



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**DIRECCIÓN DE POSGRADO Y FORMACIÓN CONTINUA**

**INFORME DE INVESTIGACIÓN  
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER  
EN AGROINDUSTRIA**

**MODALIDAD:**

(Trabajo de Titulación)

**TEMA:**

**EVALUACIÓN DE DOSIS DE AGENTES CLARIFICANTES  
NATURALES EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE  
LA PANELA ARTESANAL DE LA COMUNIDAD DE AGUAFRÍA,  
JUNÍN**

**AUTORA:**

**BEATRIZ MARÍA BRAVO ZAMORA**

**TUTOR:**

**Mg. FRANCISCO MANUEL DEMERA LUCAS**

**CO-TUTOR:**

**Mg. EDISON MACÍAS ANDRADE**

**CALCETA, AGOSTO 2020**

## DERECHOS DE AUTORÍA

BEATRIZ MARÍA BRAVO ZAMORA, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, que se han respetado los derechos de autor de terceros, por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido del mismo, así como ante la reclamación de terceros, conforme a los artículos 4, 5 y 6 de la Ley de Propiedad Intelectual.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido en el artículo 46 de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.



**BEATRIZ MARÍA BRAVO ZAMORA**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

**ING. FRANCISCO MANUEL DEMERA LUCAS, Mg**, certifica haber tutelado el trabajo de titulación Evaluación de dosis de agentes clarificantes naturales en las características fisicoquímicas de la panela artesanal de la comunidad de Agua fría, Junín, que ha sido desarrollado por **BEATRIZ MARÍA BRAVO ZAMORA**, previo a la obtención del título de Magister en Agroindustria, de acuerdo al Reglamento de la unidad de titulación de los programas de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

A handwritten signature in blue ink, reading "Demera Lucas F", written over a horizontal line. The signature is stylized and includes a vertical stroke that crosses the horizontal line.

**Mg. FRANCISCO MANUEL DEMERA LUCAS**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **EVALUACIÓN DE DOSIS DE AGENTES CLARIFICANTES NATURALES EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA PANELA ARTESANAL DE LA COMUNIDAD DE AGUAFRÍA, JUNÍN**, previa la obtención del título de Magister en Agroindustria, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



ING. Sofía Velázquez C, Mg

**MIEMBRO**



ING. JULIO SALTOS S, Ph.D

**MIEMBRO**



ING.ELY SACÓN V, Ph.D

**PRESIDENTE**

## AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

A mi familia por el apoyo incondicional que me han brindado para poder llevar a cabo mi meta como es adquirir el título en Magister en agroindustria.

A mi tutor Francisco Manuel Demera Lucas por todas sus orientaciones y la paciencia depositada en elaboración del trabajo de titulación



BEATRIZ MARÍA BRAVO ZAMORA

## DEDICATORIA

Como gesto de agradecimiento, le quiero dedicar este trabajo de tesis primero a Dios por todas las bendiciones que me brinda día a día. A mi familia por el apoyo incondicional que me han brindado para poder llevar a cabo mi meta como es adquirir el título en Magister en agroindustria.



BEATRIZ MARÍA BRAVO ZAMORA

## CONTENIDO GENERAL

Contenido	
DERECHOS DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
CONTENIDO GENERAL .....	vii
CONTENIDO DE TABLAS.....	viii
CONTENIDO DE FIGURAS.....	ix
CONTENIDO DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
PALABRAS CLAVE .....	x
ABSTRACT .....	xi
KEY WORDS.....	xi
<b>CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
1.1.- PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2- JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3.- OBJETIVOS.....	4
1.3.1.- OBJETIVO GENERAL .....	4
1.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
1.4- HIPÓTESIS .....	4
<b>CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>5</b>
2.1.-LA PANELA .....	5
2.1.1.- PROPIEDADES Y USOS DE LA PANELA.....	6
2.1.2.- PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE LA PANELA.....	6
2.1.3.- CLARIFICACIÓN DEL JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR.....	7
2.2.- AGENTES CLARIFICANTES NATURALES.....	7
2.2.1.- CADILLO BLANCO ( <i>Triumfetta mollisima</i> L) .....	8
2.2.2.- CÁSCARA DE CACAO DE MAZORCA MADURA .....	10
2.3.- INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN PARA EVALUAR LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS EN ALIMENTOS.....	11
2.3.1.- ESPECTROFOTOMETRÍA.....	11
2.3.2.- COLOR EN ALIMENTOS.....	12

2.3.3.- SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN .....	12
2.4.- CARACTERÍSTICAS DE LA CAÑA DE AZÚCAR .....	13
2.4.1.- ( <i>Saccharum Officinarum</i> ) .....	13
2.4.2.- VARIEDAD DE CAÑA DE AZÚCAR P.O.J 2878 .....	13
<b>CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....</b>	<b>15</b>
3.1.- Ubicación .....	15
3.2.- Duración .....	15
3.3.- Factores en estudio .....	15
3.4.- Niveles de los factores .....	15
3.5.- Tratamientos.....	16
3.6.- Diseño experimental .....	16
3.7.- Unidad experimental .....	17
3.8.- Manejo del experimento.....	17
3.8.1.- Diagrama de proceso para la elaboración de panela artesanal .....	21
3.9.- Variables a medir y método de evaluación.....	22
3.10.- Análisis estadístico .....	24
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>25</b>
4.1.- RESULTADOS DE LAS VARIABLES DE COLOR Y SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN EN LA PANELA ARTESANAL.....	25
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>32</b>
5.1.- CONCLUSIONES .....	32
5.2.- RECOMENDACIONES .....	32
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>34</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>38</b>

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: Sólidos sedimentables en panela sólida .....	6
Tabla 2: . Porcentaje Sólidos sedimentales en panela en bloque y granulada .....	10
Tabla 3: Detalle de los tratamientos .....	16
Tabla 4: Esquema del ANOVA.....	17
Tabla 5: Prueba de normalidad para las variables de color y sólidos en suspensión.....	25
Tabla 6: Prueba de kruskal-wallis para el factor tipos de agentes clarificantes naturales .....	26
Tabla 7: Prueba de kruskal-wallis para el factor dosis de agentes clarificantes naturales .....	28
Tabla 8: Prueba de Kruskal – Wallis para los tratamientos.....	29



## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de proceso de elaboración de panela artesanal .....	21
Figura 2. Prueba de Kruskal – Wallis para color en los niveles a1 y a2 .....	27
Figura 3. Prueba de Kruskal- Wallis de muestras independientes sólidos en suspensión .....	28
Figura 4. Prueba de Kruskal – Wallis en sólidos en suspensión para el factor B .....	29
Figura 5. Prueba de Kruskal – Wallis para color de los tratamientos .....	30
Figura 6. Prueba de Kruskal – Wallis para sólidos en suspensión de los tratamientos .....	31

## CONTENIDO DE ANEXOS

Anexo 1. Planta de cadillo blanco .....	39
Anexo 2. Corteza del tallo cadillo blanco .....	39
Anexo 3. Solución macerada de Corteza de cadillo blanco .....	39
Anexo 4. Cáscaras de cacao cortadas .....	40
Anexo 5. Maceración de cáscaras de cacao cortadas .....	40
Anexo 6. Solución macerada de Corteza de cadillo blanco .....	40
Anexo 7. Extracción del jugo de caña en el molino del trapiche .....	41
Anexo 8. Extracción del jugo de caña en el molino del trapiche .....	41
Anexo 9. Control de temperatura del jugo de caña de azúcar .....	41
Anexo 10. Filtración de las impurezas del jugo de caña .....	42
Anexo 11. Etapa de concentración .....	42
Anexo 12. Etapa de concentración .....	42
Anexo 13. Peso de la muestra triturada de panela en la balanza .....	43
Anexo 14. Filtración de la solución de panela en la bomba de vacío .....	43
Anexo 15. Peso de papel filtro después de la estufa .....	43
Anexo 16. Preparación de la solución para análisis de color .....	44
Anexo 17. Toma de lectura de color en el espectro .....	44
Anexo 18. Resultados del análisis de color en panela artesanal .....	45
Anexo 19. Resultados del análisis de color en panela artesanal .....	46
Anexo 20. Resultados del análisis de color en panela artesanal .....	47
Anexo 21. Resultados del análisis de sólidos en suspensión en panela artesanal .....	48
Anexo 22. Resultados del análisis de sólidos en suspensión en panela artesanal .....	49
Anexo 23. Resultados del análisis de sólidos en suspensión en panela artesanal .....	50

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar las características fisicoquímicas de la panela artesanal producida en la comunidad de Agua fría del cantón Junín mediante el uso adecuado de agentes clarificantes naturales. Se empleó un arreglo bifactorial AXB en diseño completamente al azar (DCA) con tres réplicas para cada tratamiento, tomando como unidad experimental 25 L de jugo de caña de azúcar por cada réplica. Para ello se manipularon los siguientes factores. A: tipos de agentes clarificantes naturales y B: dosis de agentes clarificantes naturales expresado en ml/l (100 ml, 130 ml y 160 ml/25 L). Se evaluaron las siguientes variables: Color y sólidos en suspensión en la panela artesanal. La dosis que permitió obtener las mejores características fisicoquímicas en la panela artesanal fue el nivel b<sub>3</sub> (160 ml). El tratamiento que presentó la menor cantidad de sólidos en suspensión fue T6 (solución macerada de cáscara de cacao de mazorca madura de color amarillo característico de la variedad nacional 160 ml /25 L de jugo de caña de azúcar) con un valor de 0,1 g/100 g de panela y para la variable de color el mejor tratamiento fue T3 (solución macerada de la corteza de tallos en estado de madurez intermedia del cadillo blanco 160 ml/ 25 L de jugo de caña de azúcar) con un valor de 57 absorbancia con una longitud de onda de 560 nm. Es importante mencionar que este estudio permitió mejorar el color de la panela y reducir los sólidos en suspensión.

## PALABRAS CLAVE

Panela, clarificantes naturales, cadillo blanco, color, y sólidos en suspensión

## **ABSTRACT**

The objective of this investigation was to determine the physicochemical characteristics of the artisan panela produced in the community of Agua Fria in Junín canton through the adequate use of natural clarifying agents. A two-factor AXB arrangement was used in a completely randomized design (DCA) with three replicates for each treatment, taking 25 L of sugarcane juice for each replicate as the experimental unit. For this, the following factors were manipulated. A: types of natural clarifying agents and B: doses of natural clarifying agents expressed in ml / L (100 ml, 130 ml and 160 ml / 25 L). The following variables were evaluated: color and suspended solids in artisan panela. The dose that allowed obtaining the best physicochemical characteristics in artisan panela was level b3 (160 ml). The treatment with the lowest amount of suspended solids was T6 (macerated solution of mature yellow cocoa pod, characteristic of the national variety 160 ml / 25 L of sugarcane juice) with a value of 0.1 g / 100 g of panela and for the color variable the T3 (macerated solution of the stem bark in the state of intermediate maturity of the white bur 160 ml / 25 L of sugar cane juice) with a value of 57 absorbance with a wavelength of 560 nm. It is important to mention that this study allowed to improve the color of the panela and reduce the solids in suspension.

