

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

TEMPERATURA, pH Y ADICION DE FLOCULANTES COMO BALSO
(*Heliocarpus americanus L.*), CADILLO (*Triumfetta láppulal L.*) Y VITUCA
(*Colocasia esculenta*) EN EL MEJORAMIENTO DEL COLOR DE LA PANELA

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR: Bach. BUSTAMANTE ALEJANDRIA FRANKLIN JHON

ASESOR: Ing. SEGUNDO VICTOR OLIVARES MUÑOZ

CHACHAPOYAS – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A Dios por haberme guiado por un buen sendero, a mis padres por el apoyo incondicional de siempre, por la exigencia y disciplina para superarme cada día, a mi esposa por el apoyo moral en el desarrollo de la tesis y a la señora Bethy por su apoyo en esta etapa de mi carrera profesional.

Franklin Bustamante

AGRADECIMIENTO

A Dios por la bendición e iluminar siempre el sendero; para alcanzar la visión de vida con éxito y relevancia en la sociedad.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, en especial a los profesores que cumplen su labor con lealtad y servicio; a los técnicos encargados de los laboratorios de Ingeniería y laboratorio de bromatología y análisis de alimentos de Facultad de Ingeniería zootecnista y biotecnología.

Al Ing. Víctor Olivares Muñoz, asesor de la tesis, por su tiempo, paciencia, dedicación y conocimientos aportados para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

RECTOR

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

M.Sc. Efrain Manuelito Castro Alayo

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

VISTO BUENO DEL ASESOR

El profesor de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada **TEMPERATURA, pH Y ADICION DE FLOCULANTES COMO BALSO (*Heliocarpus americanus L.*), CADILLO (*Triumfetta láppulal L.*) Y VITUCA (*Colocasia esculenta*) EN EL MEJORAMIENTO DEL COLOR DE LA PANELA**, ejecutada por el bachiller en Ingeniería Agroindustrial **BUSTAMANTE ALEJANDRIA FRANKLIN JHON**

Asimismo el suscrito da **VISTO BUENO**, para que la tesis mencionada sea presentada al jurado evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación de tesis.

Chachapoyas, noviembre de 2017

Ing. SEGUNDO VICTOR OLIVARES MUÑOZ

PROFESOR UNTRM - A

JURADO DE TESIS

M.Sc. Erick Aldo Auquiñivin Silva

PRESIDENTE

M.Sc. Efrain Manuelito Castro Alayo

SECRETARIO

Ing. Lizete Daniana Mendez Fasabi

VOCAL

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD.....	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	v
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	vi
ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS	ix
ÍNDICE DE GRAFICOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEORICO	6
III. MATERIAL Y MÉTODOS	11
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIONES	25
VI. CONCLUSIONES	28
VII. RECOMENDACIONES	29
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
ANEXOS	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Promedio de la composición química de los tallos y los jugos de caña de azúcar	8
Tabla 2. Formato para el registro de datos según cada tratamiento	17
Tabla 3. Simbología de los niveles de cada factor	17
Tabla 4. Características fisicoquímicas del jugo de caña de azúcar	19
Tabla 5. Características fisicoquímicas de la panela	22
Tabla 6. Datos de la evaluación del color de la panela a 115°C	33
Tabla 7. Datos de la evaluación del color de la panela a 120°C	33
Tabla 8. Datos de la evaluación del color de la panela a 125°C	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma para la elaboración de panela.....	13
Figura 2. Sistema de adquisición de imágenes en RGB	14
Figura 3. Calificación del color mediante software Matlab	17
Figura 4. pH de la panela obtenida en cada tratamiento.....	19
Figura 5. Acidez titulable de la panela obtenida en cada tratamiento	20
Figura 6. Solidos totales de la panela obtenida en cada tratamiento	20
Figura 7. Proceso para obtener el mucilago de la planta de balso.....	22
Figura 8. Proceso para obtener el mucilago de la planta de cadillo	23
Figura 9. Proceso para obtener el mucilago de la planta de vituca	24
Figura 10. Proceso para obtener panela granulada	25

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Estudio estadístico	33
Anexo 2. Planos de sistema de adquisición de imágenes en RGB	37

