

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**MEJORA DE LA CALIDAD Y EFICIENCIA EN LA UNIDAD PRODUCTORA DE
PANELA EN EL DEPARTAMENTO DE LEMPIRA**

POR:

JOSE EDGARDO MEJIA

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

LICENCIADO EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C. A.

DICIEMBRE, 2013

**MEJORA DE LA CALIDAD Y EFICIENCIA EN LA UNIDAD PRODUCTORA DE
PANELA EN EL DEPARTAMENTO DE LEMPIRA**

POR:

JOSE EDGARDO MEJÍA.

M. Sc. JHUNIOR ABRAHAM MARCIA

Asesor(a) Principal

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

LICENCIADO EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2013

DEDICATORIA

A nuestro creador del universo JESUCRISTO, por fortalecerme y guiarme en el camino del bien, por darme la sabiduría necesaria para culminar una etapa más en mi vida.

A mis padres: Abelino Alvarado y Blanca Lidia Mejía, por haberme dado la vida y el apoyo necesario en cada momento que lo necesite.

A mis hermanos: Carlos, Ramón, Emerson, Carolina, Brenda, Lesbia y Lety, por darme ánimos para continuar con el proceso de formación profesional y a mis demás familiares que de una u otra manera contribuyeron, para lograr una de mis metas.

A mis tíos: Oscar Guifarro, Gladis Osorio, Eloísa Mejía, José Guifarro. Al igual que a mi mamita Trinidad Amparo Mejía. Por todo el apoyo brindado.

A mis sobrinos (as): Erick, Douglas, Ashley, María, Jean y Fabricio, han sido mi mayor motivo de superación.

A MI ALMA MATER “UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA (UNA)”, Por haberme dado la oportunidad de estudiar y haberme forjado en la trilogía (Estudio, Trabajo y Disciplina).

AGRADECIMIENTO

A JEOVA nuestro DIOS, por haberme permitido nacer y haberme guiado todos estos días de mi vida.

A mis padres, por su gran sacrificio y por darme uno de los mejores regalos que se le puede dar a un hijo: la educación ¡GRACIAS POR TODO MIS VIEJITOS!.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA, por todo el conocimiento brindado en toda mi carrera profesional, M. Sc. Eleazar Turcios y al Ph. D. Marlon Escoto por haber abierto un espacio en esta universidad y a si cumplir uno de mis sueños.

A LA AGENCIA INTERNACIONAL DE CAPACITACIÓN TÉCNICA USAID ACCESO, por haber permitido realizar la Práctica Profesional Supervisada en su prestigiosa institución, Ing. Ali Valdivia, Ing. Moro Espinoza, Ing. Rene, Ing. Thompson y Ing. Erick Meza por sus consejos, capacitaciones y ayuda en lo que ellos pudieron.

A MIS ASESORES: M. Sc. Jhunion Abraham Marcia y el Lic. Juan Andoni Castillo, por el apoyo brindado en el desarrollo de este trabajo.

A MIS AMIGOS: Alejandra Isaula, Emerson Colindres, Bessy Ramírez, Alejandro Matute, Suany Valladares, Martin Benítez, Roger Moncada, Fernando Rodríguez, Denis Lobo, Paola

Palma, Erika Aguiriano, Hugo Martínez, Enrique Sánchez, Yeny Serrato, Débora Mejía, Keysi Díaz. Por todo lo bien que se han portado con migo.

A MIS COMPAÑEROS DE CARRERA Y HABITACION: Emerson Colindres, Ernesto Zelaya, Habib Alemán, Wilson Rodríguez, Fernando Díaz, Alejandra Isaula, Dania Bustillo, Marcela Calderón, Ximena Calderón, Claudia Escobar, Skarleth Turcios, Keysi Díaz, Débora Mejía, Daniela Medina, Daniela Moncada, Fernando Rodríguez, Denis Lobo, Wilmer Díaz, Francisco Sánchez, Luis Salgado y Hugo Martínez. Por todas las tristezas y alegrías vividas duran te cuatro lagos años.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. General.....	2
2.2. Específicos.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. Antecedentes de investigación.....	3
3.2. Componentes de la caña de azúcar	3
3.3. La glucosa.....	4
3.4. Estado de maduración de la caña.....	4
3.5. Maduración óptima de la caña panelera	4
3.6. Edad de corte de la caña según la altura en msnm	5
3.7. Rendimiento en la molienda	5
3.8. Descripción de la panela.....	5
3.9. Reacción o presencia de acrilamidas en el proceso de deshidratación del jugo de caña de azúcar.....	6
3.9.1. Formación de acrilamida en panela	6
3.9.2. La producción de panela	6
3.9.3. La producción de panela en Honduras	6
3.9.4. Batido de la miel.....	7
3.9.5. Punto de panela.....	7
3.9.6. Usos de la panela	7

3.9.7. Vida útil del dulce de panela	7
3.9.8. Contexto gastronómico.....	8
3.9.9. La producción nacional	8
3.9.10. Beneficios nutricionales del dulce de panela.....	8
3.9.11. Componentes nutricionales de la panela	8
IV. MATERIALES Y METODOS	9
4.1. Introducción.....	9
4.2. Materiales y equipo	9
4.3. Metodología.....	10
4.3.1. Diseño de la muestra	10
4.3.2. Matriz de Componentes de la Caña.....	11
4.3.3. Desarrollo por el Método de Eliminación Tradicional	11
4.3.4. Por eliminación Gauss-Jordán	13
4.3.5. Localización del proyecto.....	14
4.3.6. Síntesis de la cosmo visión de la comunidad de arcamon.....	15
4.3.7. Que representa la panela para la aldea de Arcamon?	15
4.3.8. Cultura alimentaria	15
4.3.9. Origen de la panela	16
4.3.10. Descripción del proceso de panela	16
4.3.11. Jugo de caña	16
4.3.12. Proceso de extracción del jugo	16
4.3.13. Proceso de filtrado.....	17
4.3.16.2. Balance de materia.....	18
4.3.16.3. Cinética de secado.....	19
4.3.16.4. Como calcular índice de maduración de la caña	19
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
5.1. Nivel de la Investigación	21
5.2. Diseño de la investigación.....	21
5.3. Grupos Focales	21
5.4. Fórmula para calcular el número de población a encuestar.....	21
5.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22

5.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	23
VI. CONCLUSIONES	34
VII. RECOMENDACIONES	35
VIII. FUENTE BIBLIOGRÁFICA	36
9.1. Material de Apoyo.....	37
IX. ANEXOS	39

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Componentes del jugo de caña de azúcar.....	4
Cuadro 2. Tres formulaciones utilizadas y tres componentes cada una.Cuadro	11
Cuadro 3. Muestra los grados brix del jugo de caña de azúcar muestreada en campo.	24
Cuadro 4. Muestra el tiempo y temperatura de cocción del jugo de caña en cada una de las corridas realizadas.	25
Cuadro 5. Índice de madurez de la caña en campo segunda formulación.	26
Cuadro 6. Muestra el tiempo y temperatura de cocción del jugo de caña en cada corrida segunda formulación.....	27
Cuadro 7. Muestreo de sacarosa en campo tercer formulacion.....	28
Cuadro 8. Muestra el tiempo de cocción y temperature de la panela tercer formulación..	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la investigación	14
Figura 2. Refractómetro de campo utilizado para medir la madurez de la caña	20
Figura 3. Grafico que muestra el porcentaje de la población que consume panela y la que prefiere azúcar blanca.....	29
Figura 4. Grafico que representa la frecuencia de consumo de panela de caña de azúcar. 30	
Figura 5. Grafico que muestra el porcentaje de la población que está de acuerdo que se mejore el color de la panela.....	31
Figura 6. Gráfico de las formas de preferencia de la panela.	31
Figura 7. Gráfico que muestra porque la población de Arcamón consume panela.	32
Figura 8. Grafico muestra las diferentes formas y porcentajes de uso de la panela.	33

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Para: Jóvenes	40
Anexo 2. Para: Adultos	42
Anexo 3. Para: Adultos Mayores	44
Anexo 4. Diagrama de flujo in situ para la elaboración de dulce de panela.....	46
Anexo 5. Diagrama de flujo mejorado para producir dulce de panela.....	47
Anexo 6. Etiqueta para colocar en el empaque del dulce de panela.	48
Anexo 7. Resumen del flujo de proceso de azúcar morena.....	49

Mejía JE. 2013. Mejora de la Calidad y Eficiencia en la Unidad Productora de Panela en el Departamento de Lempira. Tesis Lic. En Tecnología Alimentaria, Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras.

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la planta procesadora de panela CAFELSA, ubicada en la aldea de Arcamon, San Marcos de Caiquín, Lempira en conjunto con la Agencia Internacional de Estados Unidos USAID ACCESO. Inicialmente se realizó un estudio de productores de panela en la zona con la finalidad de ver procesos utilizados en la elaboración del producto, se tomaron 20 muestras para hacer análisis de madurez en la caña por cada lote de producción, para disminuir el margen de error y obtener muestras aceptables. De acuerdo al porcentaje de sacarosa obtenido siendo de un 22%. Posteriormente se realizó el corte de la caña y llevada al ingenio, para su respectivo proceso y obtener el producto final dulce de panela. Se trabajaron 3 formulaciones diferentes con 5 réplicas de cada una, haciendo un muestreo total de 15 repeticiones, las primeras 5 réplicas se llevaron a una temperatura de 117°C (244°F), las siguientes a temperatura 122°C (248°F) y las últimas 5 fueron llevadas a temperatura 125°C (256°F) con un porcentaje de madurez de la caña al 0.93% que está dentro del rango de (0.85 a 1%), la mejor temperatura fue de 125°C y un tiempo de cocción de 3:00 h. Se aplicaron tres tipos de encuestas a los diferentes grupos segmentados, para saber que significa el dulce de panela para el grupo étnico Lenca de esa zona, formas de preferencia y frecuencia de consumo, según el datos obtenidos se determinó que el 91% de los pobladores consumen panela todos los días y declaran que consumir panela es más saludable que el azúcar blanca y el resto de la población solo consumen azúcar. Se impartieron capacitaciones de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) al personal y socios de la cooperativa.