## **KEY WORDS**

Panela, natural clarifying, white bur, color, and suspended solids

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1.- PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La producción mundial de panela en Latinoamérica y el Caribe es de alrededor de 13 millones de toneladas por año (González et al., 2016). Para la elaboración de este producto se necesita la materia prima, cuya fuente principal es la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). La panela es considerada un alimento primordial para la seguridad alimentaria, la economía agraria y el progreso rural en Latinoamérica (Gutiérrez, Arias y Ceballos, 2018).

Según Quezada, Quezada y Molina (2018) en Ecuador existen aproximadamente 519 micro empresas dedicadas a la producción de panela distribuidas en diferentes provincias. Manabí es muy conocida por su potencial agrícola, y exactamente uno de los productos que se cultivan en esta área es la caña de azúcar; debido a su tradición, el cantón Junín utiliza la producción de la misma para elaborar subproductos como panela, alcohol etílico, dulces, entre otros (Cartay, García, Mesa, Intriago y Romero, 2019).

Inclusive el 83% de la materia prima empleada en la producción de los derivados de la caña de azúcar en el cantón Junín, proceden de las plantaciones de los propios agricultores, sólo el 17% de la caña procesada se compra a otros productores del cantón, es importante indicar que las cantidades producidas de panela varía con la época del año, la mayoría de los productores concentran su elaboración entre los meses de agosto a diciembre (Gobierno Provincial de Manabí, 2015).

En la comunidad de Agua fría situada en el cantón Junín, existen cerca de 70 microempresas que se han dedicado durante décadas a la elaboración de panela artesanal aplicando saberes ancestrales dentro del proceso de clarificación del jugo de la caña de azúcar; empleando agentes clarificantes naturales tales como corteza de rama tierna de cacao y cáscara de cacao de mazorca madura entre otros. Según Vivanco, Matute y Campos (2018) en Ecuador se generan alrededor de 41 mil toneladas métricas anuales de residuos orgánicos de cacao maduro (cascarilla), que pueden ser aprovechados en el proceso de clarificación.

Los productores en el proceso de elaboración de panela desconocen técnicamente los factores como dosificación, incorporación y temperatura de coagulación de los agentes clarificantes, que tienen acción directa en la cantidad de sólidos en suspensión que se genera durante la clarificación del jugo.

En la investigación realizada por Demera et al. (2015) donde emplearon agentes clarificantes naturales, en el proceso de clarificación del jugo de caña de azúcar demostraron que la corteza de rama tierna de cacao a una cantidad de 13 g/L, removió la mayor cantidad de sólidos en suspensión.

Debido a lo anterior, el desarrollo de esta investigación científica se basa en la estandarización de la dosis de dos tipos de agentes clarificantes naturales tales como: Solución de cáscara de cacao (*Theobroma cacao*) de la mazorca madura de color amarillo característico de la variedad nacional y solución de corteza de tallos en estado de madurez intermedio de cadillo blanco (*Triumfetta mollissima* L) controlando la temperatura en la etapa de clarificación del jugo de caña de azúcar, con el propósito de obtener un producto de buena calidad en sus características fisicoquímicas.

Con estos antecedentes se plantea la siguiente pregunta científica ¿De qué manera afecta la dosificación de los agentes clarificantes y su forma de aplicación en las características fisicoquímicas de la panela artesanal producida en la comunidad de Agua fría?

## **1.2- JUSTIFICACIÓN**

Los productores de la comunidad de Agua fría han elaborado panela de forma artesanal desde hace muchas décadas, convirtiéndose en el sustento económico de la mayoría de familias de la comunidad y por ende del cantón Junín. La presente investigación tiene por finalidad mejorar las características fisicoquímicas de la panela incorporando agentes clarificantes naturales en el jugo de caña de azúcar tales como: La solución macerada de corteza de tallos en estado de madurez

intermedio de cadillo blanco y la solución macerada de cáscara de cacao de mazorca madura de color amarillo característico de la variedad nacional.

Según lo indicado por Osorio (2007) el cadillo blanco es un arbusto que crece unos tres metros de altura, donde los tallos más gruesos y vigorosos son los que tienen la corteza y el mucílago de mejor calidad; que son aprovechados por la industria panelera para clarificar el jugo de caña de azúcar.

Por otro lado, la cáscara del cacao madura es un residuo orgánico que contiene una gran cantidad de pectina, que puede ser aprovechada en la elaboración de diferentes productos alimenticios (Gutiérrez y López, 2018). Para ello es necesario estandarizar las dosificaciones idóneas de soluciones de estos agentes clarificantes naturales en la etapa de clarificación del jugo de caña, con el fin de reducir la mayor cantidad de sólidos en suspensión y mejorar el color en la panela artesanal.

En esta investigación se pretende coadyuvar al desarrollo de los pequeños productores de la comunidad de Agua fría, generando nuevos conocimientos en la dosificación y forma de aplicación de los agentes clarificantes naturales en la etapa de clarificación en el jugo de caña de azúcar, mejorando la calidad de la panela artesanal, permitiendo mayores ingresos económicos a las personas que participan directa o indirectamente en el proceso y comercialización del producto.

Las características fisicoquímicas de la panela artesanal se evaluaron bajo los parámetros de la normativa nacional vigente del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 2331:2002) para el color y sólidos en suspensión con el fin de asegurar un producto de calidad. Este estudio está alineado con el Plan Nacional de Desarrollo 2017–2021 Toda una Vida de Ecuador. De acuerdo al Objetivo 5. Política 5.6, que tiene como meta promover la investigación, la formación, la capacitación, el desarrollo y la transferencia tecnológica, la innovación y el emprendimiento, la protección de la propiedad intelectual, para impulsar el cambio de la matriz productiva mediante la vinculación entre el sector público, productivo y las universidades (Plan Nacional de Desarrollo, 2017).

## **1.3.- OBJETIVOS**

### **1.3.1.- OBJETIVO GENERAL**

- Determinar las características fisicoquímicas de la panela artesanal producida en la comunidad de Agua fría mediante la dosificación adecuada de agentes clarificantes naturales.

### **1.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer la dosis adecuada de la solución de los agentes clarificantes naturales para el mejoramiento de las características fisicoquímicas de la panela artesanal.
- Cuantificar la cantidad de sólidos en suspensión en la panela artesanal para la reducción de estos compuestos.
- Valorar mediante análisis de color la panela artesanal producida en la comunidad de Agua fría.

## **1.4-. HIPÓTESIS**

Al menos en uno de los dos tipos de agentes clarificantes naturales y su dosificación, influyen en las características fisicoquímicas de la panela artesanal, reduciendo significativamente la cantidad de sólidos en suspensión y mejorando el color en la panela.

## **CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1.-.LA PANELA**

La panela o azúcar no centrifugado, como se le conoce técnicamente, es un producto obtenido de la caña de azúcar, primordial dentro de las tendencias de consumo de alimentos menos procesados y más saludables (Guerrero y Escobar, 2016). Según Martínez, Echeverría y Jiménez (2018) la panela es promovida por las tiendas naturistas, supermercados e hipermercados por su validez nutricional, como minerales que benefician a la salud y su similitud con otros tipos de azúcares industriales. La diferencia que tiene este producto orgánico es que no incluye ningún aditivo químico en su proceso de elaboración.

Además, Quezada, Gallardo y Torres (2016) que las panelas de color amarillo profundo oscuro y anaranjado en diversos tonos, se deben a procesos de purificación o clarificación natural, según la especie vegetal y por el control adecuado de parámetros del proceso teniendo mayor aceptación por la calidad del producto.

Por otro lado, Quezada et al. (2018) manifiesta que en Ecuador la panela es considerada con el calificativo de artesanal y rudimentaria debido al desconocimiento de la tecnología, las deficientes prácticas de limpieza y clarificación del jugo de caña de azúcar, además por el uso de aditivos no deseables en la elaboración de la panela por parte de los productores. La norma INEN (2331:2002) define a la panela sólida como un producto obtenido por evaporación y concentración de los jugos de caña de azúcar, moldeados en diferentes formas.

Cabe mencionar que para la determinación de las propiedades fisicoquímicas de la panela sólida es necesario cumplir con los requisitos que se establecen dentro de la normativa (INEN 2331:2002) entre estos están: El Color T (550 nm) con un valor mínimo de 30 y máximo 75 en absorbancia y para los sólidos sedimentables tal como se lo muestra a continuación en la Tabla 1.



**Tabla 1**

Sólidos sedimentables en panela sólida

Clase	Máx. g/100 g de panela	Método de ensayo NTE INEN 388
Extra	0,1	
Primera	0,5	
Segunda	1,0	

**Nota:** INEN 2331:2002

De la misma forma en Colombia, de acuerdo a los requisitos que exige el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC 1311: 1991) para panela destinada al consumo humano en cuanto a propiedades fisicoquímicas para que ésta sea de calidad se debe de cumplir con los siguientes estándares: En cuanto al Color T (550nm) debe tener un valor mínimo de 30 y un valor máximo de 85 y en sólidos sedimentables (materias extrañas) en g/100g de panela (máximo) referente a la calidad: Extra 0,1., primera 0,5 y segunda 1,0. (ICONTEC 1311:1991 citado por Ramos, 2013).

### 2.1.1.- PROPIEDADES Y USOS DE LA PANELA

- Aporte rápido de energía tras un esfuerzo agotador.
- En bebidas refrescantes (con limón y naranja agria).
- En bebidas calientes (café, chocolate, aromáticas y té).
- En salsa para carnes y repostería.
- En conservas de frutas y verduras.
- Para edulcorar jugos.
- En tortas, bizcochos, galletas, mermeladas y postres (Ramos, 2013).

### 2.1.2.- PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE LA PANELA

La transformación de la panela inicia con la cosecha de la caña y el proceso agroindustrial que se desarrolla en diferentes etapas que incluyen la extracción del jugo en molinos, con muy bajas relaciones de extracción (entre el 30 y 50%), quedando del 10 al 15% del jugo extraído en el bagazo. Los jugos son sometidos a limpieza, clarificación, concentración por calentamiento hasta obtener el moldeo,

empaquete y comercialización del producto (Quiroga, Guerrero, Ruíz, Guillén y Jiménez, 2017).