RESUMEN

La investigación tuvo por objetivo determinar la temperatura, pH y las concentraciones de los floculantes como balso, cadillo y vituca óptimas, para lograr la clarificación de la panela; para lo cual se trabajó con el jugo de caña de azúcar el cual fue sometido a clarificación a tres temperaturas, niveles de pH y adición de floculantes como balso, cadillo y polímero de vituca, el nivel de pH fue regulado con adición de cal viva, los floculantes fueron obtenidos en base a una secuencia tecnológica; la elaboración de la panela siguió un flujograma de proceso, donde se incidió en la clarificación, evaporación, encalado y punteo; la evaluación de resultados fue mediante un diseño trifactorial con arreglo en un diseño completamente al azar y análisis de Kruskal-Wallis; determinándose que de 120°C a 125°C de temperatura, pH de 5.5 a 6 y Cadillo como floculante logra la clarificación de la panela en un rango de 92 a 94 RGB; lográndose así la mejor presentación; consolidado por la calidad fisicoquímica y sensorial de la panela.

Palabras claves: panela, clarificación, solidos totales, color, floculantes

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the temperature, pH and concentrations of flocculants such as balsa, cadillo and vituca, to achieve the clarification of panela; for which we worked with sugarcane juice which was subjected to clarification at three temperatures, pH levels and addition of flocculants such as balsa, cadillo and vituca polymer, the pH level was regulated with addition of quicklime, the flocculants were obtained based on a technological sequence; the elaboration of the panela followed a process flowchart, where the clarification, evaporation, liming and plucking were affected; the evaluation of results was by means of a Trifactorial design according to a completely randomized design and Kruskal-Wallis analysis; determining that from 120°C to 125°C of temperature, pH of 5.5 to 6 and 5% of Cadillo as a flocculant achieves the clarification of panela in a range of 92 to 94 RGB; thus achieving the best presentation; consolidated by the physico-chemical and sensorial quality of panela.

Keywords: panela, clarification, total solids, color, flocculants

I. INTRODUCCIÓN

El Perú es un país donde la incidencia de la pobreza abarca aproximadamente el 20.7% de la población y la región Amazonas es la tercera región más pobre en el país con 47% de pobreza (INEI, 2016), donde también se resalta que la pobreza se enmarca en la población rural. Esto sugiere que los estratos de población con menores dotaciones productivas (en cantidad y calidad) son los que más lentamente están sintiendo los efectos del chorreo del crecimiento (PUCP, 2010); de esta manera la realidad actual del desarrollo económico hace imprescindible la generación de actividades de producción con calidad y cantidad de forma sostenible y sustentable; en paralelo al objeto de este trabajo se cree que en el país se necesita de manera urgente el desarrollo agroindustrial, ya que es una actividad que puede convertirse en motor de desarrollo, teniendo como ejemplo que según el Ministerio de la Producción, el 35% de la innovación en el país se basa en la agroindustria. Productos como la palta, la quinua y el arándano están siendo muy bien aprovechados por importantes empresas en aras de impulsar la agricultura nacional. (Informesan, 2016).

La región Amazonas basa su economía en la agricultura, una actividad poco desarrollada con poca articulación al mercado y carente de información tiene que generar otras fuentes para aprovechar las potencialidades en la producción agrícola de cultivos promisorios como el café, el cacao, la pitajaya, la caña de azúcar, la papa, la yuca, diferentes tipos de frutas, (INEI, 2013); cultivos que tienen poco valor económico a nivel local, asimismo en esta región se destaca la agroindustria con productos procesados de forma empírica o en muy cantidad como el mermeladas, néctares, quesos, yogures; además de otros productos ancestrales como el guarapo, el aguardiente, la chancaca, entre otros.