Palabras Claves: madurez de la caña, temperatura, tiempo de cocción, porcentaje de sacarosa

I. INTRODUCCIÓN

La panela es otro tipo de azúcar o azúcar integral, conocida también como raspadura o chancaca. Es un edulcorante moldeado nutritivo por sus minerales y vitaminas, de color café claro de sabor dulce y aroma característico, obtenido de la concentración del jugo de caña (Quezada, 2007).

El índice de madurez, el cual se halla con el uso del refractómetro de campo, se toma muestras de jugo en el sexto o séptimo entrenudo del tercio superior (Brix terminal) y del tercio inferior (Brix basal) y divido el brix terminal con el brix basal, para determinar el estado de madurez de la caña así: (FUNACH-ASCAPAM, 2002). Este jugo es utilizado para la elaboración de dulce de panela y así mismo identificar en que etapas del proceso se está fallando ya que está afectando la calidad del producto final.

Se utilizara un cronometro digital y un termómetro de aluminio identificar el tiempo y temperatura que requiere el jugo de caña para su cocción y esté listo para ser moldeado y obtener como producto final dulce de panela.

La variedad de caña juega un papel importante en la elaboración del dulce de panela, ya que cada variedad de caña posee diferente porcentaje de componentes y de allí depende si requiere más o menor tiempo de cocción.

II. OBJETIVOS

2.1. General

- ✓ Estudiar los factores que intervienen en la eficiencia de la unidad productora y calidad de la panela.

2.2. Específicos

- ✓ Calcular la madurez óptima de la caña de azúcar en campo.
- ✓ Determinar la temperatura (°C) y tiempo de cocción óptimo para obtener panela de calidad.
- ✓ Mejora de la calidad e inocuidad y color del dulce de panela (de caña de azúcar).

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Antecedentes de investigación

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) pertenece a la familia de las Gramíneas al igual que el sorgo y el maíz. Los tallos de esta hierba gigante (2m a 5m) almacenan un jugo rico en sacarosa. La sacarosa es elaborada por la caña durante el proceso de fotosíntesis. La caña de azúcar tendría sus orígenes en la Nueva Guinea, de donde se extiende luego a Asia del Sureste y la India. Más tarde, la caña se expande en Chile y en el mundo árabe antiguo. Gracias al comercio, la caña entra en Europa para ser cultivada en Sicilia y en España. Cristóbal Colón la introduce en América durante su segundo viaje (1493). La caña de azúcar encuentra en América Latina un clima tropical favorable que permite el inicio de la producción de panela (Flores, 2005).

Su nombre se debe al acto de panificar el jugo de caña, deshidratándolo y solidificándolo en paneles rectangulares o moldes de diferentes formas. Para producir la panela, el jugo de caña de azúcar es evaporado a altas temperaturas hasta formar una melaza bastante densa, luego se pasa a unos moldes en forma de cubo donde se deja secar hasta que se solidifica o cuaja (Chavarría, 2010).

3.2. Componentes de la caña de azúcar

Las proporciones de los componentes varían de acuerdo con la variedad de la caña, edad, madurez, clima, suelo, método de cultivo, abonos, lluvias, riegos, etc.

Sin embargo, valores de referencia general pueden ser: (Cascante, 2004).

Cuadro 1. Componentes del jugo de caña de azúcar.

Agua	Sacarosa	Fibra
73 - 76 %	8 - 15 %	11 - 16 %

Fuente: Cascante 2005

3.3. La glucosa

La Glucosa es un componente normal de la Caña de Azúcar en cualquier fase de desarrollo de la planta, encontrándosele en el jugo en mayor o menor cantidad. La Fructosa se encuentra en mayores concentraciones en cañas que aún no alcanzan su madurez fisiológica y disminuye conforme este estado avanza y la planta madura (Aguirre, *s. f.*).

3.4. Estado de maduración de la caña

Si se desea producir panela se deben seleccionar cañas maduras, con alto contenido de sacarosa. Pero si se desea producir miel se recomienda emplear cañas inmaduras o sobre maduras, con alto contenido de azúcares reductores, para disminuir su cristalización (Prada, 2002).

3.5. Maduración óptima de la caña panelera

Los máximos rendimientos se obtienen cuando se hace el corte de caña, está madura, la edad y las condiciones físicas como la altura sobre el nivel del mar y la temperatura cumplen una función fundamental en su sazón. La sacarosa se sintetiza en la caña de abajo hacia arriba y su contenido aumenta con el tiempo hasta alcanzar su óptimo de madurez. Una vez madura la caña inicia el proceso de inversión (desdoblamiento) de la sacarosa a glucosa y fructuosa (azúcares reductores), la madurez se alcanza cuando tanto en la base del tallo, como en la parte terminal del mismo se alcanza una concentración de azúcares igual o semejante, la cual se expresa en Grados Brix (Corantioquia, *s. f.*).

3.6. Edad de corte de la caña según la altura en msnm

La edad de corte está influida, además de la variedad, por la altura sobre el nivel del mar, que define la temperatura del lugar: a más baja altura, la temperatura se eleva y el periodo vegetativo se reduce; por su parte, al aumentar la altura, baja la temperatura y se alarga el periodo vegetativo. Se ha establecido que de 0 a 600 m.s.n.m., la caña madura entre 10 y 12 meses; de 600 a 1,200 madura entre 12 y 15 meses y de 1,200 a 1,600 m.s.n.m., alcanza su maduración entre 14 y 18 meses (García, *et al*, 2007).

3.7. Rendimiento en la molienda

La calidad se reconoce en el momento de la molienda por la cantidad de azúcar recuperable o rendimiento que se obtiene por tonelada de caña molida, lo cual depende de características como: (1) alto contenido de sacarosa, (2) bajo contenido de materiales extraños, (3) bajo contenido de sólidos solubles diferentes de la sacarosa y (4) bajos niveles de fibra (Larrahondo, 1995).

3.8. Descripción de la panela

La Panela es considerada el azúcar más puro; ya que se obtiene de la evaporación de los jugos de la caña y la consiguiente cristalización de la sacarosa, la misma que contiene minerales y vitaminas. Al no sufrir ningún refinado, ni centrifugado, ni otro tipo de procedimiento químico obtenemos un alimento, que a diferencia del azúcar blanco, conserva todos los nutrientes de la caña de azúcar (Flores, 2005).

La panela se diferencia del azúcar blanco y rubio, además de su apariencia física, en su composición química por contener no solo sacarosa, sino también glucosa y fructosa y diversos minerales, grasas, compuestos proteicos y vitaminas, lo cual hace a la panela más rica que el azúcar desde el punto de vista nutricional (Rodríguez, *et al*, 2004).

3.9. Reacción o presencia de acrilamidas en el proceso de deshidratación del jugo de caña de azúcar

3.9.1. Formación de acrilamida en panela

La AA se puede formar a temperaturas inferiores o cercanas a los 100°C, las cuales son frecuentes en procesos de deshidratación siendo la temperatura uno de los precursores de su formación. La temperatura máxima que se puede alcanzar en el proceso de elaboración de la panela es aproximadamente 125°C, por lo cual el posible mecanismo de formación de AA es el de vía directa en presencia de asparagina (Prosperidad para Todos, *et al*, 2011).

3.9.2. La producción de panela

La producción de panela es una de las agroindustrias rurales de mayor tradición en América Latina y el Caribe. En contraste a la industria azucarera, la producción de panela se realiza en pequeñas explotaciones campesinas mediante procesos artesanales en los que prevalece una alta intensidad de trabajo familiar y aún muy bajas tasas de introducción de tecnologías mecanizadas o de alta intensidad de capital (Rodríguez, 2001, *citado por* Rodríguez *et al*, 2004).

3.9.3. La producción de panela en Honduras

En Honduras la producción de dulce de panela continua siendo artesanal, ya que ha sido tradicionalmente un producto de consumo relacionado a la gastronomía típica, demandado especialmente en la época navideña y de verano para la elaboración de dulces típicos (Chavarría, 2010).

3.9.4. Batido de la miel

Batido: en esta etapa se agitan las mieles, una vez han alcanzado el punto de miel y han sido sacadas de las tinas de cocción, con el propósito de cambiarle la textura y estructura y hacerles perder su capacidad de adherencia. Al incorporarles aire a las mieles, los cristales de sacarosa crecen, adquieren porosidad y la panela cuando se enfría adquiere su característica de sólido compacto.

3.9.5. Punto de panela

El CIMPA ha encontrado que la temperatura de las mieles varía entre 116 y 122°C para panela moldeada en gaveras y entre 122 y 126°C para panela redonda moldeada con "coco". Lo anterior se cumple para lugares con altura sobre el nivel del mar superior a 1,000 metros (FUNACH-ASCAPAM, 2002).

3.9.6. Usos de la panela

La Panela se puede utilizar en la preparación de: Bebidas refrescantes; Bebidas calientes; Salsa para carnes y repostería; conservas de frutas y verduras; edulcorar jugos; tortas, bizcochos, galletas y postres; y mermeladas (Barrera, 2008).

3.9.7. Vida útil del dulce de panela

La panela es un producto perecedero de larga duración, debe almacenarse en ambientes frescos, sin humedad y sin exceso de calor su tiempo aproximado es de 7 meses en condiciones normales y controladas con una humedad relativa del 15% y una temperatura de 10 grados centígrados (Molina, *et al*, 2004).

3.9.8. Contexto gastronómico

Forma parte de la canasta básica, de habitantes de los países productores, especialmente de las personas que forman parte del estrato económico bajo y tienen menos capacidad de adquisición y la panela se caracteriza por ser un alimento nutritivo de bajo costo adquisitivo.

3.9.9. La producción nacional

Estadísticas de COMTRADE reflejan que Honduras exportó un total de 39,828.2 toneladas en el 2007 de “azúcar de caña en bruto sin adición de aromatizantes ni saborizantes” entre los cuales se incluye el dulce de panela (Chavarría, 2010).

3.9.10. Beneficios nutricionales del dulce de panela

Este producto es base de la dieta alimenticia de la mayoría de los hogares pues se usa para el desarrollo de niños en etapas de crecimiento, ancianos o deportistas, pues el alto costo de los energizantes no les permite adquirirlos (Molina, *et al*, 2004).