Así mismo, Quezada y Gallardo (2014) mencionan que la agroindustria panelera juega un papel importante en el desarrollo económico del Ecuador, después de la cosecha de la caña, se llevan a cabo una serie de etapas en fábrica para obtener la panela y otros productos derivados. Dentro de estas etapas una de las más importantes para garantizar la calidad del producto final, en cuanto a textura, color y sabor entre otras propiedades está la clarificación del jugo de caña de azúcar.

### **2.1.3.- CLARIFICACIÓN DEL JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR**

Esta fase del proceso consiste en eliminar los sólidos suspendidos, las sustancias coloidales y algunos compuestos colorantes presentes, una vez que se recibe el jugo en el tanque receptor, pasa a la bandeja receptora a temperatura ambiente, donde el calentamiento comienza y cuando llega a una temperatura de 50 a 55°C este calentamiento acelera la formación de partículas grandes y su velocidad de movimiento, lo que facilita su separación. Luego se agregan los clarificadores vegetales (solución aglutinante) cuando los jugos han alcanzado una temperatura superior a 60°C. Una vez que la bandeja haya llegado una temperatura entre 75 y 85°C se forma una cachaza negra que debe eliminarse (Buste, 2019). Así mismo Demera et al. (2015) indican que la temperatura que empleó para clarificar el jugo de la caña de azúcar fue de 65°C para todos sus tratamientos.

### **2.2.- AGENTES CLARIFICANTES NATURALES**

Son sustancias extraídas de la corteza, tallos, frutos de plantas utilizadas en el proceso de clarificación de los jugos de la caña de azúcar, permitiendo el aglutinamiento y la floculación de las impurezas contenidas en los mismos (Orejuela, Casallas y Esneider, 2018). Así mismo, García (2015) menciona que estos agentes clarificantes naturales tienen como fin eliminar por aglomeración (coagulación) o por floculación los sólidos en suspensión, las sustancias coloidales y algunos compuestos colorantes presentes en el jugo de la caña.

Además, Osorio (2007) indica que la clarificación del jugo de caña de azúcar consiste en la eliminación de las cachazas que son los sólidos en suspensión, tales como bagacillos, hojas, arenas, tierra, sustancias coloidales y sólidos solubles presentes en el jugo de caña, debido a la labor combinada del calentamiento por la hornilla y la acción de agentes clarificantes naturales.

Entre los clarificantes naturales vegetales más conocidos están los obtenidos de la maceración de las cortezas del balso, cadillo, guásimo y otras plantas o productos vegetales de uso no tan generalizado, como la escoba babosa, el Juan Blanco y la corteza de la cáscara del fruto del cacao maduro (García, Albarracín, Toscano, Santana, Insuasty y 2007).

### **2.2.1.- CADILLO BLANCO (*Triumfetta mollisima* L)**

Este aglutinante se lo obtiene recolectando los tallos a partir de los cuatro meses de establecida la planta y se selecciona segmentos de tallos de 40 cm, macerando 4 kilos de tallos en 10 L de agua, la cual desprende una sustancia viscosa, a la que se debe hacer reposar por 24 horas para ser utilizada como blanqueador natural en el jugo de la caña (Loayza, 2016).

El mismo autor señala en su investigación respecto a los resultados obtenidos, se identificó que el aglutinante que presentó mejor efecto en cuanto a calidad y color de la panela, fue el tratamiento T5 de *Triumfetta mollisima* L con una dosis de 800 cc en 200 L de jugo de caña; el mejor color de panela obtenido corresponde al tratamiento T5.

También, García et al. (2007) menciona que, para obtener los mejores resultados en la limpieza de los jugos, se debe preparar una solución aglutinante, disolviendo en agua la corteza de las ramas para la obtención del agente clarificante natural. La solución se prepara de la siguiente manera: Se cortan las ramas semileñosas (ni tiernas, ni viejas) de guásimo, cadillo y balso donde se desprenden las cortezas y se maceran con un mazo sobre una superficie limpia. Las cortezas maceradas se atan y se colocan en un recipiente con agua, preferiblemente tibia (50 °C). Luego

se agitan durante unos 5 minutos para diluir el mucílago y se deja reposar hasta obtener una solución parecida a la clara de huevo.

Así mismo Oliva, Carranza y Pérez (2019) utilizaron mucílagos naturales de cuatro especies vegetales (juan blanco, cadillo blanco, cadillo negro y llausaquiro), recolectaron las muestras del material vegetal (tallo, corteza) donde se procedió a triturar en forma manual hasta formar una dilución con agua caliente (a temperatura de 50°C) en relación de 1:8 de producto triturado frente a agua, realizando el macerado de la solución por un tiempo de 24 horas a temperatura ambiente al término de este período, el agente clarificante vegetal macerado fue tamizado, y de esta manera fueron preparados los clarificantes vegetales, quedando aptos para uso en el proceso de clarificación de la panela.

Oliva, Rimachi y Oliva (2017) indican que los mejores tratamientos de su investigación fueron validados obteniendo un mejor tratamiento por variedad de caña. Para la variedad amarilla se encontró mayor respuesta utilizando cadillo blanco a una dosis del 2% y aplicado a temperatura en jugo de 70 °C; paralelamente, el mejor resultado para la variedad carriza se encontró con balso blanco a una dosis del 2% y a temperatura de 70 °C; finalmente, para la variedad colcamar el tratamiento de mayor efectividad resultó utilizando cadillo de mula a una dosis del 1% y aplicado a temperatura de jugo de 60 °C.

En la investigación realizada por Loyo (2018) en el proceso de clarificación del jugo de caña de azúcar, utilizó pulpa de Nopal donde efectuó el macerado de la pulpa con el agua en relación 1:1 por un tiempo de 12 horas, después lo filtró con la ayuda de un lienzo en un recipiente y obtuvo el producto final el mucílago de nopal.

Además, el mismo autor indica que los valores promedios de cantidad de impurezas generada en cada uno de los tratamientos en estudio, fueron identificados como los mejores; T6 (90 ml + 100 °C), T5 (90 ml + 90 °C) y T4 (90 ml + 80 °C). Es evidente que tanto la temperatura como la cantidad de mucílago incorporada en el jugo en el proceso de clarificación influyen directamente en la cantidad de impurezas que en este proceso se genera debido a que al aumentar la cantidad de mucílago este atraparé más sólidos en suspensión presentes en el jugo convirtiéndolos en residuos.

Cabe destacar en la investigación de González et al. (2016) los resultados obtenidos de la clarificación del jugo de caña de azúcar con guácimo y cal en caliente para el proceso de fabricación de la panela en bloque y granulada, la cantidad de los sólidos sedimentados se encuentra por debajo de uno tal como se los muestra a continuación en la

Tabla 2.

**Tabla 2**

Porcentaje Sólidos sedimentales en panela en bloque y granulada

Método	Tipo de panela	Sólidos sedimentados
Sistema tradicional	Bloque	0,6 -0,8
	Granulada	0,8 -0,9
BPM	Bloque	0,2
	Granulada	0,2 - 0,4

**Nota:** González et al. (2016)

### 2.2.2.- CÁSCARA DE CACAO DE MAZORCA MADURA

Los granos de cacao proporcionan materias primas para las industrias alimentarias mundiales valoradas en más de \$ 47 mil millones en exportaciones mundiales. Sin embargo, aproximadamente el 80 % de la fruta de cacao se desecha como biomasa residual (cáscaras de vainas de cacao, las cáscaras de granos de cacao y las sudoraciones de cacao), los agricultores rutinariamente desechan estos residuos (Vásquez et al., 2019).

La cáscara de cacao posee propiedades nutricionales como: proteínas, fibras solubles, pectinas, asimismo contiene una cantidad importante de compuestos bioactivos y propiedades funcionales en especial una importante actividad antioxidante, bajo costo, representa un atractivo ingrediente para la elaboración de bebidas funcionales (Loza y Inga, 2018).

Con la escasez de recursos naturales y los problemas ambientales en la industria alimentaria, crece el interés en recuperar subproductos para la obtención de ingredientes, las cáscaras de la mazorca de cacao representan el principal desecho de esta agroindustria (Sotelo, Alvis y Arrázola, 2015).

Buste (2019) menciona que el mejor tratamiento para la clarificación de jugo de caña de azúcar (*saccharum officinarum*) mediante el uso del mucílago de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) del clon CCN-51 se dio con el T8 (viscosidad 30 Cp \* 1,50% de mucílago en relación al volumen de jugo a ser clarificado) con el que se alcanzó un efecto de clarificación con cáscara de cacao CCN-51 con una longitud de onda de 362 nm.

Además, el mismo autor indica para medir la calidad de la clarificación de jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) de la variedad Ragnar, considerando el tratamiento T8, es decir utilizando mucílago de cáscara de cacao de 30 Cp. y 1,5%, se estableció longitud de onda 362 nm y una absorbancia de 3,178.

La determinación y evaluación del color de los derivados de la agroindustria panelera, indica una medida de control de calidad y aceptación o rechazo en el mercado, el color depende de la utilización o no de clarificantes naturales o químicos incorporados en el jugo de caña durante su proceso de fabricación (Quezada et al., 2016).

## **2.3.- INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN PARA EVALUAR LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS EN ALIMENTOS**

### **2.3.1.- ESPECTROFOTOMETRÍA**

Es una herramienta muy utilizada en los laboratorios químicos, bioquímicos y médicos se ocupa del estudio del fenómeno de absorción de luz por moléculas en solución. La especificidad de un compuesto para absorber luz en una longitud de onda particular es útil en mediciones cuantitativas (Kumar y Gill, 2018).

Los mismos autores mencionan que cuando un haz de luz de una longitud de onda particular pasa a través de una solución, la solución absorbe cierta cantidad de luz en consecuencia disminuye la intensidad de la luz que sale de la solución. El fenómeno de absorción de luz por una solución sigue la ley de Beer-Lambert. La ley de Beer establece que la cantidad de luz transmitida disminuye exponencialmente

con el aumento de la concentración de medio absorbente, además establece que la cantidad de luz transmitida disminuye exponencialmente con el aumento del espesor del medio absorbente.

### **2.3.2.- COLOR EN ALIMENTOS**

El color es uno de los parámetros más importantes para la aceptación de un producto para el consumidor, no existen estándares o referencias de color cualitativo que permitan identificar y establecer el mejor color. En panela se recomiendan los tonos naranja-marrón, evitando los tonos naranja demasiado claros o fuertes, debido a que están asociados con la adición de aditivos modificadores de color (Vera, García, Otálvaro y Mendieta, 2019). La incorporación de estas sustancias depende de las regulaciones de cada país, en este caso con relación a la investigación del Ecuador.