La producción de panela es una de las actividades agroindustriales rurales de mayor tradición en América Latina y el caribe. La panela es un producto alimenticio obtenido del jugo de la caña de azúcar, (*Saccharum officinarum L.*) se procesa en pequeñas equipos denominados “trapiches”. La producción mundial se concentra principalmente en Asia y Sudamérica siendo los mayores productores India (3,7 millones de Tm) y Colombia (1,3 millones de TM). En lo que respecta al consumo per cápita, el mayor lo tuvo Colombia con 10 kg/año, seguido por Myanmar con 6,6 kg/año. Costa Rica y Brasil fueron los otros

países más destacados, con un consumo per cápita de 2,5 kg/año y 2,2 kg/año respectivamente, a nivel mundial se reporta producción de panela en 25 países con una estimación de 13 millones de toneladas anuales, los principales productores son las India con 48,2 % y Colombia 16, 2% (FAO, 2009)

Lo mencionado es una realidad auspiciosa para desarrollar la agroindustria panelera en el país y en espacios rurales como la región Amazonas; sin embargo no existe estandarización o determinación eficiente de los parámetros que determinan la calidad; es decir en el Perú se procesa la panela de manera empírica y si en algunos casos se utiliza nuevas tecnologías aún no están correctamente transferidas, en ese caso por ejemplo en el año 2008 mediante el proyecto denominado “Producción de Caña de Azúcar y Desarrollo de la Industria Panelera en las provincias de Bagua, Bongará y Rodríguez de Mendoza” se realizó mejoras en cuanto a proceso de la panela teniendo como referencia la tecnología del centro de Investigación y Mejoramiento de la Panela Orgánica (CIMPA) de Colombia (DRA, 2009); pero a pesar de ello aún no se cuenta con un conocimiento integral y de alta eficiencia en el procesamiento de la panela y ahí se refiere al proceso de clarificación que quizá sea el punto crítico de control más importante, ya que hasta la fecha no se tuvo datos óptimos de temperatura de clarificación, de acidez iónica y tipo de clarificante a utilizar. Situación que provoca la producción de panela con alta variabilidad de la calidad evaluada principalmente en el color y la presentación; sin embargo en diferentes partes del mundo se han intentado realizar mejoras en la producción de panela mediante la investigación científica.

En la investigación denominada oportunidades de producción más limpia en la agroindustria panelera se concluye que un factor importante en todos los tipos de productos agroindustriales es la presentación, ya que se entiende que la calidad se logra en la aceptación que tenga el producto; en el caso de la panela la clarificación es una etapa que requiere mayor atención, dado que en ella se realiza el proceso de limpieza y retención de sólidos insolubles al adicionar flocculantes naturales que mejoren el color del jugo extraído, lo cual incide en la presentación del producto final (García, 2004)

Se realizó la clarificación del guarapo de caña de azúcar en la producción de panela ante la evidente falta de calidad en la producción de panela, se presenta una serie de estudios encaminados principalmente a conocer más a fondo los contaminantes presentes en el jugo

de caña (guarapo), como la base lógica para plantear soluciones técnicas que permitan un mejor control del proceso. Los resultados hallados, permiten concluir que los contaminantes en su mayoría son de origen vegetal y con tamaños menores a las 100 micras. Se procede a buscar los posibles métodos de separación y se evalúan por medio de ensayos de laboratorio. Como resultados se obtiene que ni la filtración a nivel micro ni la centrifugación son económica y operativamente viables. Por otro lado, se logran excelentes resultados con el uso de polímeros como floculantes, tanto por tiempo, precio y por la calidad de los jugos obtenidos. (Gallardo & Gallardo, 2001)

En la investigación denominada, extracción y secado de floculantes naturales usados en la clarificación de jugos de caña, se evaluó la clarificación de tres floculantes naturales como balso, cadillo y vituca en jugo de caña de lo cual se obtuvo mucilago de mayor calidad al desfibrar en agua destilada, secar a 38°C por 11 horas y reducir a un tamaño de partícula de 212 µm, la clarificación ideal fue a una concentración de 0.03% P/V. El cadillo fue el floculante seco que presentó mayor eficiencia en la precipitación de sólidos solubles con un 93.6% (Ortiz, Solano, Villada, Mosquera, & Velasco, 2011)