3.9.11. Componentes nutricionales de la panela

Los principales componentes nutricionales de la panela son los azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa), las vitaminas (A, algunas del complejo B, C, D y E) y los minerales (Potasio, Calcio, Fosforo, Magnesio, Hierro, Cobre, Zinc y Manganeso) (Molina, *et al*, 2004).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Introducción

El trabajo consistió en un análisis descriptivo de todo el proceso de deshidratación del jugo de caña, hasta llevarlo a una mayor concentración de la sacarosa presente y convertirse en dulce de panela; donde se aplicó la importancia de la psicometría en los alimentos mediante cálculo de ecuaciones, entre ellas entalpías que permitieron evaluar los componentes del aire, vapor de agua y el aire seco. Específicamente se estandarizaron las condiciones de elaboración del dulce de panela y eficiencia de trabajo del deshidratador, así como la estandarización de la formulación del proceso de preparación del dulce de panela desde la etapa artesanal a la escala industrial, haciendo uso de variables; como análisis proximal, análisis sensoriales, calidad e inocuidad de alimentos, para esta investigación se utilizaron tres formulaciones diferentes, haciendo cinco réplicas de cada una para disminuir el error, utilizando como constantes; agua, sacarosa y fibra.

4.2. Materiales y equipo

Equipo:

- | | |
|----------------------------|--------------------------------|
| ❖ Molino | Moldes |
| ❖ Evaporadores | Mesas para colocar el producto |
| ❖ Canoa para batir la miel | Motor |
| ❖ Paleta para batir miel | |

Materiales:

- | | |
|---------------------------|-----------------------------------|
| ❖ Papel bond tamaño carta | Espátulas y cuchillos limpiadores |
| ❖ Lápices | Descachazador |
| ❖ Calculadora | Calabazo |
| ❖ Refractómetro | Filtro |
| ❖ Cronometro digital | Traspasadores de jugo |
| ❖ Termómetro digital | |

4.3. Metodología

4.3.1. Diseño de la muestra

Se fundamentó en la elaboración de una matriz de tres componentes (agua, sacarosa y fibra) y tres variables porcentuales en la estandarización de una fórmula para elaborar dulce de panela. Se obtiene como modelo de proyección de resultado el uso de algebra lineal, mediante el procedimiento de eliminación tradicional y Gauss-Jordán. Para obtener la cantidad de la muestra a utilizar de una forma precisa, promoviendo la utilización de cinco replicas en cada formula a utilizada en la matriz de 3x3 durante el proceso.

- a) **Formulaciones a utilizarse:** trabajo con tres formulaciones diferentes tomando como base tres componentes (agua, sacarosa y fibra).

4.3.2. Matriz de Componentes de la Caña

Cuadro 2. Tres formulaciones utilizadas y tres componentes cada una.

Agua (X)	Sacarosa (Y)	Fibra (Z)	Masa total (MT)
73%	14%	13%	MT
75%	15%	10%	MT
76%	12%	12%	MT

4.3.3. Desarrollo por el Método de Eliminación Tradicional

$$\mathbf{R1} \implies 73\mathbf{X} + 14\mathbf{Y} + 13\mathbf{Z} = \mathbf{MT}$$

$$\mathbf{R2} \implies 75\mathbf{X} + 15\mathbf{Y} + 10\mathbf{Z} = \mathbf{MT}$$

$$\mathbf{R3} \implies 76\mathbf{X} + 12\mathbf{Y} + 12\mathbf{Z} = \mathbf{MT}$$

En primer lugar se busca combinar los renglones (R1, R2 y R3) para dar como resultado el R4 y R5.

Combinar: R1 y R3 = R4

Se elimina la Z, multiplicando la parte de arriba por -12 y la abajo por 13

$$(-12) \quad (73\mathbf{X} + 14\mathbf{Y} + 13\mathbf{Z} = \mathbf{MT}) \implies -876\mathbf{X} - 168\mathbf{Y} - 156\mathbf{Z} = -12 \mathbf{MT}$$

$$(13) \quad (76\mathbf{X} + 12\mathbf{Y} + 12\mathbf{Z} = \mathbf{MT}) \implies \underline{988\mathbf{X} + 156\mathbf{Y} + 156\mathbf{Z} = 13 \mathbf{MT}}$$

$$112\mathbf{X} - 12\mathbf{Y} + 0\mathbf{Z} = \mathbf{MT}$$

$$\mathbf{R4} \implies 112\mathbf{X} - 12\mathbf{Y} = \mathbf{MT}$$

Combinar: R1 y R2 = R5

Se elimina la Z, multiplicando por -10 el R1 y por 13 el R3.

$$(-10)(73X + 14Y + 13Z = MT) \implies 730X - 140Y - 130Z = -10 MT$$

$$(13)(75X + 15Y + 10Z = MT) \implies \underline{975X + 195Y + 130Z = 13 MT}$$

$$245X + 55Y + 0Z = 3 MT$$

$$\mathbf{R5 \implies 245X + 55Y = 3MT}$$

Combinar: R4 y R5 para obtener el valor de X

Se elimina el valor de Y multiplicando por 55 el R4 y por 12 el R5.

$$(55) 112X - 12Y = MT \implies 6,160X - 660Y = 55MT$$

$$(12) 245X + 55Y = 3MT \implies \underline{2,940X + 660Y = 36 MT}$$

$$9,100 X + 0Y = 91 MT$$

Sea X=Y=Z= 1 Litro patrón, para la obtención de la formulación estandarizada.

Entonces:

$$9,100X = 91MT$$

$$9,100 (1lt) = 91MT$$

$$9,100 \text{ lt} / 91 = MT$$

$$\mathbf{100 \text{ lt} = MT}$$

Se utilizara 100 litros de jugo de caña, para la investigación del proceso de elaboración de dulce de panela.

4.3.4. Por eliminación Gauss-Jordán

X	Y	Z	MT
73	14	13	M
75	15	10	M
76	12	12	M

\Rightarrow $1/73R1$
 \Rightarrow $75R1-R2$
 \Rightarrow $76R1-R3$

X	Y	Z	MT
1	$14/73$	$13/73$	$M/73$
0	$-45/73$	$245/73$	$2M/73$
0	$188/73$	$112/73$	$3M/73$

\Rightarrow $14/73R2-R1$
 \Rightarrow $-73/45R2$
 \Rightarrow $188/73R2-R3$

X	Y	Z	MT
1	0	$-11/9$	$-M/45$
0	1	$-49/9$	$-2M/45$
0	0	$-140/9$	$-7M/45$

\Rightarrow $-9/140R3$

X	Y	Z	MT
1	0	$-11/9$	$-M/45$
0	1	$-49/9$	$-2M/45$
0	0	1	$1/100$

Sea $X=Y=Z= 1\text{lt patrón}$

$$Z = M/100$$

$$1 \text{ lt} = M/100$$

$$\mathbf{100 \text{ lt} = MT}$$

Por tanto se utilizaron 100 lt de jugo de caña como patrón de muestra.

Agua (X)	Sacarosa (Y)	Fibra (Z)	Volumen total (MT)
73 lt	14 kg	13 kg	100 lt
75 lt	15 kg	10 kg	100 lt
76 lt	12 kg	12 kg	100 lt

4.3.5. Localización del proyecto

La investigación se realizó en la planta procesadora de dulce de panela “CAFELSA”, ubicada en la aldea de Arcamón, municipio de San Marcos de Caiquín, departamento de Lempira, Honduras. Esta zona se encuentra a una altura de 1,370 metros sobre el nivel del mar (msnm) con una Temperatura promedio anual de 27 a 30°C y una humedad relativa anual del 82%. El trabajo de investigación se realizó en los meses de junio a septiembre, teniendo una duración de tres meses.

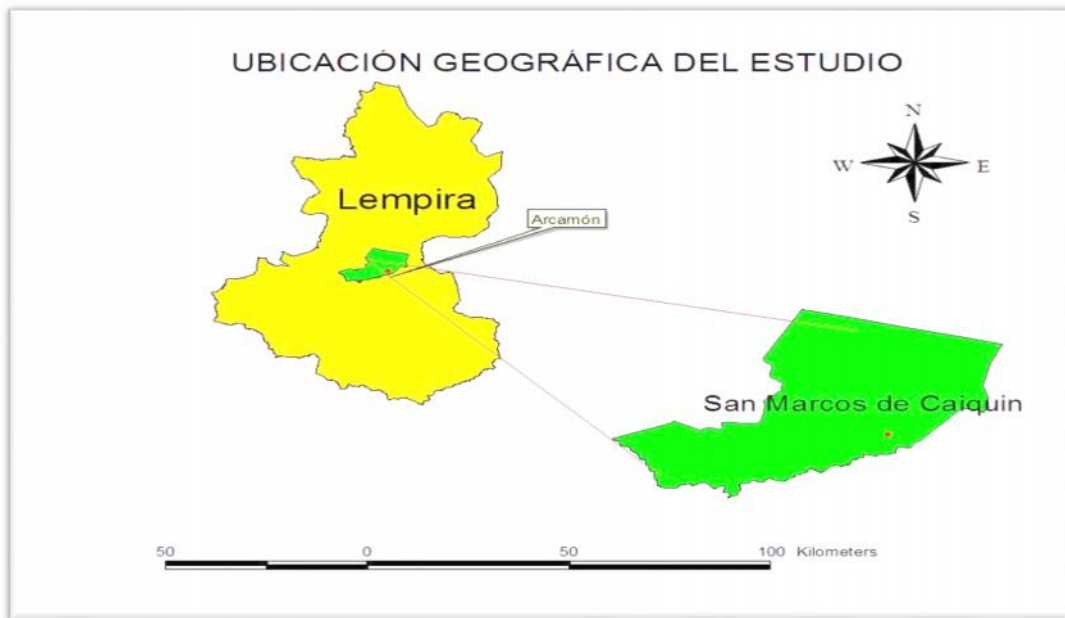


Figura 1. Mapa de ubicación de la investigación.

Este departamento tiene un caracter cosmológicamente ancestral, perteneciente al pueblo Lenca y Maya Chorti, esta hibridación antropológica y antropométrica, permite que en esta comunidad se presenta una gastronomía única en Honduras. Donde el consume de Dulce o unidad de panela representa su fuente de alimento más prominente, además de contribuir a la soberanía alimentaria de la comunidad y permite en su población un desarrollo sostenible.