### **2.3.3.- SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN**

Son partículas muy pequeñas, que no se pueden eliminar de forma natural eficientemente, sino que se necesita de un proceso, pudiendo ser identificadas con la descripción de características visibles del agua o alguna bebida, con parámetros como turbidez, claridad, gusto, color y olor (Flores, 2020). Así mismo señala Núñez (2018) que son todas aquellas sustancias que están suspendidas en el seno del agua y no decantan de forma natural.

En la investigación de Demera et al. (2015) donde realizaron el análisis de sólidos en suspensión, tomaron muestras de 100 ml, utilizando una bomba de vacío marca Medi-Pump modelo 1130 manejando una presión de 20 cmHg, papel filtro número 40 marca Macherey Nagel (NM), balanza analítica marca Shimadzu AX200 y una estufa marca Memmert a una temperatura de 105 °C por un periodo de tiempo de una hora, los sólidos en suspensión lo determinaron pesando el residuo que queda en el filtro, después de secado.

Además, Meerod, Detyothin y Weerawatanakorn (2018) determinaron el valor del sedimento adaptando a productos tradicionales de azúcar moreno de caña donde pesaron 10 g de la muestra disolviéndolo en 100 ml agua destilada en un vaso de precipitación, luego lo agitaron con un agitador magnético, y posteriormente lo filtraron a través del filtro No.42 con una bomba al vacío. Las muestras se secaron en horno de aire caliente a 105 °C durante 60 minutos. El valor del sedimento fue calculado como la siguiente ecuación (1).

$$\text{Sedimento} = (Wt - W1)/W2 \times 100 \quad (1)$$

Wt= peso del papel de filtro y la muestra después del horno (g),

W1 = peso del papel de filtro y W2 = peso de la muestra.

## 2.4.- CARACTERÍSTICAS DE LA CAÑA DE AZÚCAR

### 2.4.1.- (*Saccharum Officinarum*)

De acuerdo a lo establecido con la norma INEN 2331 (2002) en Ecuador el género utilizado es el tallo procedente de cualquier variedad de la planta gramínea ***Saccharum officinarum***. La caña de azúcar pertenece a la familia de las gramíneas presenta tallos con altos contenidos de azúcares entre 18 y 22 ° Brix en su punto óptimo de maduración; el tallo se utiliza para la producción de azúcar, mieles, panela, de acuerdo al proceso al que se someta (Quiroga et al., 2017).

La caña de azúcar está compuesta principalmente por agua (74,50%), azúcares (14%) y sacarosa (12,5%), además de otros compuestos que se encuentran en pequeñas cantidades como los minerales, proteínas, ceras, grasas y ácidos que puedan estar libres o combinada. (Fiestas, Santos, Banda, Valdiviezo y Arellano, 2016).

### 2.4.2.- VARIEDAD DE CAÑA DE AZÚCAR P.O.J 2878

Genera jugos de excelente calidad se caracteriza por tener una óptima y estable maduración, por lo cual esta no permite que se produzca desdoblamiento en sus



jugos. En excelentes condiciones de maduración, esta variedad se puede utilizar en la producción de panela pulverizada, granulada, pastilla y redonda, gracias a que estos jugos son de fácil clarificación se utiliza para la elaboración de mieles y jugos para consumo del ser humano (López, 2015).

## **CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **3.1.- Ubicación**

Esta investigación se desarrolló en el área de producción de panela del señor Deiton Bravo, en la comunidad de Agua fría del cantón Junín dentro de las siguientes coordenadas: Latitud 0°56'21' sur, Longitud 80°12'05' oeste, los análisis de sólidos en suspensión se los realizó en el laboratorio de Bromatología de la carrera de Agroindustria y los análisis de color se lo efectuó en el laboratorio de Química Ambiental y Suelo ubicado en el área Agroindustrial de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López "ESPAM" ubicada en el Sitio El Limón del cantón Bolívar, situada geográficamente entre las coordenadas 0°49'23" de Latitud Sur y 80°11'01" oeste (Google Earth, 2020).

### **3.2.- Duración**

El desarrollo experimental de la investigación se llevó a cabo desde el mes de octubre de 2019 hasta marzo de 2020.

### **3.3.- Factores en estudio**

Los factores que se evaluaron en el presente trabajo de investigación son los siguientes:

Factor A: Tipos de agentes clarificantes naturales

Factor B: Dosis de agentes clarificantes naturales

### **3.4.- Niveles de los factores**

Para el factor A, tipos de agentes clarificantes naturales se utilizaron los siguientes niveles:

a<sub>1</sub> = Solución macerada de corteza de tallos en estado de madurez intermedio de cadillo blanco

$a_2$  = Solución macerada de cáscara de cacao de mazorca madura de color amarillo de la variedad nacional.

Para el factor B, dosis de agentes clarificantes naturales se manejaron los siguientes niveles para 25 L de jugo de caña de azúcar según la investigación de Loayza (2016).

$b_1$  = 100 ml

$b_2$  = 130 ml

$b_3$  = 160 ml

### 3.5.- Tratamientos

De la combinación de los diferentes niveles de cada factor se detallan los siguientes tratamientos. Tal como se la describe en la Tabla 3.

**Tabla 3**  
Detalle de los tratamientos

Tratamientos	Códigos	Descripción	
		Agentes clarificantes naturales	ml de agentes clarificantes naturales/25 L de jugo de caña de azúcar
T1	$a_1b_1$	Cadillo blanco	100
T2	$a_1b_2$	Cadillo blanco	130
T3	$a_1b_3$	Cadillo blanco	160
T4	$a_2b_1$	Cáscara de cacao	100
T5	$a_2b_2$	Cáscara de cacao	130
T6	$a_2b_3$	Cáscara de cacao	160

**Nota:** La Autora

### 3.6.- Diseño experimental

En relación con el principio único o múltiple de los diseños, esta investigación es de tipo experimental y está sujeta a un arreglo bifactorial  $A \times B$  en Diseño completamente al azar (DCA).

- **Esquema del ANOVA**
- Se estableció el siguiente esquema del ANOVA como se lo muestra a continuación en la Tabla 4.

**Tabla 4**  
Esquema del ANOVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	17
Factor A	1
Factor B	2
Interacción AxB	2
Error	12

Nota: La Autora

### 3.7.- Unidad experimental

Para elaborar panela se emplearon 25 L de jugo de caña de azúcar por cada réplica, considerando que se utilizó 18 unidades experimentales que correspondieron a tres réplicas por cada tratamiento dando como resultado del material experimental 450 L de jugo de caña de azúcar.

De cada unidad experimental se obtuvieron seis panelas de 0,68 Kg cada una, de las cuales se seleccionó al azar una para los análisis correspondientes.

### 3.8.- Manejo del experimento

Para el desarrollo del proceso de elaboración de panela artesanal que se realizó en la comunidad de Agua fría del cantón Junín, se llevaron a cabo cada una de las etapas que corresponden al diagrama de flujo como se detalla en la Figura 1.

- **Recepción:** La recepción de la materia prima (caña de azúcar) se la realizó con un índice de madurez adecuado de 0,95 a 1 (Mosquera, Carrera y Villada y 2007), en un lugar seco y limpio por un tiempo de máximo de 24 horas antes de ser procesada.
- **Selección:** La caña de azúcar para la elaboración de panela fue de la variedad P.O.J 2878, la cual tenía 5 entrenudos de longitud y 4 centímetros de diámetro, también se midieron los °Brix con un refractómetro marca Sper Scientific, modelo 30003s, los cuales estuvieron entre 18 a 20°Brix, asimismo las cañas defectuosas (daño físico, mecánico, biológico entre otros) se las

desechó y las que se hallaban en buen estado pasaron al proceso de molienda.

- **Molienda:** La caña de azúcar se la introdujo por el molino del trapiche para extraer el jugo, además se obtuvo una parte sólida denominada bagazo utilizado para la alimentación de animales rumiantes.
- **Descortezado del cadillo blanco:** Es importante indicar que para el tipo de agente clarificante natural cadillo blanco, se utilizaron tallos con un estado de madurez intermedio desde la parte basal hasta la parte apical con una longitud de 80 a 100 cm con un diámetro de 2,5 a 3 cm. Una vez recolectados los tallos se procedieron a quitar la corteza obteniendo la madera y la corteza. Como de detalla en el Anexo 2.
- **Maceración de la corteza de cadillo blanco:** Se dejó macerar dos kilogramos de la corteza del tallo del cadillo blanco en 5 L de agua destilada a temperatura ambiente en un recipiente de plástico de polietileno con capacidad de 10 L, por 24 horas.
- **Filtrado:** Una vez transcurrido este tiempo se procedió a filtrar el macerado con la ayuda de un tamiz de 125 microns marca Fieldmaster en un recipiente de plástico limpio, dejando de lado la corteza del cadillo blanco para obtener el producto final que fue la solución del agente clarificante. para emplearla en el proceso de clarificación del jugo de caña de azúcar.
- **Cortado de la cáscara de cacao de la mazorca madura:** Se emplearon cáscaras de cacao de mazorca madura de color amarillo característico de la variedad nacional, se las cortó sobre una mesa de acero inoxidable con un cuchillo tramontina en medidas de dos centímetros de largo.
- **Maceración de la cáscara de cacao:** Del producto cortado se utilizaron dos kilogramos, se dejó macerando en 5 litros de agua destilada a temperatura ambiente por 24 horas, a partir de ahí se obtuvo una solución.

- **Filtrado:** Una vez obtenida la solución, ésta se la filtró con la ayuda de un tamiz de 125 microns marca Fieldmaster, en un recipiente de plástico limpio de 10 L para colocar el agente clarificante a usar en el jugo de caña de azúcar.
- **Clarificación del jugo por floculación:** En esta etapa se utilizó un recipiente de acero inoxidable donde se agregaron los tratamientos de solución de agentes clarificantes naturales/25 L de jugo de caña como se muestra en la Tabla 4, posterior a esto se eliminaron las impurezas que se encontraron presentes en el jugo como: bagacillos, arenas, tierra, sustancias coloidales entre otros (Osorio, 2007). En esta etapa es necesario un control de la temperatura empezando desde 65 °C hasta los 85 °C; la filtración de las impurezas del jugo se lo realizó con un tamiz de 250 Microns, marca Fieldmaster.
- **Concentración:** Una vez culminada la clarificación del jugo de caña de azúcar, se dejó concentrar en el recipiente de acero inoxidable realizando un batido con rapidez, mediante la utilización de una paleta de madera hasta que alcance una temperatura de 127°C con un porcentaje de °Brix de 88, con el fin de que se mezclen los componentes hasta lograr la consistencia deseada en el producto, este proceso tuvo una duración de dos horas.
- **Moldeo:** El producto resultante se lo colocó en el molde de madera de mango previamente esterilizado hasta que se solidificó y endureció por un tiempo de 15 minutos.

