantener dentro de sus operaciones, un programa de control de plagas, con el fin de prevenir el ingreso y, controlar o exterminar las plagas rastreras y voladoras que podrían afectar las instalaciones de la planta y almacenes de producto terminado de la empresa.

La empresa deberá designar a un responsable del programa, debidamente entrenado y capacitado para tal fin, y disponer de los servicios de un proveedor externo para realizar el control de plagas, con requisitos y frecuencias estipuladas. En el programa de control de plagas, también se establecen los aditamentos, productos y los métodos que se emplean.

#### Iluminación

La iluminación debe ser idónea en todas las áreas de proceso y bodega de producto terminado:

540 lux (50 candelas/pie<sup>2</sup>) en todos los puntos de inspección;  
220 lux (20 candelas/pie<sup>2</sup>) en áreas de elaboración;  
110 lux (10 candelas/pie<sup>2</sup>) en otras áreas del establecimiento. Según el RTCA

La empresa asegurará el cumplimiento de los niveles correctos de iluminación, garantizando el buen funcionamiento de todas las luminarias localizadas en las diferentes áreas de proceso de la empresa.

En la zona de alto riesgo sanitario, las lámparas están ubicadas de manera que previenen la contaminación del producto por cualquier suciedad, evitando que se encuentren encima de los equipos de proceso durante las etapas de empaquetado de panela granulada.

Los bombillos o tubos fluorescentes de las lámparas están protegidos por pantallas o rejillas para prevenir los riesgos de contaminación por vidrios en el producto expuesto.

Los cables de las instalaciones eléctricas de las lámparas están debidamente fijados a una superficie y recubiertos con tubos aislantes. Las estructuras colgantes o de sostén y las propias de las lámparas, así como, los protectores de las mismas se mantienen limpios.

#### Ventilación

El área de procesamiento deberá tener un sistema de ventilación adecuado para puestos de trabajo. En las áreas de alto riesgo sanitario y sus alrededores el flujo de aire debe circular de las áreas limpias hacia las áreas sucias y nunca en sentido contrario. En las áreas donde se tiene ventilación natural o forzada por medio de ventiladores mecánicos o extractores de aire, se procede a la limpieza de estos (RTCA 2010).

#### Pisos y paredes

Las paredes de la planta deben ser de superficies lisas y estar pintadas de color blanco grado alimenticio y con pintura epóxica que facilite su limpieza, esto con el fin de evidenciar cuando las superficies se ensucian y así proceder a su limpieza, así mismo estas deben tener uniones entre paredes y pisos cóncavos (curva sanitaria) para evitar acumulaciones de suciedad. Los pisos no deben tener grietas, deben estar contruidos de un material fácil de limpiar y con su respectivo drenaje. La entrada de la planta debe contar con un pediluvio para la desinfección del calzado, con una concentración de 200 ppm, la solución sanitizante del pediluvio debe ser cambiada cada día (RTCA 2010).

#### Techos

Los techos deben ser fáciles de limpiar y estar hechos de un material resistente a los procesos de limpieza, implementados por los operarios, e impermeable, como lo son las láminas de metal (RTCA 2010).

#### Comité de seguridad y salud ocupacional

En la cooperativa se debe formalizar un comité de seguridad y salud ocupacional, que se encargue de gestionar los equipos necesarios de protección, promover simulacros ante catástrofes naturales (sismos) e incendios, y velar por el estado de salud del personal. Este comité debe estar establecido según las leyes dictadas por el Ministerio de Trabajo de El Salvador.

Para prevención de incendios, la planta debe contar con detectores de humo y extintores. En el caso de la salud del personal, debe existir un botiquín que contenga vendas, algodón, desinfectantes y antisépticos (agua oxigenada, alcohol), esparadrapo, gasas estériles, tijeras, pinzas y guantes. No debe contener medicamentos.

#### Bibliografía

Mora Alvarado, D. 2005. Evolución de las guías microbiológicas de la OMS para evaluar la calidad del agua para consumo humano 1984-2004 (en línea). Costa Rica, AyA. p. (16). Consultado 20 ago. 2023. Disponible en

<https://www.bvs.sa.cr/ambiente/textos/ambiente26.pdf>

OMS (Organización Mundial de la Salud, Suiza). 2009. Manual técnico de referencia para la higiene de las manos (en línea). España, p. 9. Consultado: 20 ago. 2023. Disponible en [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/102537/WHO\\_IER\\_PSP\\_2009.02\\_spa.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/102537/WHO_IER_PSP_2009.02_spa.pdf)

RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano, Guatemala). 2010. Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales (en línea). Guatemala, p. 4 - 18. Consultado 01 abr. 2017. Disponible en

[http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/rtca/rtca\\_67\\_01\\_3306\\_bebidas\\_procesadas\\_buenas\\_practicas.pdf](http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/rtca/rtca_67_01_3306_bebidas_procesadas_buenas_practicas.pdf)