4.3.6. Síntesis de la cosmo visión de la comunidad de arcamon

Los habitantes Lencas de la aldea de Arcamon, ven o consideran el dulce de panela como un alimento rico y nutritivo y ya que no se le agrega ningún tipo de químico, para la clarificación, solamente el calor, para la deshidratado respectivo del jugo de caña. Aparte de representar un alimento, también es una fuente de ingresos ya que muchas veces los colaboradores (a), para que se lleve a cabo el proceso, prefieren que se les pague con panela y no con efectivo.

4.3.7. Que representa la panela para la aldea de Arcamon?

La panela es un alimento altamente nutritivo y para la mayoría de los pobladores de Arcamon, representa una fuente de alimento ya que la consumen en diversas formas como ser: bebidas, panificación y en la preparación de algunos alimentos.

4.3.8. Cultura alimentaria

Las labores década día, empiezan a las 6:00 am hasta las 3:00 pm con receso de (11:00 a 12:00 pm), para almorzar y muchas veces las personas que laboran en fincas, por lo general les queda retirado de la habitación, no llevan almuerzo y solo llevan una rapadura o panela. Cuando les da hambre se comen un pedazo de panela, toman agua y están listos, para continuar la jornada de trabajo.

4.3.9. Origen de la panela

Se puede decir que su inicio se remonta a Nueva Guinea y desde allí se expande para Borneo e India; posteriormente es llevada por Alejandro Magno a Persia en el año 331 a.c; luego pasa a Siria, Palestina, Arabia y Egipto, donde es llevada por los árabes; de allí pasa a África y España (CORREA, et al, 2011). Hablar del origen de la panela, es algo complicado ya que existen muchas versiones de los diferentes autores de revistas, libros, guías y folletos. Hasta ahora no se sabe con exactitud de donde es proveniente la panela, a un que las mayores versiones apuntan que es originaria de la India.

4.3.10. Descripción del proceso de panela

A continuación se describen los pasos para la elaboración del dulce de panela, comenzando por la descripción de la materia prima que es el jugo de caña y que debe reunir las condiciones de calidad e inocuidad requeridas.

4.3.11. Jugo de caña

Lo primero que se hizo, fue la selección del jugo de caña de mejor calidad que fue obtenido de los cultivos de la caña de azúcar que tienen los pobladores de la Aldea de Arcamon, donde antes de la molienda se procederá al lavado a presión de la caña, para reducir la carga microbiana y material extraño que trae la caña del campo.

4.3.12. Proceso de extracción del jugo

Se hizo con un molino accionado por un motor y una banda que hace que los engranajes de las masas o rodillos den vuelta y trituren la caña y así mismo obtener el jugo de caña.

4.3.13. Proceso de filtrado

Se colocan una maya al inicio y otra al final en los tubos que transportan el jugo a las tinas de cocción o evaporadores, esto se hace con el objetivo de darle un proceso de filtrado al jugo de caña ya que lleva restos de hojas, bagazo y hasta tierra algunas veces y se evita el proceso de inversión rápida de la sacarosa y por lo consiguiente evitar bajas en rendimiento y calidad del producto.

4.3.14. Deshidratado del jugo (Cocción)

El proceso de deshidratado del jugo se llevó a cabo a un tiempo de 3 a 4 horas, a un rango de temperatura de 122 a 124°C y se llevó a una concentración de sacarosa de 90 a 95 grados brix, pasando el jugo por diferentes reacciones químicas Striker, Maillar y Caramelización.

4.3.15. Descachazado del jugo de caña

El descachazado se da cuando el jugo de caña ha alcanzado una temperatura de 50 a 60°C, es la cachaza negra y el siguiente se hace cuando el jugo tiene una temperatura de 85 a 90°C y es la denominada cachaza blanca.

En la cachaza se va una buena parte de los nutrientes que tiene el jugo, por eso algunas personas la utilizan para alimento de animales como ser: cerdos, bestias, ganado y hasta gallinas. Otras lo utilizan como abono orgánico, para diferentes cultivos y hasta para la misma plantación de caña.

4.3.16. Estudio variable respuestas

4.3.16.1. Peso del jugo

Se pretende monitorear el peso durante las 4 horas de evaporación del jugo que se ingrese al deshidratador colocado en bandejas diferentes con un volumen de 250 litros para mejor fluidez del aire en el secado. Se utilizará unas tinas para tener una mayor eficacia en los volúmenes, se usara un cronometro digital, la rotación de las muestras se realizará de forma intercalada y se considerará el promedio de volumen de las muestras, posteriormente se ajustara el promedio que sirva para la obtención de la perdida de humedad en relación tiempo, que servirá para conocer la humedad inicial y humedad que pierde el producto, tal como lo muestra la ecuación.

Fórmula para calcular el porcentaje (%) de humedad del dulce de panela:

$$\% \text{Humedad} = \frac{[P_i - P_f]}{P_f} \times 100$$

Dónde:

P_i = peso inicial de la muestra

P_f = peso final de la muestra en % de Humedad

4.3.16.2. Balance de materia

Se utilizaron como muestra una cantidad de 100 litros de jugo de caña fresco, el cual se sometió al proceso de evaporación y se evaluó el volumen en cada etapa y sirvió para calcular el balance de materia, específicamente en el deshidratador.

$m_{cp} T = m$

$m_v = \frac{m_{\text{alimento}} m_{cp} T}{m_{\text{vapor a } 41.6^\circ\text{C}}}$
m=Masa de producto a secar

Cp.=Calor específico del jugo de caña

T=Diferencia de temperatura ambiente y temperatura constante del secador
=Vapor a $90^\circ\text{C}=4.179 \text{ KJ/kg}^\circ\text{C}$

MV = producto final

Cp. H₂O= Calor específico a 90°C

4.3.16.3. Cinética de secado

Para el estudio de la cinética de secado se utilizó una muestra de 100 litros de jugo de caña. Los datos se obtuvieron durante el transcurso del secado, determinando el volumen de las muestras cada 30 minutos hasta alcanzar un volumen aproximadamente constante. Luego se determinó el contenido de humedad de la muestra seca, con este valor se determinaron los valores de contenido de humedad para los diferentes tiempos.

4.3.16.4. Como calcular índice de maduración de la caña

El índice de madurez, el cual se halla con el uso del refractómetro de campo, se toma muestras de jugo en el sexto o séptimo entrenudo del tercio superior (Brix terminal) y del tercio inferior (Brix basal) y divido el brix terminal con el brix basal, para determinar el grado de madurez de la caña así:

B terminal / B basal es menor (< 0.85) la caña esta inmadura.

B terminal / B basal esta entre ($0.85 - 1$) la caña está madura.

B terminal / B basal es mayor a 1 (> 1) la caña esta sobre madura.



Figura 2. Refractómetro de campo utilizado para medir la madurez de la caña.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Nivel de la Investigación

Descriptivo, que va arrojando el resultado del proceso de deshidratación del jugo de caña, hasta llevarlo a la elaboración del dulce de panela como producto terminado.

5.2. Diseño de la investigación

Esta investigación tiene un carácter eminentemente cualitativo-cuantitativo, aplicado de forma transversal, con la finalidad de optimizar la calidad de los hallazgos, en materia de elaboración del dulce de panela. Se desarrolló un trabajo de campo para obtener información de fuente primaria (investigación in situ), o la forma tradicional del proceso, se entrevistó a los productores locales, que dieron la información necesaria, para el pre-desarrollo de la investigación. Para la recolección de información secundaria se acudió a la revisión de documentos (diagnósticos, informes técnicos y otros relacionados) con los indicadores y variables. Esto permitió identificar objetiva y rápidamente el valor de los indicadores y una aproximación más amplia al tema, evaluado desde el punto de vista de los individuos (a), proporcionando información de carácter cualitativa.

5.3. Grupos Focales

Se realizaron 3 tipos de encuestas a los diferentes grupos segmentados y con ello permitieron comparar visiones, criterios y datos estadísticos entre: jóvenes, adultos y adultos mayores, que consumen dulce de panela de forma regular.

5.4. Fórmula para calcular el número de población a encuestar

Muestreo proporcional:

$$n = \frac{Z^2 \cdot 2pqN}{(Ne^2 + Z^2pq)}$$

Dónde:

Z= Nivel de confianza: 1.96 (95%)

e= Grado de error (0.05)

N= Población

p = Probabilidad de ocurrencia (0.5)

q = Probabilidad de ocurrencia (0.5)

$$n = \frac{(1.96)^2(2) + (0.5)(0.5)(650)}{(650)(0.05)^2(2) + (1.96)^2(0.5)(0.5)} = 42.00$$

Personas a encuestar. = 42.00

5.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La principal fuente de información serán por medios de:

- a) **Fuente Primaria:** investigación in situ y entrevista con productores locales de dulce de panela.

- b) **Fuente Secundaria:** información proporcionada por documentos y consumidores de dulce de panela que habitan en la aldea de Arcamón, San Marcos de Caiquin, Lempira.

- c) **Técnica de la observación:** esta técnica ayudo a observar detalladamente las reacciones, acontecimientos y mensajes encubiertos de los participantes, para conclusiones propias del investigador.

Debido a que los productores de la zona no utilizan ningún equipo para medir temperatura y madurez de la caña, ellos dicen que cuando el terreno donde está el cultivo de caña, es muy fértil, la panela sale melcochosa y muchas veces la miel no cuaja para que se forme la panela o rapadura como tal.

Eso se debe a que el pH del jugo es muy ácido o que el lote de caña a cortar no ha alcanzado la madurez optima o que el porcentaje de sacarosa no es el adecuado para que se formen los cristales de azúcar.

El bagazo se utilizó como combustible en la hornía para la cocción del jugo o guarapo y es mejor que utilizar leña, ya que se puede elevar la temperatura rápidamente y a si mismo disminuirla con facilidad y lo mejor es que se le está dando otro uso al subproducto y no se tiene que talar los árboles para obtener la leña y se lleve a cabo el proceso.