Se obtuvo extractos de plantas mucilaginosas para la clarificación de jugos de caña se menciona que la clarificación de jugos de caña consiste en coagular los no azúcares por calentamiento a temperaturas muy cercanas a la de ebullición y mediante la adición de algún agente clarificador. Dentro de estos agentes y para sustituir productos químicos en Colombia y Ecuador se han empleado plantas mucilaginosas. En el estudio para las pruebas de clarificación en el jugo, se utilizaron los extractos de catorce especies vegetales con características mucilaginosas. La solución mucilaginosa se extraía al utilizar en la solución, 100 g de material/L de agua (100 g/L) y 100 g/1,5 L de agua (66,66 g/L), incorporadas en un 6 % en jugo y cuando el jugo alcanza 90 °C. Los resultados de los extractos se evaluaron mediante la determinación de la viscosidad y densidad de los mismos y en la clarificación de los jugos mediante la turbidez, donde se apreció durante la experimentación en la clarificación del jugo valores de turbidez bajos y adecuados en la mayoría de las plantas, pero especialmente en seis de ellas, la Yausa, Cadillo, Yausabara, Falso Joaquín, Nieve y Malva rosada (Quezada & Gallardo, 2014)

Se realizó la estandarización de una fórmula de aglutinante natural extraído de la planta cadillo (*Triumfetta lappula l*) para emplearse como clarificante en la producción de panela

para cada uno de los ensayos se tomó 100 ml agua (rio, destilada, potable y caliente), con diferente formulación de corteza de cadillo de 4 meses de edad y completa floración; El aglutinante se preparó sumergiendo la corteza del cadillo macerado en agua con 4 repeticiones por cada ensayo de esta manera se pudo medir los parámetros de pH, °Brix, temperatura, densidad desde del tiempo cero es decir desde el inicio de inmersión, a las 24 horas y finamente a las 48 horas. Seguido a esto los ensayos fueron sometidos por medio del método espectrofotométrico para ver el nivel de absorbancia del aglutinante y turbidez presentada en las muestras. A partir de las 24 horas se empezó a ver los primeros cambios en los parámetros medidos, señalando el tiempo de extracción del clarificante, para respectivas evaluaciones se tomó 100 ml de jugo de caña a una temperatura de aproximadamente 80°C, agregando 4,31 ml del aglutinante con distinta formulación obteniendo 20 ensayos de evaluación y mostrando que la formulación que más efecto tuvo fue la relación 1:7 en agua potable. (Caicedo & Saa, 2011)

Experimentaciones realizadas en el Convenio de investigación para el Mejoramiento de la Industria Panelera (CIMPA-CORPOICA) presenta reportes con buenos resultados cuando los jugos alcanzan temperaturas superiores a los 65°C y se adiciona el 3% en volumen de una solución de mucílago; ésta se prepara disgregando (+/-) 10 g/l de la corteza desfibrada o macerada en agua a temperaturas superiores a 45°C. (CORPOICA – SENA, 1998)

En el Perú la producción de panela se puede calificar como una actividad promisorio del espacio rural, ya que en regiones como Amazonas por ejemplo la fuente para edulcorar los alimentos es la panela obtenida por extracción, evaporación y concentración de jugo de caña, donde se aprecia la calidad nutricional y natural de este producto; sin embargo tiene dificultades en la cualificación sensorial y ello radica en el color, ya que presenta un color oscuro intenso; lo cual durante todos estos años se ha venido intentando mejorar mediante diferentes tipos de clarificación con regular éxito y variabilidad en los resultados, ya que no se tiene en cuenta controles básicos como la temperatura y acidez iónica al momento de efectuar el proceso, lo cual redundaría en la poca valoración económica y aceptabilidad de la panela; por lo mencionado en el presente trabajo se realizó la elaboración de la panela clarificada, para lo cual se determinó la mejor temperatura de clarificación, el nivel de acidez iónica y el tipo de floculante (Balso, cadillo y vituca) que se efectuó en el distrito de Valera.