- **Envasado:** El producto sólido panela se lo envasó en fundas plásticas estériles tipo Ziploc a temperatura ambiente (25 °C), cada panela tuvo un peso de 1,5 lb.
- **Almacenamiento:** Se lo almacenó en gaveta plástica de marca Pika en un lugar seco a temperatura ambiente (25 y 30°C).

### 3.8.1.- Diagrama de proceso para la elaboración de panela artesanal

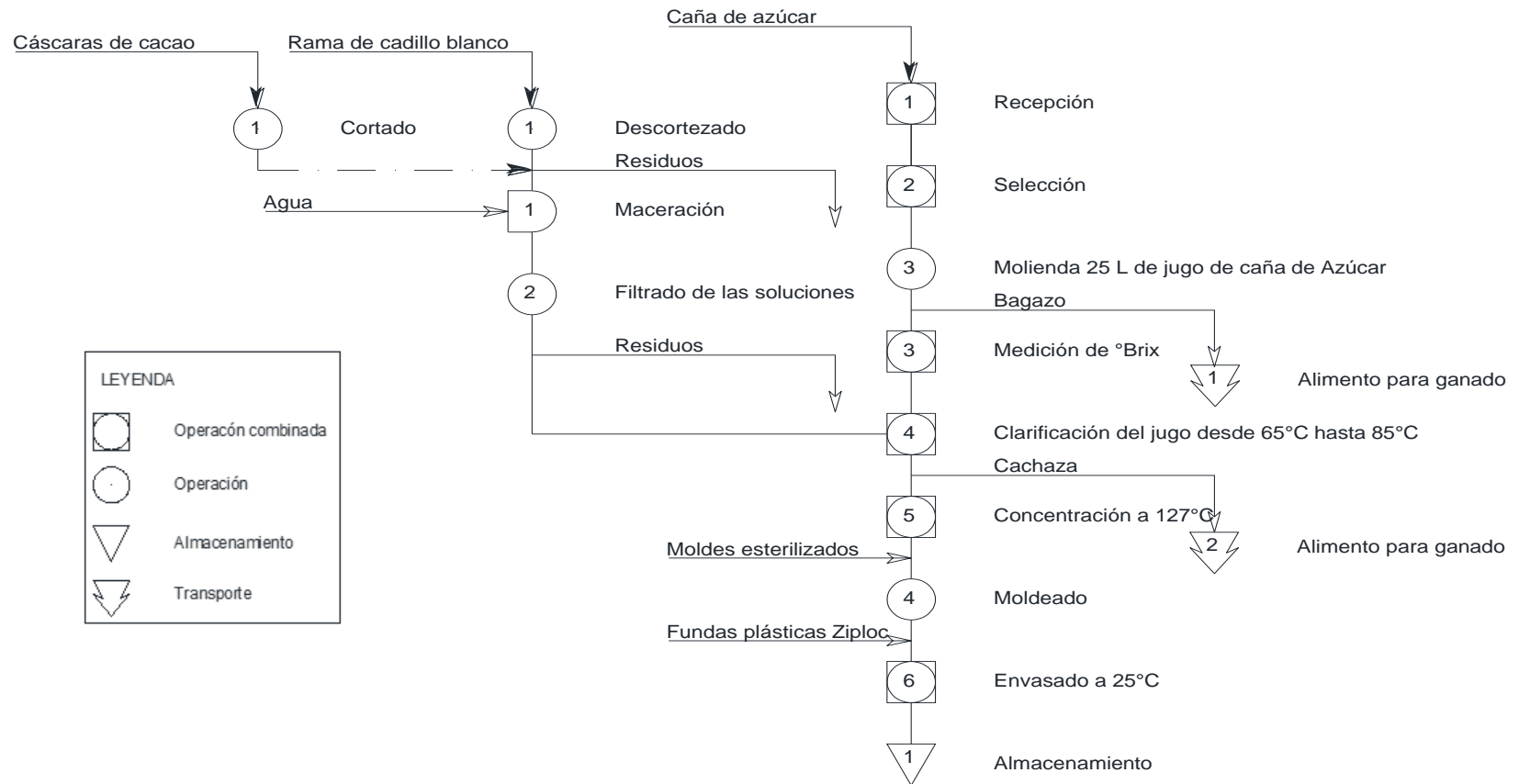


Figura 1. Diagrama de proceso de elaboración de panela artesanal

Fuente: La Autora



### 3.9.- Variables a medir y método de evaluación

- ✓ Color: Esta variable se evaluó mediante el método de espectrofotometría ultra violeta, el criterio es el siguiente: Absorbancia.
- ✓ Sólidos en suspensión. Se evaluó mediante el método de la de la AOAC (1983).

De cada unidad experimental (panela) se tomaron dos muestras de 300 y 100 g que fueron envasadas en fundas plásticas estériles Ziploc para el análisis de color y el de sólidos en suspensión (SS) respectivamente.

**3.9.1.- El análisis de color:** Este análisis se lo realizó a muestras de panela en el Laboratorio de Química de la carrera de Medicina Veterinaria de la ESPAM, donde se aplicó el siguiente procedimiento.

En una balanza analítica digital marca Sartorius, modelo Cp2245, se colocó un vaso de precipitación de 250 ml, donde se pesaron 5 g de la muestra de panela previamente triturada en un mortero, en 100 ml de agua destilada, luego se la colocó en la plancha agitadora magnética marca Corning y se le puso una bala magnética para que agite hasta disolver la muestra.

En un vaso de precipitación de 250 ml se procedió a filtrar la solución obtenida mediante el uso de un embudo y un papel filtro número 40, después con una pipeta volumétrica de 10 ml, se midieron 10 ml de la solución y se la colocó en un matraz aforado enrasándolo con 100 ml de agua destilada, finalmente con una pipeta volumétrica se midieron 10 ml de solución, se colocó en una cubeta de espectro de 10 ml para su posterior análisis.

Se encendió el espectrofotómetro Ultra Violeta (UV) marca spectroquant Move modelo 100, se calibró el equipo con el blanco o patrón con la longitud de onda de 560 nanómetros debido a las especificaciones técnicas del equipo, luego se colocó la muestra a analizar y se puso en marcha el equipo para que empiece analizar la

muestra, posteriormente se tomó la lectura y por último se reportó el resultado en las unidades de absorbancia.

**3.9.2.- Análisis de sólidos en suspensión:** Este análisis se lo efectuó mediante el método de la AOAC (1983) citado por Demera et al. (2015) para agua adaptado a muestra de panela mediante la ayuda de una bomba de vacío marca Medi-Pump modelo 1130 manejando una presión de 20 cmHg.

En una balanza analítica digital marca Sartorius, modelo Cp2245 se colocó un pedazo de papel de aluminio donde se pesó 10 g de la muestra de panela, luego en un vaso de precipitación de 250 ml se colocó la muestra con 100 ml de agua destilada para luego llevarla a la plancha magnética marca Corning y con la ayuda de una bala magnética para que agite hasta disolver la muestra.

Los 100 ml de la solución obtenida de la agitación se la colocaron en una probeta marca LMS esterilizada de 100 ml, esta solución líquida se la vertió en la bomba de vacío a través del papel filtro número 40 marca Macherey Nagel (NM) previamente tarado y pesado en la balanza analítica marca Sartorius, modelo Cp2245. La probeta se la enjuagó con agua destilada y se la volvió a vaciar sobre el papel filtro. Realizado lo anterior, el papel filtro se lo retiró de la bomba de vacío con la ayuda de una pinza, procurando tener el mayor cuidado posible, para luego ser colocado en una caja Petri y llevado a secar a la estufa marca Memmert a una temperatura de 105 °C por un período de tiempo de una hora.

Cumplido este tiempo se retiró el papel de la estufa y se lo colocó en el desecador por un lapso de 20 minutos, para luego proceder a pesarlo y aplicar la siguiente ecuación (Demera et al., 2015).

$$g \text{ de sólidos en suspensión} = \frac{(ppd-ppv)}{pm} \times 1000 \quad (2)$$

**Datos**

PPV (Peso del papel filtro vacío)

PPD (Peso del papel filtro desecado)

PM (Peso de la muestra)

### **3.10.- Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico de las variables en estudio se realizó las siguientes pruebas:

Las variables en estudio no cumplieron con los supuestos del ANOVA mediante pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad (Levene), procediendo a realizar la prueba no paramétricas de Kruskal- Wallis.

El análisis de los datos se efectuó por medio del programa de Microsoft Office Excel 2016 y SPSS 21 Versión Libre.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1.- RESULTADOS DE LAS VARIABLES DE COLOR Y SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN EN LA PANELA ARTESANAL

Para comprobar la distribución normal de los datos se procedió a realizar el supuesto del ANOVA (Normalidad).

Una vez efectuado el supuesto de normalidad mediante la prueba de Shapiro Wilk, se evidenció que las variables de color y sólidos en suspensión, no cumplen este supuesto como se puede observar en la Tabla 5, debido a que su significancia es menor a  $*p < 0,05$ .

**Tabla 5**

Prueba de normalidad para las variables de color y sólidos en suspensión

Pruebas de normalidad			
Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.
Color	0,808	18	0,002
Sólidos en suspensión	0,864	18	0,014

**Nota:** La Autora

Debido a lo anterior, se aplicó la prueba no Paramétrica de Kruskal Wallis para cada una de las variables.

Como se evidencia en la Tabla 6, en cada una de las variables (color y sólidos en suspensión) existe diferencia estadística significativa, para el factor A (tipo de agentes clarificantes naturales).

**Tabla 6**  
Prueba de kruskal-wallis para el factor tipos de agentes clarificantes naturales

<b>Resumen de prueba de hipótesis</b>				
	<b>Hipótesis nula</b>	<b>Test</b>	<b>Sig.</b>	<b>Decisión</b>
1	La distribución de Color es la misma entre las categorías de Tipos de agentes clarificantes naturales.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,021	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de Sólidos en suspensión es la misma entre las categorías de Tipos de agentes clarificantes naturales.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,024	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0,05.