5.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de los datos se hizo haciendo uso de las estadísticas descriptivas, aplicadas desde el programa Excel 2013 y SPSS, utilizando todas las herramientas necesarias para la tabulación de los mismos. Para tener una visión general de la problemática de la forma de procesar dulce de panela y así tener acceso a pensamientos frescos de nuevas ideas innovadoras que reflejen un cambio de paradigma del proceso de elaboración del dulce de panela de la forma artesanal.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 1. Muestra que el lote de caña estaba sobre madura ya que el porcentaje de sacarosa de la parte basal de la caña es menor que el porcentaje de sacarosa de la parte terminal y esto significa que la sacarosa ha empezado el proceso de inversión de azúcares en (glucosa y fructosa) y esto afecto el rendimiento y color de la panela.

Las cinco replicas se realizaron en las evaporadoras que tiene la planta procesadora de panela (CAFELSA) y al iniciar el proceso, la primer cocción es más tardada con un tiempo de 3:00 a 4:00 horas y llevándola a una temperatura de 117°C (244°F) y a medida el jugo proveniente del pre limpiador se va calentando así mismo disminuye notablemente el tiempo de cocción.

Cuadro 3. Muestra los grados brix del jugo de caña de azúcar muestreada en campo.

Muestras	Índice Madures Basal	Índice Madures Final
1	22.5	21.0
1	23.0	22.5
1	22.5	22.5
1	22.5	21.0
1	23.5	21.5
1	24.0	25.0
1	23.0	25.0
1	24.0	24.0
1	22.0	23.0
1	22.0	22.0
10	20.9	22.7

Fórmula para Calcular la Madures de la Caña

$$\text{IMC} = \frac{\text{IMF}}{\text{IMB}} = \frac{22.8}{20.9} = 1.08\%$$

El cuadro 4. Muestra que a temperatura de 117 °C y un tiempo promedio de cocción de 2:00h, la panela queda con un alto porcentaje de humedad y la vida útil es muy corta, porque fácilmente empieza a derretirse por la humedad adsorbida del ambiente.

La humedad es uno de los de los medios adecuados para que se proliferen microorganismos responsables tanto de la descomposición de alimentos como de causar daños serios a la salud del consumidor.

Cuadro 4. Muestra el tiempo y temperatura de cocción del jugo de caña en cada una de las corridas realizadas.

CORRIDAS	TIEMPO	TEMPERATURA	BATIDO DE LA MIEL	MINUTOS
Primer cocción	3:00 h	117°C (244°F)	Primer batido	17 min
Segunda cocción	1:45 h	117°C (244°F)	Segundo batido	15 min
Tercera cocción	1:50 h	117°C (243°F)	Tercer batido	17 min
Cuarta cocción	1:20 h	117°C (244°F)	Cuarto batido	30 min
Quinta cocción	2:05 h	117°C (244°F)	Quinto batido	19 min

Cuadro 5. Índice de madurez de la caña en campo segunda formulación.

Muestras	Índice de Madures Basal	Índice de Madures Final
1	22.5	24.5
1	22.5	23.5
1	21.0	25.0
1	21.5	23.5
1	23.0	22.0
1	22.0	23.5
1	21.0	23.0
1	22.0	24.0
1	16.5	26.0
1	24.0	24.5
1	24.5	26.0
1	23.5	20.5
1	23.0	22.5
1	20.0	21.0
1	24.0	25.0
1	22.0	19.0
1	22.0	24.5
1	23.5	23.0
1	22.5	23.0
1	17.5	15.0
20	21.9	22.9

Fórmula para calcular la madurez de la caña en campo.

$$\text{IMC} = \frac{\text{IMF}}{\text{IMB}} = \frac{22.9}{21.9} = 1.04\%$$

En estas pruebas, según los resultados del muestreo de porcentaje de sacarosa obtenidos en campo están más cerca de los parámetros establecidos que son de (0.85 a 1.00%), pero el lote de caña tenía más de 2 años de no ser cortada y una buena parte de la caña estaba seca y otra parte güera, lo que influyo bastante en el rendimiento y en la calidad organoléptica.

Cuadro 6. Muestra el tiempo y temperatura de cocción del jugo de caña en cada corrida segunda formulación.

CORRIDAS	TIEMPO	TEMPERATURA	BATIDO DE LA MIEL	TIEMPO
Primer cocción	4:22 h	120°C (248°F)	Primer batido	17 min
Segunda cocción	3:05 h	120°C (248°F)	Segundo batido	18 min
Tercer cocción	1:30 h	120°C (248°F)	Tercer batido	17 min
Cuarta cocción	1:32 h	120°C (248°F)	Cuarto batido	19 min
Quinta cocción	1:25 h	120°C (248°F)	Quinto batido	15 min

El muestreo de porcentaje de sacarosa de la caña de azúcar en campo, se hizo para saber la madurez que tenía la caña y así mismo proceder al corte, acarreo y procesado. El porcentaje de sacarosa de la caña en campo está dentro del parámetro establecido y por lo tanto el producto final resulto con un buen color y textura, fue el mejor, pero requirió más tiempo de cocción y fue llevado a una temperatura más alta de (124°c y 256°f).

Cuadro 7. Muestreo de sacarosa en campo tercer formulación.

Muestras	Índice Madures Basal	Índice Madures Final
1	22.0	23.5
1	21.5	22.0
1	22.0	22.0
1	22.0	21.0
1	23.0	21.5
1	19.5	21.0
1	24.0	22.5
1	25.0	23.0
1	25.5	20.5
1	21.5	21.5
1	23.0	21.5
1	21.0	20.0
1	23.0	20.0
1	20.5	16.5
1	12.0	18.0
1	17.0	18.0
1	22.5	21.5
1	24.5	24.0
1	23.0	22.0
1	23.5	23.5
20	21.8	20.2

Fórmula para calcular el índice de madures de la caña.

$$\text{IMC} = \frac{\text{IMF}}{\text{IMB}} = \frac{202.75}{218.0} = 0.93\%$$

Estas cinco corridas se trabajaron a pequeña escala, porque el ingenio no estaba produciendo panela en ese tiempo.

Las variaciones de tiempo de cocción en las 15 réplicas realizadas se debieron a que el combustible utilizado para generar combustión, fue el bagazo de la caña y este tenía un alto porcentaje de humedad y no generaba el calor suficiente para una cocción rápida.

Cuadro 8. Muestra el tiempo de cocción y temperatura de la panela, tercer formulación.

CORRIDAS	TIEMPO	TEMPERATURA	BATIDO DE LA MIEL	TIEMPO
Primer cocción	3:05 h	124°C (256°F)	Primer batido	17 min
Segunda cocción	2:05 h	124°C (256°F)	Segundo batido	18 min
Tercer cocción	2:42 h	124°C (256°F)	Tercer batido	17 min
Cuarta cocción	1:55 h	124°C (256°F)	Cuarto batido	19 min
Quinta cocción	2:35 h	124°C (256°F)	Quinto batido	15 min

El gráfico 3. Muestra que a través de las encuestas se determinó que el 91% de la población de la Aldea de Arcamón, San Marcos de Caiquin, Lempira son altamente consumidores de panela de caña de azúcar y solo un 9% se declaran ser consumidores de azúcar blanca o refinada.

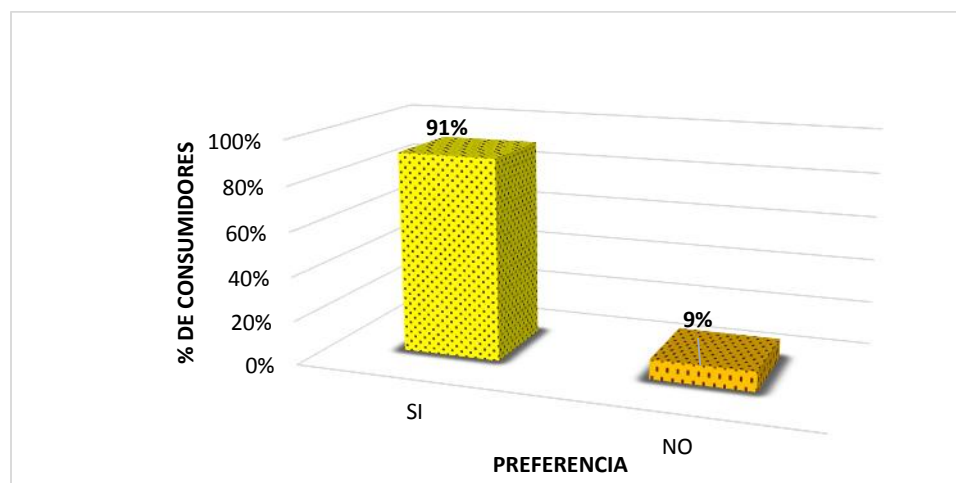


Figura 3. Gráfico que muestra el porcentaje de la población que consume panela y la que prefiere azúcar blanca

Según grafico 4. El 77% de los pobladores de Arcamón tienen un consumo diario de panela y la utilizan en una serie de bebidas como ser: café, fresco, atole, chilate, té y chicha y ya un

13% dicen ser consumidores de panela una vez a la semana y así un pequeño porcentaje de población lo consumen dos veces a la semana y una vez cada quince días.

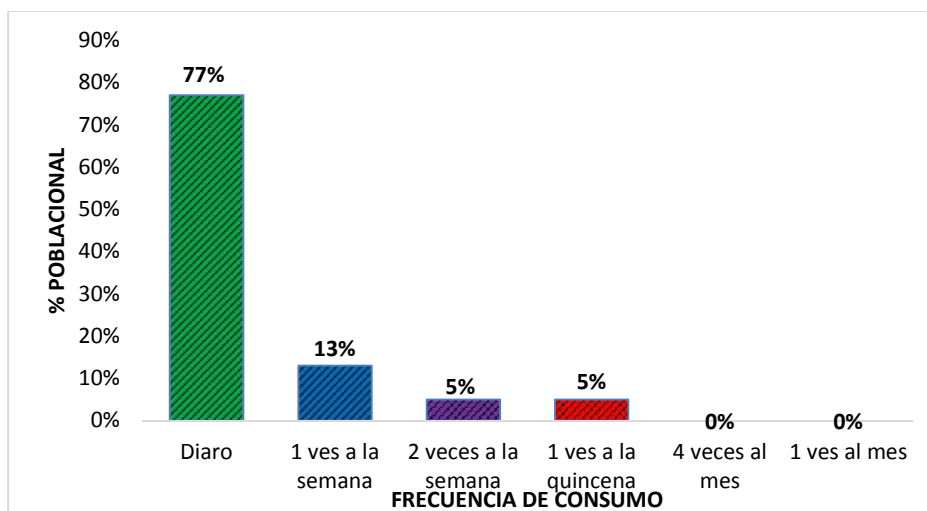


Figura 4. Gráfico que representa la frecuencia de consumo de panela de caña de azúcar.