En ese sentido en la asociación de Productores Agropecuarios de Valera que trabajo la presente experiencia con la finalidad de homogenizar la producción en cuanto al color; lográndose determinar la temperatura, pH y cantidad de adición de floculantes como balso (*Heliocarpus americanus L.*), cadillo (*Triumfetta láppulal L.*) y vituca (*Colocasia esculenta*) en la clarificación, para obtener panela con mejor presentación. La investigación tuvo por objetivo determinar la temperatura, pH y las concentraciones de los floculantes como balso, cadillo y vituca óptimas, para lograr la clarificación de la panela

II. MARCO TEÓRICO

2.1. La caña de azúcar

La caña de azúcar se ubica en la siguiente clasificación botánica:

Reino	:	Vegetal
Tipo	:	Fanerógamas
Subtipo	:	Angiospermas
Clase	:	Monocotiledóneas
Orden	:	Glumales
Familia	:	Gramíneas
Tribu	:	Andropogoneas
Género	:	Saccharum
Especies:		Spontaneum y robustum (silvestres), edule, barberi, sinense y officinarum (domesticadas)

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) es una planta monocotiledónea que pertenece a la familia de las gramíneas. Las partes básicas de la estructura de una planta, que determinan su forma, son: la raíz, el tallo, las hojas y la flor. (Osorio, y otros, 2007)

La raíz es el órgano más importante de la planta de la caña, puesto que allí se almacenan los azúcares; el número, el diámetro, el color y el hábito de crecimiento dependen de la variedad. La longitud de los tallos, en gran parte depende de las condiciones ambientales de la zona y del manejo que se le dé a la variedad. Los tallos pueden ser primarios, secundarios o terciarios. Las partes constitutivas del tallo son:

El nudo

Es la porción dura y más fibrosa del tallo que separa dos entrenudos vecinos. El nudo, a su vez, se encuentra conformado por el anillo de crecimiento, la banda de raíces, la cicatriz foliar, el nudo propiamente dicho, la yema y el anillo ceroso. La forma de la yema y su pubescencia son diferentes en cada variedad y, por tanto, muy usados para su identificación (Osorio G. , 2006)

El entrenudo

Es la porción del tallo localizada entre dos nudos. El diámetro, el color, la forma y la longitud cambian con la variedad. El color es regulado por factores genéticos, cuya expresión puede ser influenciada por condiciones del medio ambiente. Sus formas más comunes son cilíndrico, abarrilado, constreñido, coneiforme y curvado (Osorio G. , 2006)

Variedad POJ 28-78

Este material fue obtenido en la Isla de Java e introducido a Colombia en 1929. Tiene tallos largos, diámetro mediano a grueso, color amarillo verdoso y entrenudos de longitud media y cubiertos con cerosina; su hábito de crecimiento es semierecto y sus hojas abiertas. Contiene bastante pelusa, se deshoja fácilmente y se adapta bien a diferentes agroecosistemas. La maduración es tardía, la floración es escasa y genera jugos de buena calidad; con un equipo que cumpla con una BPM de mantenimiento y calibración adecuada se puede lograr un 55 a 60% de extracción (CORPOICA – SENA, 1998)

Maduración y cosecha

La variedad, la edad y las condiciones físicas (suelo, clima y luminosidad principalmente) en que se desarrolla el cultivo, cumplen una función fundamental en la producción de tallos y en la concentración de los azúcares. La edad de cosecha, o período vegetativo del cultivo, depende de la variedad y, principalmente, de la altura sobre el nivel del mar factores que influyen en la concentración de sacarosa. A baja altura la concentración es menor y va aumentando, con la altura, hasta llegar a un máximo teórico de sacarosa del 26%. Las cañas muy jóvenes o biches, las muy

viejas, las caídas y las dañadas por cualquier motivo presentan una menor concentración de azúcares. (Osorio G. , 2006)

En regiones paneleras ubicadas entre los 800 y 1.500 m.s.n.m., el brix o concentración de sólidos solubles en el jugo, puede variar en épocas de lluvia entre 17 y 19° Brix y, en épocas secas, entre 19 y 22° Brix. (Osorio G. , 2006)

Composición nutricional del jugo de caña de azúcar

Tabla nº 1. Promedio de la composición química de los tallos y los jugos de caña de azúcar

Constituyente químico	Porcentaje
En los tallos	
Agua	73 -76
Solidos	24 – 27
Solidos solubles (brix)	10 – 16
Fibra (seca)	11 – 16
En el jugo	
Azucares	
Sacarosa	75 – 92
Glucosa	70 – 88
Fructosa	2 – 4
Sales	
Inorgánicas	3 – 4.4
Orgánicas	1.5 – 4.5
Ácidos orgánicos	1 – 3
Aminoácidos	1.5 – 5.5
Otros no azucares	
Proteína	0.5 – 0.6
Almidones	0.001 – 0.05
Gomas	0.3 – 0.6
Ceras, grasas, etc	0.15 – 0.5
Compuestos fenólicos	0.1 – 0.8