**Nota:** La Autora

Como se muestra en la Figura 2, la media de color del nivel a<sub>1</sub> empleando solución de corteza de los tallos en estado de madurez intermedio de cadillo blanco, presenta la menor absorbancia en comparación con la media de color del nivel a<sub>2</sub> solución de la cáscara de cacao de mazorca madura de color amarillo característico de la variedad nacional, denotando mayor clarificación del nivel a<sub>1</sub> en relación al nivel a<sub>2</sub>. Por lo que cumple con lo establecido con la Norma INEN 2331: 2002 para panela sólida, donde el valor mínimo para color es 30 y el máximo es 75 en absorbancia, además estos datos son similares a la norma ICONTEC 1311 (Segunda Actualización, 1991). Colombia citado por Ramos (2013) donde el valor mínimo es 30 y el máximo es 85 en absorbancia.

Así mismo García (2019) determinó en jugo clarificado de caña de azúcar una absorbancia de 57 con una longitud de onda de 720 nm. Es importante mencionar que la absorbancia varía con la composición y la concentración de los elementos en una muestra. Cuando la medición de la absorbancia se hace a una longitud de onda específica la técnica es conocida como colorimetría, y si se usan todas las longitudes de onda del espectro ultravioleta se le conoce como espectrofotometría (Olsen, 1990 citado por Vidal y Vargas, 2014).

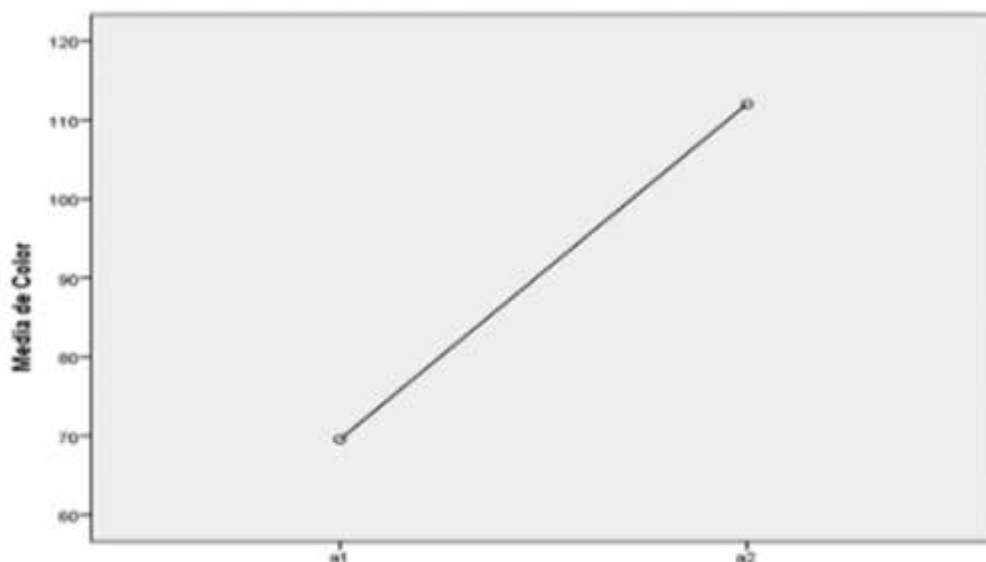


Figura 2. Prueba de Kruskal – Wallis para color en los niveles  $a_1$  y  $a_2$

**Nota:** La Autora

Como se lo aprecia en la Figura 3, para la variable sólidos en suspensión las medias de los niveles  $a_1$  y  $a_2$  se encuentran dentro de los parámetros establecidos de la norma INEN 2331:2002, cabe mencionar que el nivel  $a_2$  es el que presenta menor cantidad de sólidos en suspensión en la investigación. Así mismo González et al. (2016) emplearon como clarificantes, guácimo y cal para elaboración de panela, presentando resultados de 0,6 y 0,8 g/100 g de panela, siendo estos resultados semejantes a los obtenidos en la presente investigación. Además, Flores y Tafur (2012) en jugo pasteurizado de caña de azúcar negra a 100°C por 15 min obtuvieron un valor en sólidos en suspensión de 0,04 g.

Caicedo y Saa (2011) manifiestan que los agentes clarificantes naturales son los responsables de la clarificación y recolección de sustancias y elementos no deseados en el jugo de la caña, proceso que permite la obtención de panela de muy buena calidad. Lo que se busca con la utilización de estos es la eliminación de los sólidos en suspensión, como hojas, arenas, sustancias coloidales y sólidos solubles presentes en el jugo de la caña.

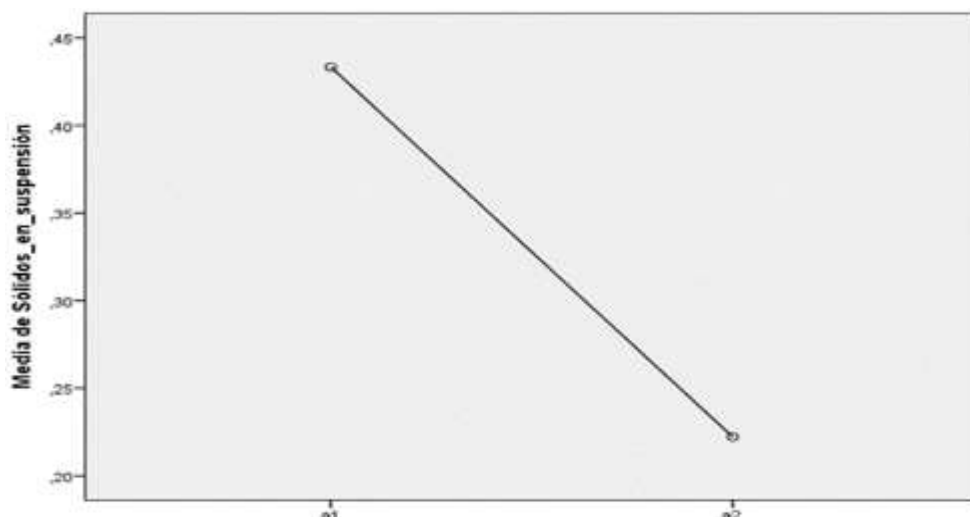


Figura 3. Prueba de Kruskal- Wallis de muestras independientes sólidos en suspensión

**Nota:** La Autora

Como se observa en la Tabla 7, no existe diferencia significativa para la variable de color, sin embargo, en la variable sólidos en suspensión si existe diferencia estadística significativa  $*p < 0,05$  para el factor dosis de agentes clarificantes naturales, donde se realizó un gráfico de medias con el fin de establecer cuál de las dosis genera mayor clarificación en la panela.

**Tabla 7**

Prueba de kruskal-wallis para el factor dosis de agentes clarificantes naturales

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Color es la misma entre las categorías de Dosis de agentes clarificantes naturales.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,875	Retener la hipótesis nula.
2	La distribución de Sólidos en suspensión es la misma entre las categorías de Dosis de agentes clarificantes naturales.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,015	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0,05.

**Nota:** La Autora

Como se denota en la Figura 4, las variables de sólidos en suspensión de cada uno de los niveles del factor dosis de agentes clarificantes naturales se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la Norma INEN 2331: 2002 donde el mejor nivel fue b<sub>3</sub>, utilizando la dosis 160 ml de agente clarificante natural.

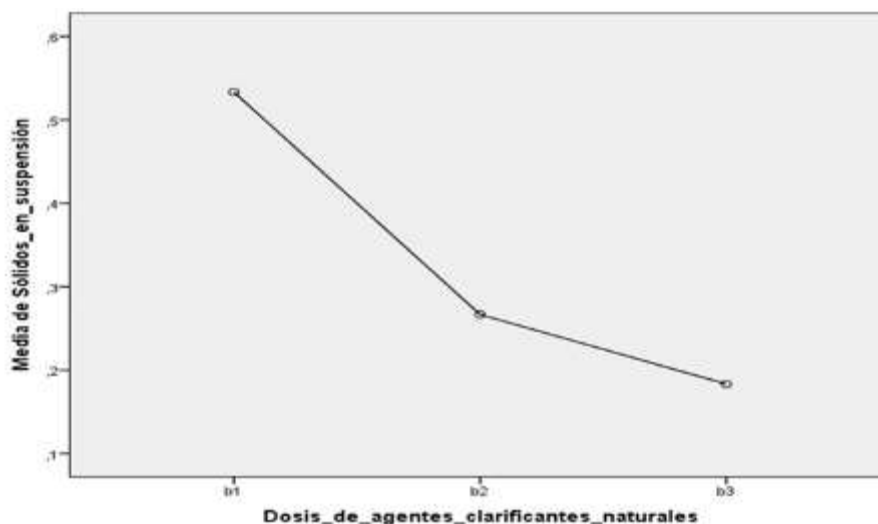


Figura 4. Prueba de Kruskal – Wallis en sólidos en suspensión para el factor B

**Nota:** La Autora

En la Tabla 8, se pudo observar que existe diferencia significativa para las variables (sólidos en suspensión y color) para cada uno de los tratamientos donde  $*p < 0,05$ .

**Tabla 8**

Prueba de Kruskal – Wallis para los tratamientos

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Color es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,009	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de Sólidos en suspensión es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,018	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0,05.

**Nota:** La Autora

Como se lo muestra en la

Figura 5, para la variable de color, los tratamientos T2, T3 y T4 se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la Norma INEN 2331: 2002 (valor mínimo 0,1g y el valor máximo 1g/100 g de panela). En la investigación de Quiguiri (2009) determinó que el mejor tratamiento fue T4 (aplicación de 4 ml sábila en 500 ml de jugo de caña a clarificar a temperatura de 60°C) en la etapa de clarificación del jugo de caña con una longitud de onda de 550 nm obteniendo una absorbancia de 0,78 este valor es similar a los valores obtenidos en la presente investigación.

Sin embargo, en los resultados obtenidos por Buste (2019) para medir la calidad de la clarificación de jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) de la variedad



Ragnar, el mejor tratamiento fue T8 utilizando mucílago de cáscara de cacao al 1,5% y una concentración de 30 Centipoise (Cp), se estableció una longitud de onda de 362 nm, cabe señalar que la longitud de onda en la presente investigación fue de 560 nm debido a las especificaciones técnicas del equipo.

Loayza (2016) señala que el aglutinante que presentó mayor efecto en cuanto a calidad y color de la panela fue el tratamiento T5 de cadillo blanco con una dosis de 800 ml en 200 L de jugo de caña. Además, Oliva et al. (2017) indican que la dosis de 2% de cadillo blanco a 70°C en la clarificación de jugo de caña presentaron las mejores condiciones de color.

Al utilizar agentes clarificantes naturales mejora notablemente el color del jugo de la caña y por ende el de la panela obteniendo un color anaranjado con sus tonos que se deben a los procesos de clarificación natural según la especie vegetal (Quezada et al., 2016).