Según grafico 5. Los resultados obtenidos el 87% de los consumidores de panela de Arcamon quieren que se mejore el color de la rapadura, para obtener producto atractivo y de calidad y no solo venderlo localmente, si no distribuirlo también a nivel de municipio, departamental y nacional.

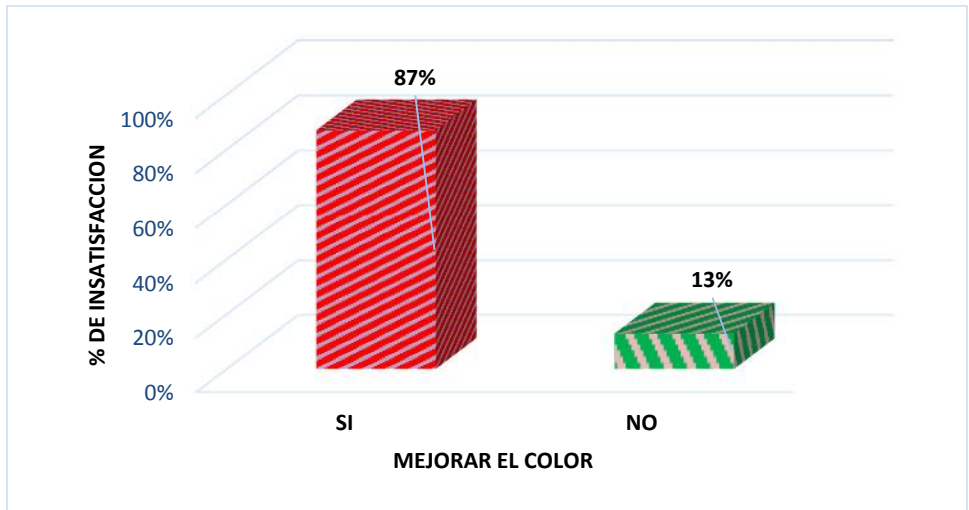


Figura 5. Gráfico que muestra el porcentaje de la población que está de acuerdo que se mejore el color de la panela.

Según el grafico 6. La mayoría de los consumidores de panela no tienen preferencia por la forma del producto lo importante es obtener la panela como tal, en cambio hay una pequeña masa poblacional que la prefiere cuadrada, ya que la panela cuadrada tiene un mayor rendimiento con respecto a la de forma redonda y hay que producir lo que el consumidor demande y no lo que el productor crea conveniente.

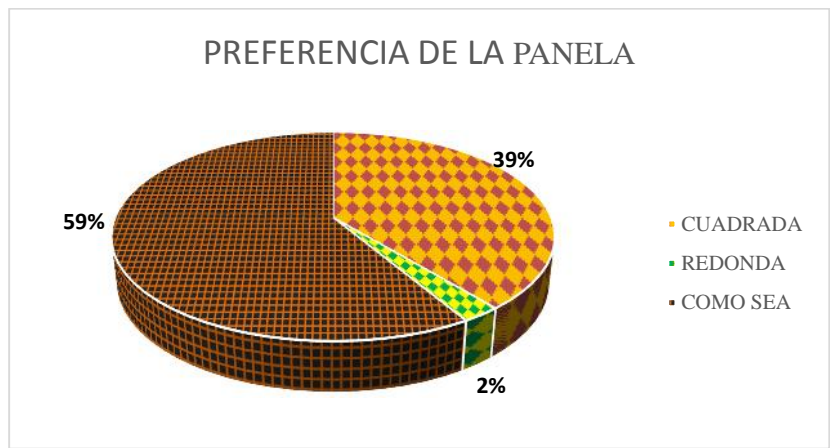


Figura 6. Gráfico de las formas de preferencia de la panela.

El grafico 7. Muestra que la panela es consumida por el sabor agradable al paladar y también porque es su cultura que se ha venido transmitiendo por generaciones y la conservan aun, también porque los antepasados les inculcaron que la panela es más saludable que el azúcar blanco que actualmente se comercializa.

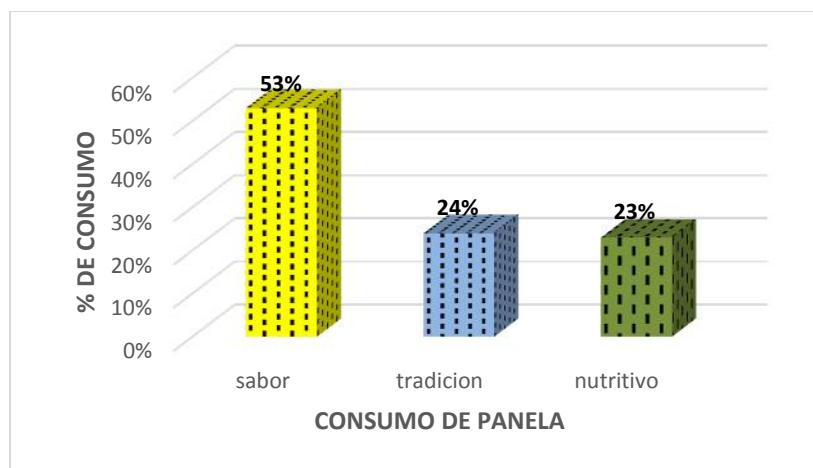


Figura 7. Gráfico que muestra porque la población de Arcamón consume panela.

El grafico 8. Refleja que para endulzar café se utiliza el mayor porcentaje de la panela en los hogares de los pobladores de Arcamón, seguido por endulzado de fresco, té, atole y un pequeño porcentaje es utilizado para elaborar bebidas alcohólicas que forman parte de la cultura y la panificación que no se produce a menudo.

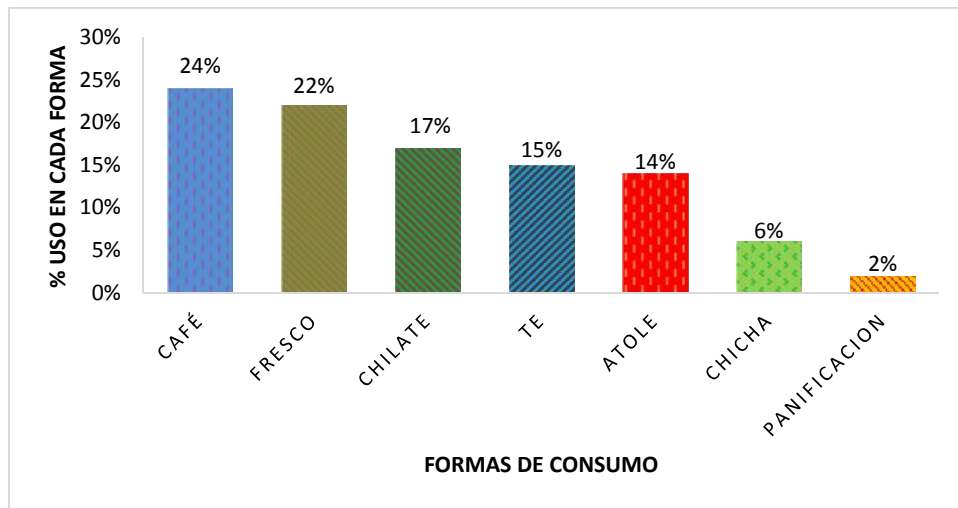


Figura 8. Grafico muestra las diferentes formas y porcentajes de uso de la panela.

VI. CONCLUSIONES

El estado de maduración de la caña y pH muy ácido, tienen incidencia tanto en el rendimiento, como en la calidad del producto final ya que si la caña esta tierna o tiene un bajo porcentaje de sacarosa, el rendimiento es bajo porque la concentración de solidos solubles es baja y muchas veces la miel no cuaja y la panela sale melcochosa.

Haciendo un buen proceso de filtrado y clarificación o descachazado, sin utilizar ningún químico, se comprobó que se puede mejorar la calidad organoléptica del dulce de panela.

La calidad del dulce de panela se mide según el color, que tenga el producto después del proceso, aceptabilidad y preferencia, por los grupos segmentados que consumen panela en nuestra sociedad.

VII RECOMENDACIONES

Utilizar un refractómetro para medir la madurez del lote de caña en campo y saber si la caña esta lista para la finalidad requerida.

Hacer más baja la galera donde se almacena el bagazo y aperchar por separado, el húmedo con el que ya está listo, para ser utilizado en la hornilla.

Regular la entrada de personas ajenas a las designadas al área de proceso ya que se han dado casos de accidentes, con personas adultas y niños que han caído dentro de las tinas evaporadoras de jugo de caña.

Tener un mesón y un área apartada, para almacenar el enfriamiento y almacén del producto terminado.

Preferiblemente llevar el jugo de caña hasta una temperatura de 124°C (256°F), para lograr una mayor concentración de sacarosa y largar la vida útil de producto final.

Techar y echar piso al área de almacenamiento de la materia prima, proveniente de los lotes de producción, para la inversión de la sacarosa a (glucosa y fructosa) o evitar el proceso de fermentación, para mejorar la calidad y rendimiento del producto final (panela).

VIII. FUENTE BIBLIOGRÁFICA

Flores Proaño, MG. 2005, “Proyecto de Pre factibilidad para la Exportación de Panela a Canadá 2005 – 2015”, Ing. Comercio Exterior e Interior, Tesis, Quito-Ecuador, Universidad Tecnológica Equinoccial, 153p.

Prada Forero, LE. 2002, Mejoramiento en la Calidad de Miel y Panela, s. e, Colombia, 28p.

Cascante Torres, DA. 2004, Proyecto de Producción y Tecnificación de Panela Granulada y Miel de Caña de Azúcar, Tesis. Ing. Ind. Quito-Ecuador, Universidad Tecnológica Equinoccial, 216p.

FUNACH-ASCAPAM, 2002, Capacitación en Obtención de Nuevos Productos Derivados de la Caña y el Manejo Adecuado de Agroindustria Panelera en el Municipio de Mocoa, s, p.

García B, HR; Albarracín C, LC; Toscano Latorre, A; Santana M, NJ; Insuasty B, O. 2007, Guía Tecnológica Para el Manejo Integral del Sistema Productivo de Caña Panelera, Bogotá, Fotomecánica, Impresión y Encuadernación, 154p.

Prosperidad para Todos; Ministerio de la Salud y Protección Social Republica de Colombia; Instituto Nacional de Salud. 2011. Concepto Científico Acrilamida en Panela, Comp, Bogotá, 38p.

Quezada Moreno, WF. 2007, Guía Técnica de Agroindustria Panelera, 500ed, Ibarra-Ecuador, 159p.

Rodríguez, G; García, H; Roa Díaz, Z; Santacoloma, P. 2004, Producción de Panela como Estrategia de Diversificación en la Generación de Ingresos en Áreas Rurales de América Latina, s. e. Roma, 80p.

Chavarría S, LM. 2010, Dulce de Panela, s, e, Unión Europea, 14p.

Molina Muñoz, CP; Veles Madrid, L; Vásquez Ospina, GA; Aguirre Ramírez, CM; Aristizabal Villegas, GI. 2004, Panela de Exportación Colombiana, Tesis. Esp. Ger. Medellín-Colombia, 132p.

Correa Peña, LR; Pérez Arango, N; Sánchez Acevedo, R. 2011, Plan Exportador Panela Pulverizada para Alemania para la Asociación Comunitaria y Panelera el Porvenir, Medellín-Colombia, 150p.

9.1. Material de Apoyo

(En línea) disponible en:

http://aplicaciones.ceipa.edu.co/biblioteca/biblio_digital/virtualteca/monografias/plan_exportador_de_panela_pulverizada_a_alemania.pdf

(En línea) Consultado el 15 de Abril de 2013. Disponible en

<http://nuevoportal.corantioquia.gov.co/Tematicas/Produccion%20mas%20Limpia/GUIA%20TECNICA.pdf>

(En línea) disponible en:

http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5319/1/22545_1.pdf

(En línea) disponible en:

www.cenicana.org: <http://www.cenicana.org>

(En línea) disponible en:

I:\panela_j4s2\Mejorando la producción de panela en Colombia — agricultores Network.htm.

(En línea) disponible en:

http://www.minagricultura.gov.co/archivos/cadena_productiva_panela.pdf

(En línea) disponible en:

<http://www.minec.gob.sv/cajadeherramientasue/images/stories/fichas/honduras/hn-dulce-de-panela.pdf>

(En línea) disponible en:

http://www.trapichepanelerogualanday.com/LA_PANELA_PASOS_EN_LA_PREPARACION.pdf

(En línea) disponible en:

http://www.tuinventas.com/attachments/article/2287/1747611312_20100618054245.pdf

(En línea) disponible en:

http://aplicaciones.ceipa.edu.co/biblioteca/biblio_digital/virtualteca/monografias/proyecto_panexcol.pdf

IX. ANEXOS

Anexo 1. Para: Jóvenes

Encuesta sobre consumo, calidad y preferencia del dulce de panela

Sexo: F

M

Edad _____

1. Consume usted dulce de panela (de caña de azúcar)?

Sí

No

2. Qué tan seguido consume dulce de panela?

1. ves a la semana

2. Veces a la semana

1. ves al mes

4. Veces al mes

3. Qué tan seguido compra dulce de panela?

1. Ves a la semana

2. Veces a la semana

1. Ves cada quince días

2. Veces al mes

4. Veces al mes

4. Sus abuelos le han hablado de la panela?

Sí

No

5. Sus abuelos le enseñaron hacer dulce de panela?

Sí

No

6. Estaría de acuerdo que se mejore el dulce de panela en:

Color Sí

No

Sabor Sí

No

Textura Sí No

7. Que representa la panela para los pobladores de Arcamón?

8. En que ocasiones consume usted el dulce de panela?

Si su respuesta es en todo tiempo pase a la pregunta 11

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> En fiestas | <input type="checkbox"/> Misas |
| <input type="checkbox"/> Reuniones | <input type="checkbox"/> Cuando llega una visita |
| <input type="checkbox"/> En todo tiempo | |

9. En épocas especiales como ser:

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Navideñas | <input type="checkbox"/> De verano |
|------------------------------------|------------------------------------|

10. En qué forma prefiere el dulce de panela?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Cuadrada de 2 Lb. | <input type="checkbox"/> Redonda de 1 Lb |
|--|--|

11. Porque consume usted dulce de panela?

- | | | |
|--------------------------------|------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Sabor | <input type="checkbox"/> Tradición | <input type="checkbox"/> Es más nutritivo que el azúcar |
|--------------------------------|------------------------------------|---|

12. Como consume usted el dulce de panela?

- | | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Café | <input type="checkbox"/> Fresco | <input type="checkbox"/> Chilate |
| <input type="checkbox"/> Te | <input type="checkbox"/> Panificación | <input type="checkbox"/> Chicha |

13.Cuál de los azucares considera que es más saludable?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Dulce de Panela | <input type="checkbox"/> Azúcar Comercial |
|--|---|

Anexo 2. Para: Adultos

Encuesta sobre consumo, calidad y preferencia del dulce de panela

Sexo: F

M

Edad _____

1. Consume usted dulce de panela (de caña de azúcar)?

Sí

No

2. Qué tan seguido consume dulce de panela?

1. ves a la semana

2. Veces a la semana

1. ves al mes

4. Veces al mes

3. Qué tan seguido compra dulce de panela?

1. Ves a la semana

2. Veces a la semana

1. Ves cada quince días

2. Veces al mes

4. Veces al mes

4. Sus abuelos le han hablado de la panela?

Sí

No

5. Sus abuelos le enseñaron hacer dulce de panela?

Sí

No

6. Estaría de acuerdo que se mejore el dulce de panela en:

Color Sí

No

Sabor Sí

No

Textura Sí No

7. Que representa la panela para los pobladores de Arcamón?

8. En que ocasiones consume usted el dulce de panela?

Si su respuesta es en todo tiempo pase a la pregunta 11

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> En fiestas | <input type="checkbox"/> Misas |
| <input type="checkbox"/> Reuniones | <input type="checkbox"/> Cuando llega una visita |
| <input type="checkbox"/> En todo tiempo | |

9. En épocas especiales como ser:

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Navideñas | <input type="checkbox"/> De verano |
|------------------------------------|------------------------------------|

10. En qué forma prefiere el dulce de panela?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Cuadrada de 2 Lb. | <input type="checkbox"/> Redonda de 1 Lb |
|--|--|

11. Porque consume usted dulce de panela?

- | | | |
|--------------------------------|------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Sabor | <input type="checkbox"/> Tradición | <input type="checkbox"/> Es más nutritivo que el azúcar |
|--------------------------------|------------------------------------|---|

12. Como consume usted el dulce de panela?

- | | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Café | <input type="checkbox"/> Fresco | <input type="checkbox"/> Chilate |
| <input type="checkbox"/> Te | <input type="checkbox"/> Panificación | <input type="checkbox"/> Chicha |

13. Cuál de los azucares considera que es más saludable?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Dulce de Panela | <input type="checkbox"/> Azúcar Comercial |
|--|---|

Anexo 3. Para: Adultos Mayores

Encuesta sobre consumo, calidad y preferencia del dulce de panela

Sexo: F

M

Edad _____

1. Consume usted dulce de panela (de caña de azúcar)?

Sí

No

2. Qué tan seguido consume dulce de panela?

1. ves a la semana

2. Veces a la semana

1. ves al mes

4. Veces al mes

3. Qué tan seguido compra dulce de panela?

1. Ves a la semana

2. Veces a la semana

1. Ves cada quince días

2. Veces al mes

4. Veces al mes

4. Sus abuelos le han hablado de la panela?

Sí

No

5. Sus abuelos le enseñaron hacer dulce de panela?

Sí

No

6. Estaría de acuerdo que se mejore el dulce de panela en:

Color

Sí

No

Sabor

Sí

No

Textura

Sí

No

7. Que representa la panela para los pobladores de Arcamón?

8. En que ocasiones consume usted el dulce de panela?

Si su respuesta es en todo tiempo pase a la pregunta 11

- | | | | |
|--------------------------|----------------|--------------------------|-------------------------|
| <input type="checkbox"/> | En fiestas | <input type="checkbox"/> | Misas |
| <input type="checkbox"/> | Reuniones | <input type="checkbox"/> | Cuando llega una visita |
| <input type="checkbox"/> | En todo tiempo | | |

9. En épocas especiales como ser:

- | | | | |
|--------------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| <input type="checkbox"/> | Navideñas | <input type="checkbox"/> | De verano |
|--------------------------|-----------|--------------------------|-----------|

10. En qué forma prefiere el dulce de panela?

- | | | | |
|--------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------|
| <input type="checkbox"/> | Cuadrada de 2 Lb. | <input type="checkbox"/> | Redonda de 1 Lb |
|--------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------|