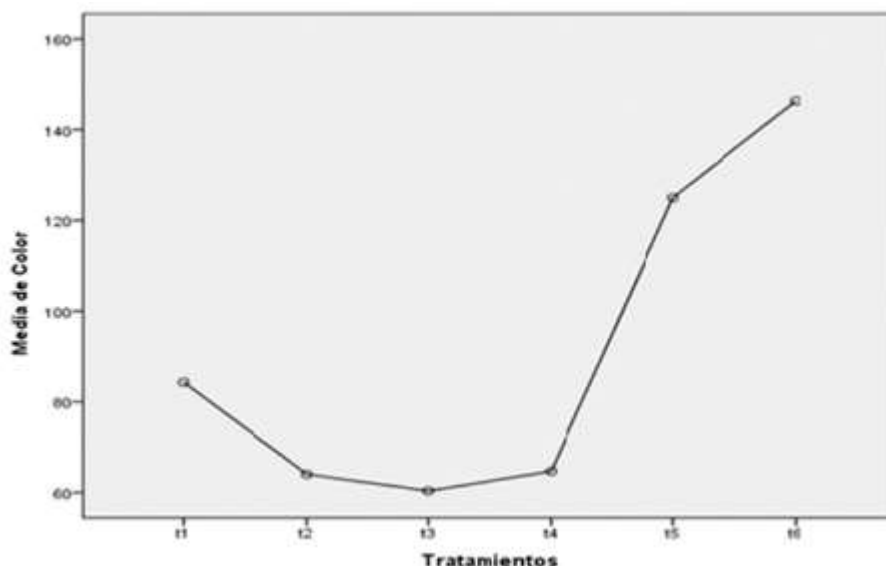


Figura 5. Prueba de Kruskal – Wallis para color de los tratamientos

**Nota:** La Autora

Como se lo puede evidenciar en la Figura 6, en lo que respecta a la variable sólidos en suspensión, todos los tratamientos cumplen con los parámetros establecidos por la Noma INEN 2331: 2002 donde el valor mínimo es 0,1 y el máximo es 1 g/100 g de panela, sin embargo, es importante mencionar que el T6 fue el mejor en la investigación. Así mismo Demera et al. (2015) utilizó mucílago de corteza de rama

de cacao tierna para clarificar jugo de caña de azúcar, donde la variable que presentó cambios significativos fue la de sólidos en suspensión dando como mejor tratamiento al T4 (mucílago de corteza de cacao tierna con 13 g/L).

Por otro lado, Campos y Lapa (2014) determinaron que el mejor tratamiento fue T12 (90 ml de mucílago de nopal a 180 rpm/1 L de hidromiel) mostró mayor transparencia y clarificación con respecto a los demás tratamientos.

Los agentes clarificantes al entrar en contacto con el jugo de caña, permiten la formación de puentes químicos entre las partículas insolubles, lo cual forma una malla de coágulos necesarios para remover las partículas insolubles presentes en el jugo (Prada, 2002 citado por Ortiz, Solano, Villada, Mosqueda y Velasco, 2011).

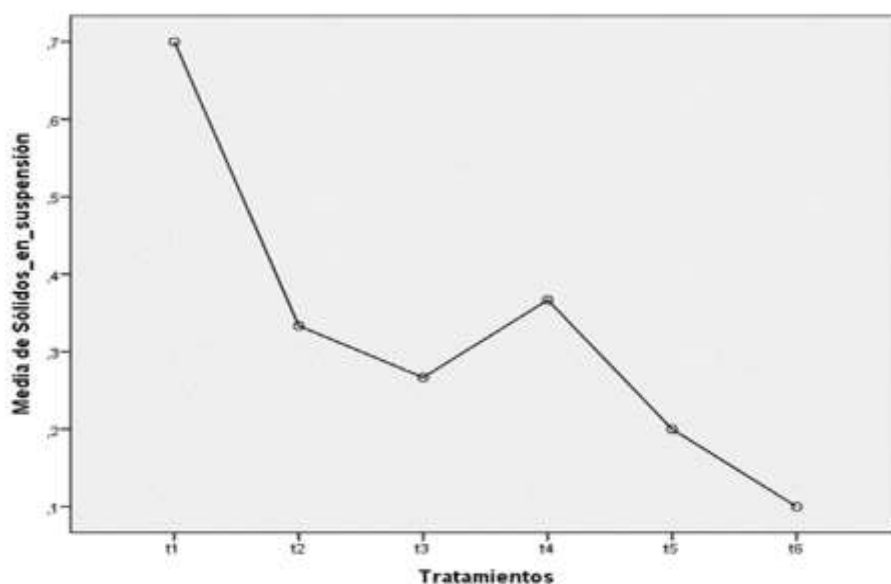


Figura 6. Prueba de Kruskal – Wallis para sólidos en suspensión de los tratamientos

**Nota:** La Autora

# **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1.- CONCLUSIONES**

La dosis que permitió obtener las mejores características fisicoquímicas en la panela artesanal fue el nivel b<sub>3</sub> (160 ml de solución de agente clarificante natural).

El tratamiento que presentó la menor cantidad de sólidos en suspensión en la panela artesanal fue T6 (solución macerada de cáscara de cacao de mazorca madura de color amarillo característico de la variedad nacional 160 ml /25 L de jugo de caña de azúcar) con un valor de 0,1g/100g de panela.

El tratamiento que permitió obtener la mejor característica para la variable de color en la panela artesanal fue el T3 (solución macerada de la corteza del tallo del cadillo blanco 160 ml/ 25 L de jugo de caña de azúcar) con un valor de 57 Absorbancia con una longitud de onda de 560nm.

## **5.2.- RECOMENDACIONES**

Utilizar soluciones maceradas de agentes clarificantes naturales en la clarificación del jugo de caña de azúcar para obtener mejores características fisicoquímicas en la panela artesanal.

Controlar la clarificación del jugo de caña de azúcar con temperaturas entre 65 °C y 85 °C.

Para disminuir la cantidad de sólidos en suspensión en panela artesanal se recomienda la solución macerada de cáscara de cacao madura de color amarillo característico de la variedad nacional 160 ml/25 L de jugo de caña de azúcar.

Para mejorar las características de color en panela artesanal se sugiere el uso de la solución macerada de la corteza del tallo del cadillo blanco 160ml/ 25 L de jugo de caña de azúcar.

Emplear en futuras investigaciones mezclas de soluciones maceradas de los dos tipos de agentes clarificantes naturales en el jugo de caña de azúcar, para mejorar las características fisicoquímicas de la panela.

## BIBLIOGRAFÍA

- Buste, D. (2019). Clarificación de jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) mediante el uso del mucílago de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) del clon CCN-55 (Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ).
- Caicedo, D., y Saa, I. (2011). Estandarización de una fórmula de aglutinante natural extraído de la planta cadillo (*triumfetta láppula*) para emplearse como clarificante en la producción de panela. Santiago de Cali: Universidad de San Buenaventura.
- Campos, C., y Lapa, E. (2014). Determinación de los parámetros óptimos en la elaboración de hidromiel, utilizando dos tipos de aglutinantes naturales, como clarificantes.
- Cartay, R., García, M., Mesa., Intriago, J., y Romero, F. (2019). Caracterización económica de un productor de aguardiente en Junín, Manabí, Ecuador. *ECA Sinergia*, 10(1), 85-97.
- Demera, F., Almeida, A., Moreira, J., Zambrano, L., Loor, R., y Alcívar, D. (2015). Clarificación del jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) mediante el empleo de mucílago naturales. *Alimentos Hoy*, 23(36), 51-61.
- Fiestas, K., Santos I., Banda, S., Valdiviezo, W., y Arellano, K. (2016). Diseño de una línea de producción de panela granulada.
- Flores, J., y Tafur, P. (2012). Conservación de jugo de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) como bebida refrescante.
- Flores, C. (2020). Impactos ambientales ocasionados por la empresa maple etanol sa y propuesta de un plan de mitigación.
- García, F. (2019). Determinación de dextrana en productos de la industria azucarera. *Revista Tecnociencia Universitaria Bolivia*, 14(1), 20-29.
- García, R., Albarracín, C., Toscano, A., Santana, N., y Insuasty, O. (2007). Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de la caña panelera.
- García, G. (2015). Proyecto de prefactibilidad para un plan de negocios en la diversificación de productos de la panela en una finca productora de caña de azúcar (Doctoral dissertation, Universidad del Rosario).
- Gobierno Provincial de Manabí. (2015). Factores limitantes para el incremento de la producción de caña de azúcar en el cantón Junín de la provincia Manabí.
- González, J., Escobar, J., Uvidia, H., González, V., Borja, N., y Ramírez, J. (2016). Calidad de la producción de panelas utilizadas para la alimentación animal

- en la Amazonía Ecuatoriana. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 17(12), 1-8.
- Guerrero, M., y Escobar, J. (2016). Eficiencia técnica de la producción de panela. *Revista de Tecnología*, 14(1), 107-116.
- Gutiérrez, A., y López, J. (2018). Aprovechamiento gastronómico de la cáscara del cacao.
- Gutiérrez, L., Arias, S., y Ceballos, A. (2018). Actualidad del sistema productivo tradicional de panela en Colombia: análisis de mejoras y alternativas tecnológicas. *Ingeniería y Competitividad*, 20(1), 107-123.
- INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 2002. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2331. Panela sólida. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito.
- INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 2013. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 268. Azúcar. Determinación de color. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito.
- INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 2013. Norma Técnica Ecuatoriana INEN. 388. Conservas vegetales, determinación de sólidos en suspensión. Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito.
- Kumar V., y Gill K. (2018) Fotometría: colorímetro y espectrofotómetro. En: Conceptos básicos en bioquímica clínica: una guía práctica.
- Loayza, M. (2016). Efecto de tres aglutinantes orgánicos en dos dosis como blanqueadores de panela, en la ciudadela San Roquito del cantón Piñas El Oro (Bachelor's thesis).
- López, J. (2015). La caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción de panela, caso: Nordeste del departamento de Antioquia.
- Loyo, M. (2018). Evaluación de los efectos del uso del mucílago de nopal opuntia ficus-indica y la temperatura en la clarificación de jugo de caña sobre el color de la panela (Bachelor's thesis).
- Loza, R., y Inga, E. (2018). Elaboración de una bebida funcional a partir de la cascarilla de cacao (*theobroma cacao* l).
- Martínez, K., Echeverría, J., y Jiménez, D. (2018). Exportación de panela orgánica-Asociación CEPRESA. UCV-HACER: *Revista de Investigación y Cultura*, 7(3), 33-43.
- Meerod, K., Detyothin, S., y Weerawatanakorn, M. (2018). Effect of Food Additives on the Quality of Traditional Brown Cane Sugar.
- Mosquera, S; Carrera, J., y Villada, H. (2007). Variables que afectan la calidad de la panela procesada en el departamento del Cauca. *Facultad de Ciencias Agropecuarias* 5 (1), 27-37.

- Núñez, V. (2018). Optimización del coagulante sulfato de aluminio en el tratamiento de potabilización del agua de la planta de Chota-Cajamarca”.
- Oliva, M., Carranza, J., y Pérez, D. (2019). Evaluación de los principales parámetros de calidad de panela granulada clarificada elaborada por productores del distrito de Corosha, Amazonas. *Revista de Investigación en Agro producción Sustentable*, 2(3), 7-16.
- Oliva, M., Rimachi, S., y Oliva, J. (2017). Especies vegetales mucilaginosas aplicadas como fuentes clarificantes en la obtención de panela granulada. *Revista de Investigación en Agroproducción Sustentable*, 1(2), 86-94.
- Orjuela, M., Casallas, V., y Esneider, C. (2018). Tecnificación de los procesos de producción panelera en la vereda “EL ZANCUDO” En el municipio de Vergara, Cundinamarca (Doctoral dissertation).
- Ortiz, A., Solano, D., Villada, H., Mosquera, A., Velasco, R. 2011. Extracción y secado de floculantes naturales usados en la clarificación de jugos de caña. *Bioteología en el sector agropecuario y agroindustrial*. 9(2), 32-40.
- Osorio, G. (2007). Manual técnico. Buenas Prácticas Agrícolas- BPA- y buenas Prácticas de Manufactura- BPM. En la producción de caña y panela. Recuperado de [repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/13006/1/59112\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/13006/1/59112_1.pdf).
- Plan Nacional de Desarrollo. (2017). Toda una Vida © Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.
- Quezada, W. y Gallardo, I. (2014). Obtención de extractos de plantas mucilaginosas para la clarificación de jugos de caña. *Tecnología Química*, 34(2), 114-123.
- Quezada, W., Gallardo, I., y Torres, M. (2016). El color en la calidad de los edulcorantes de la agroindustria panelera. *Afinidad*, 73(573).
- Quezada, W., Quezada, W., y Molina, F. (2018). AGROINDUSTRIA PANELERA: Alternativa para su Intensificación. *KnE Engineering*, 3(1), 19-27.
- Quiguiri, M. (2009). Estudio del proceso de clarificación del jugo de caña en la elaboración de la panela (Bachelor's thesis).
- Quiroga, M., Guerrero, J., Ruíz, J., Guillén, H., y Jiménez, D. (2017). Diversificación de la agroindustria panelera en la producción de mieles invertidas. *Revista Tecnología y Productividad*, 2(2), 73-82.
- Ramos, Y. (2013). Evaluación de dos tipos de mucílago: balso blanco (*Heliocarpus americanus*) y cadillo (*Triumfetta mollissima*). Para mejorar el descachazado en el proceso de elaboración de panela en Lago Agrio

(Bachelor's thesis, CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS FACULTAD: INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL).

- Sotelo, L., Alvis, A., y Arrázola, G. (2015). Evaluación de epicatequina, teobromina y cafeína en cáscaras de cacao (*Theobroma cacao* L.), determinación de su capacidad antioxidante. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1), 124-134.
- Vásquez, Z., de Carvalho, D., Pereira, G., Vandenberghe, L., de Oliveira, P., Tiburcio, P., Rogez, H., Neto, A., y Soccol, C. (2019). Biotechnological approaches for cocoa waste management: A review. *Waste Management*, 90(2019), 72-83.
- Vera, T., García, M., Otálvaro, A., y Mendieta, O. (2019). Effect of processing technology and sugarcane varieties on the quality properties of unrefined non-centrifugal sugar. *Heliyon*, 5(10), 1-9.
- Vidal, L., y Vargas, C. 2014. Medición de la absorbancia Óptica de soluciones acuosas mediante la instrumentación virtual y el control. *Scientia et Technica Año XIX*, 19(1), 49-53.
- Vivanco, E., Matute, L., y Campos, M. (2018). Caracterización fisicoquímica de la cascarilla de *Theobroma cacao* L, variedades Nacional y CCN-51. *In Conference Proceedings*, 2(2), 213-222.



# **ANEXOS**

**Anexo 1. Planta de cadillo blanco**



**Fuente: La Autora**

**Anexo 2. Corteza del tallo cadillo**



**Fuente: La Autora**

**Anexo 3. Solución macerada de Corteza de cadillo blanco**



**Fuente: La Autora**

**Anexo 4. Cáscaras de cacao cortadas**

Fuente: La Autora

**Anexo 5. Maceración de cáscaras de cacao cortadas**

Fuente: La Autora

**Anexo 6. Solución macerada de Corteza de cadillo blanco**

Fuente: La Autora

**Anexo 7. Extracción del jugo de caña en el molino del trapiche**



**Fuente: La Autora**

**Anexo 8. Extracción del jugo de caña en el molino del trapiche**



**Fuente: La Autora**

**Anexo 9. Control de temperatura del jugo de caña de azúcar**



**Fuente: La Autora**

### Anexo 10. Filtración de las impurezas del jugo de caña



Fuente: La Autora

### Anexo 11. Etapa de concentración



Fuente: La Autora

### Anexo 12. Etapa de concentración



Fuente: La Autora

**Anexo 13. Peso de la muestra triturada de panela en la balanza**



**Fuente: La Autora**

**Anexo 14. Filtración de la solución de panela en la bomba de vacío**



**Fuente: La Autora**

**Anexo 15. Peso de papel filtro después de la estufa**



**Fuente: La Autora**

### Anexo 16. Preparación de la solución para análisis de color



Fuente: La Autora

### Anexo 17. Toma de lectura de color en el espectrofotómetro



Fuente: La Autora

## Anexo 18. Resultados del análisis de color en panela artesanal

  	
REPÚBLICA DEL ECUADOR	
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ</b>	
<b>LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL Y SUELO DEL ÁREA AGROINDUSTRIAL</b>	
<b>NOMBRE DEL ESTUDIANTE:</b>	Bravo Zamora Beatriz María
<b>DIRECCIÓN:</b>	CALCETA
<b>FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:</b>	12/12/2019
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS:</b>	12/12/2019
<b>MUESTRAS EVALUADAS</b>	18

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA			
PARÁMETROS	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
T1R1			
Color T (560nm)	Abs	Espectrofotometría	94

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA			
PARÁMETROS	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
T1R2			
Color T (560nm)	Abs	Espectrofotometría	85

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA			
PARÁMETROS	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
T1R3			
Color T (560nm)	Abs	Espectrofotometría	74

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA			
PARÁMETROS	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
T2R1			
Color T (560nm)	Abs	Espectrofotometría	63

Fuente: La Autora



### Anexo 19. Resultados del análisis de color en panela artesanal

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA			
PARÁMETROS	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
T2R2			
Color T (560nm)	Abs	Espectrofotometría	62

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA			
PARÁMETROS	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
T2R3			
Color T (560nm)	Abs	Espectrofotometría	67

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA			
PARÁMETROS	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
T3R1			
Color T (560nm)	Abs	Espectrofotometría	58

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA			
PARÁMETROS	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
T3R2			
Color T (560nm)	Abs	Espectrofotometría	63

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA			
PARÁMETROS	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
T3R3			
Color T (560nm)	Abs	Espectrofotometría	60

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA			
PARÁMETROS	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
T4R1			
Color T (560nm)	Abs	Espectrofotometría	63

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA			
PARÁMETROS	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
T4R2			
Color T (560nm)	Abs	Espectrofotometría	69

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA			
PARÁMETROS	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADOS
T4R3			
Color T (560nm)	Abs	Espectrofotometría	62

Fuente: La Autora

**Anexo 20. Resultados del análisis de color en panela artesanal**

<b>IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>T5R1</b>			
Color T (560nm)	Abs	Espectrofotometría	125

<b>IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>T5R2</b>			
Color T (560nm)	Abs	Espectrofotometría	123

<b>IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>T5R3</b>			
Color T (560nm)	Abs	Espectrofotometría	127

<b>IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>T6R1</b>			
Color T (560nm)	Abs	Espectrofotometría	152

<b>IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>T6R2</b>			
Color T (560nm)	Abs	Espectrofotometría	142

<b>IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>T6R3</b>			
Color T (560nm)	Abs	Espectrofotometría	145

**Fuente: La Autora**

## Anexo 21. Resultados del análisis de sólidos en suspensión en panela artesanal

 	
REPÚBLICA DEL ECUADOR <b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA          DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ</b> LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA DEL ÁREA AGROINDUSTRIAL	
<b>NOMBRE DEL ESTUDIANTE:</b>	Bravo Zamora Beatriz María
<b>DIRECCIÓN:</b>	CALCETA
<b>FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:</b>	11/12/2019
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS:</b>	11/12/2019
<b>MUESTRAS EVALUADAS</b>	18

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
<b>T1R1</b>		
Sólidos sedimentables	g/100g	0,7

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
<b>T1R2</b>		
Sólidos sedimentables	g/100g	0,6

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
<b>T1R3</b>		
Sólidos sedimentables	g/100g	0,7

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
<b>T2R1</b>		
Sólidos sedimentables	g/100g	0,3



Fuente: La Autora

## Anexo 22. Resultados del análisis de sólidos en suspensión en panela artesanal

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T2R2		
Sólidos sedimentables	g/100g	0,3

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T2R3		
Sólidos sedimentables	g/100g	0,4

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T3R1		
Sólidos sedimentables	g/100g	0,3

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T3R2		
Sólidos sedimentables	g/100g	0,3

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T3R3		
Sólidos sedimentables	g/100g	0,2

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T4R1		
Sólidos sedimentables	g/100g	0,4

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T4R2		
Sólidos sedimentables	g/100g	0,5

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T4R3		
Sólidos sedimentables	g/100g	0,3



Fuente: La Autora

**Anexo 23. Resultados del análisis de sólidos en suspensión en panela artesanal**

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T5R1		
Sólidos sedimentables	g/100g	0,2

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T5R2		
Sólidos sedimentables	g/100g	0,3

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T5R3		
Sólidos sedimentables	g/100g	0,2

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T6R1		
Sólidos sedimentables	g/100g	0,1

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T6R2		
Sólidos sedimentables	g/100g	0,1

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: PANELA SÓLIDA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T6R3		
Sólidos sedimentables	g/100g	0,1

  
**Ing. Jorge Teca Delgado**  
 ANALISTA DEL LABORATORIO



Fuente: La Autora