11. Porque consume usted dulce de panela?

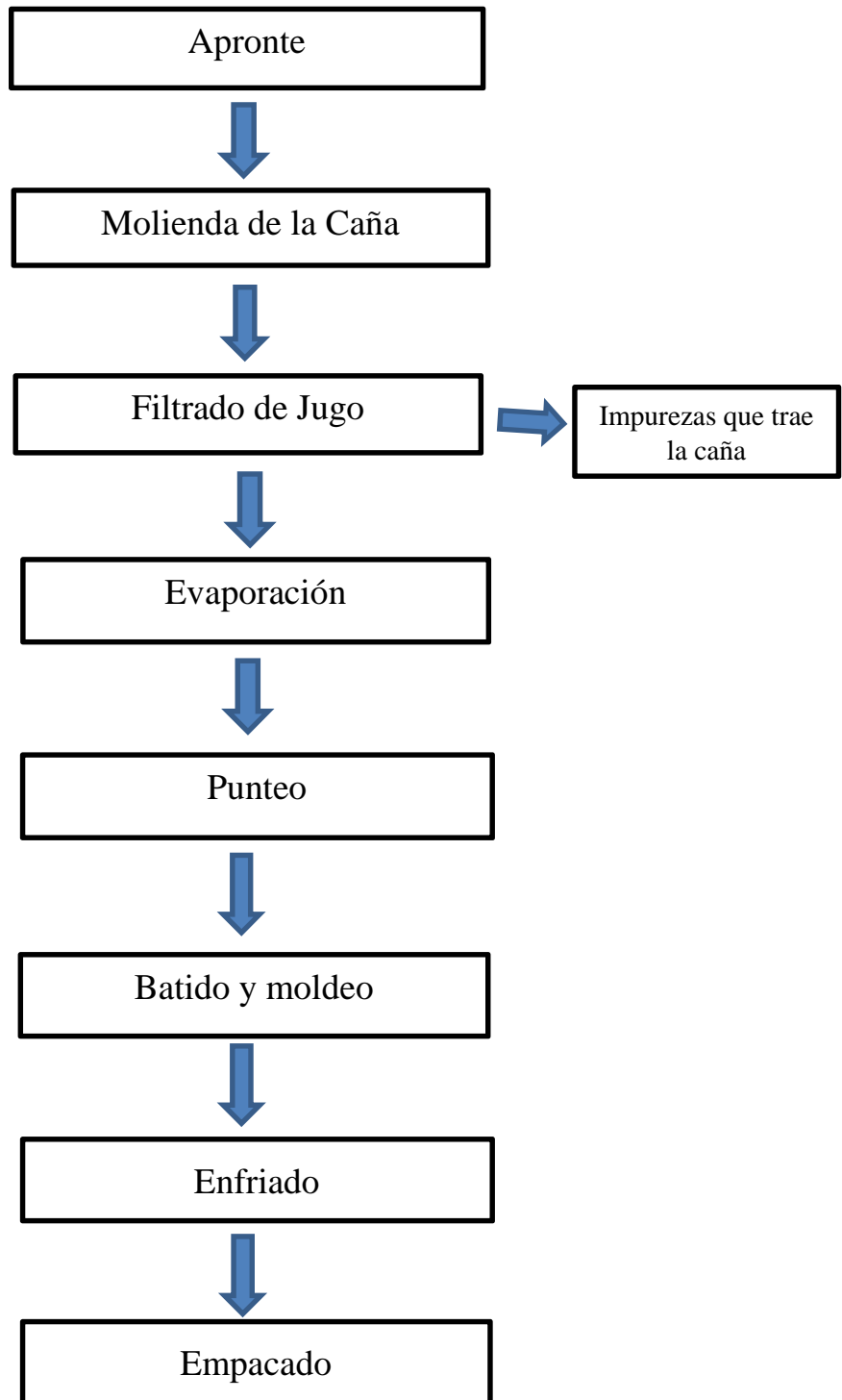
- | | | | | | |
|--------------------------|-------|--------------------------|-----------|--------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Sabor | <input type="checkbox"/> | Tradición | <input type="checkbox"/> | Es más nutritivo que el azúcar |
|--------------------------|-------|--------------------------|-----------|--------------------------|--------------------------------|

12. Como consume usted el dulce de panela?

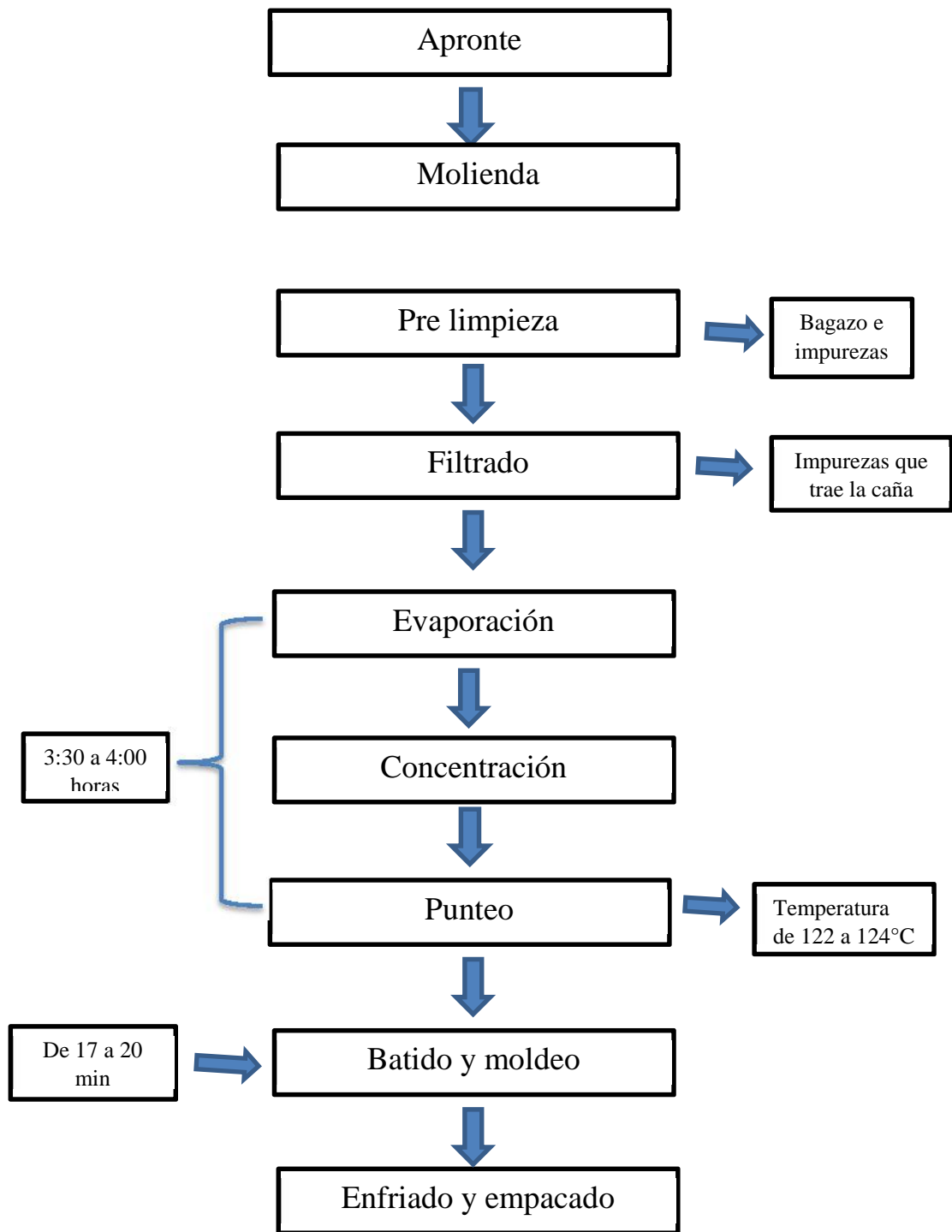
- | | | | | | |
|--------------------------|------|--------------------------|--------------|--------------------------|---------|
| <input type="checkbox"/> | Café | <input type="checkbox"/> | Fresco | <input type="checkbox"/> | Chilate |
| <input type="checkbox"/> | Te | <input type="checkbox"/> | Panificación | <input type="checkbox"/> | Chicha |

13.Cuál de los azúcares considera que es más saludable?

- | | | | |
|--------------------------|-----------------|--------------------------|------------------|
| <input type="checkbox"/> | Dulce de Panela | <input type="checkbox"/> | Azúcar Comercial |
|--------------------------|-----------------|--------------------------|------------------|



Anexos 4. Diagrama de flujo in situ para la elaboración de dulce de panela.



Anexo 5. Diagrama de flujo mejorado para producir dulce de panela.



Anexo 6. Etiqueta para colocar en el empaque del dulce de panela.

Anexo 7. Resumen del flujo de proceso de azúcar morena

MADUREZ DE LA CAÑA: para saber si el lote de caña a cortar está listo para ser procesado, se utiliza un refractómetro y se sacan muestras de jugo de unas 20 cañas por lote, se sacan muestras tanto del pie como de la parte final y saber cuál es el índice de madurez que tiene o porcentaje de sacarosa.

Formula

$$\text{IMC} = \frac{^{\circ}\text{B F}}{^{\circ}\text{B I}} \times 100$$

IMC = Índice de Madurez de la Caña

°BI = Brix Inicial o Basal

°BF = Brix Final o Terminal

Brix Final ÷ Brix Inicial es menor a (0.85) caña inmadura

Brix Final ÷ Brix Inicial esta entre (0.85 a 1) caña madura

Brix Final ÷ Brix Inicial es mayor a (1) es caña sobre madura

CORTE DE LA CAÑA: se realiza manualmente como corte general o entresaque.

TRANSPORTE HASTA EL INGENIO: este se lleva a cabo utilizando la fuerza de trabajo humano o de bestia mular y caballar.

RECCEPCIÓN DE LA CAÑA: la caña se debe almacenar en un lugar limpio y techado, no se debe almacenar más de tres días porque la sacarosa empieza a fermentarse y aumentan los niveles de azúcares reductores (glucosa y fructosa) y afecta tanto la calidad como el rendimiento del producto final.

MOLIENDA DE LA CAÑA: la caña es triturada por un molino de dos o tres rodillos ya sea que estén ubicados de forma horizontal o vertical y así mismo extraer el jugo de la misma.

FILTRADO: esto se hace para retener las impurezas que lleva el jugo ya sea (bagazil, hojas u otro material extraño que lleve la caña).

EVAPORACIÓN DEL JUGO: el jugo desde la temperatura ambiente es llevado a una temperatura de 123°C (254°F) en un tiempo de 3 horas y media, pasando de 21°B hasta una alta densidad de 85°B.

BATIDO DE LA MIEL: aquí se le incorpora aire a la miel para enfriarla y para que los gránulos de sacarosa crezcan y tenga una mayor porosidad. Se le da un batido constante hasta lograr un buen secado y espolvoreado.

SECADO: este se realiza en una cámara con inyección de aire caliente y de forma artesanal solo se coloca en una mesa dejando una película delgada y se pone al sol.

TAMIZADO: utilizando una maya se procede el tamizado o zarandeado del azúcar para obtener gránulos o cristales de azúcar uniformes.