Fuente: Meade y Chen, 1977; mencionado por (Larrahondo, 1995)

Índice de madurez de la caña de azúcar

El índice de madurez de la caña se calcula mediante la concentración de sólidos solubles (grados brix) que se mide con un refractómetro en el séptimo entrenudo, contando de arriba hacia abajo; de la misma forma se mide la concentración de sólidos solubles, de varios tallos, en el segundo o tercer entrenudo, a partir del suelo. Luego se divide el resultado obtenido en la parte superior de la planta por el valor obtenido en la base. El índice de madurez de la caña se define con el refractómetro de la siguiente forma: caña inmadura, menor de 0,95; madura, entre 0,95 a 1 y sobre madura, mayor de 1. (Osorio G. , 2006)

2.2. La panela

La panela es un producto alimenticio obtenido de la caña que es una gramínea del genero saccharum; obtenido a partir de la evaporación de los jugos de la caña de azúcar, sus usos habituales son de bebida, como edulcorante, insumo del chocolate para mesa, salsa de carnes, conserva de frutas y verduras; además de que la caña es la principal materia prima que se utiliza para la panela está compuesta esencialmente por agua y una parte solida rica en fibra y en sólidos solubles. Entre los sólidos solubles de la caña sobresalen los azúcares como la sacarosa, glucosa y fructosa. Contiene otros compuestos menores como minerales, proteínas, grasas y ácidos que pueden estar en forma libre o combinada, es importante saber que la cantidad de estos compuestos está referenciada por la variedad, tipo de suelo, manejo de cultivo, edad, clima dificultan un producto totalmente homogéneo. (Caicedo & Saa, 2011)

El Proceso Clarificación

La clarificación tiene lugar gracias a la flotación, puesto que es imposible realizarla mediante sedimentación ya que, en las pailas recibidora y clarificadora de la hornilla, los jugos se encuentran en ebullición. Así, algunos sólidos coloidales y colorantes, dispersos en los jugos, se aglutinan por efecto del calor en pequeñas masas llamados "flóculos", lo que permite eliminarlos a través de métodos físicos. El calentamiento acelera la formación de partículas de tamaño y densidades mayores e incrementa su velocidad de movimiento, lo que facilita su agregación y separación. (Caicedo & Saa, 2011)

Mecanismos de Clarificación : Para comprender la función del calor y las sustancias que se adicionan durante la fase de clarificación es necesario conocer la teoría de la coagulación y la floculación, es decir, el proceso por el cual las partículas

se aglutinan en pequeñas masas que tienen un peso específico superior al de la solución, y que son llamadas "flóculos". Es la formación de tales copos causados por el choque de las partículas, que se hallan emulsionadas o en solución coloidal. Precede a la coagulación y consiste en la precipitación de las partículas sólidas las cuales, sin fundirse unas en otras, permanecen aprisionadas en la masa. Puede ser de dos tipos: ortocinética y pericinetica. La primera le debe su movimiento a la agitación que las partículas tienen dentro del líquido (movimiento browniano) mientras el segundo debe su movimiento a la energía comunicada al líquido por fuerzas externas como el calor o el remellón. Es un cambio físico por la acción de un agente físico como el calor o químico como una sal mineral, ácido o alcohol, en virtud de la cual una sustancia coloidal se agrega y solidifica. Consiste en una serie de reacciones físicas y químicas entre la sustancia adicionada denominada coagulante o aglutinantes y la solución, que dan como resultado la remoción o desestabilización de las fuerzas que mantienen unidas las partículas; se distingue de la floculación en que no es reversible como está. Las disoluciones de coloides o liófilos, son coaguladas por adición de un líquido soluble en el disolvente pero que no es absorbido por el coloide y las disoluciones acuosas de coloides o liófilos son coaguladas por adición de pequeñas cantidades de sales minerales. Los coagulantes o floculantes son de dos tipos polielectrólitos o ayudantes de coagulación y coagulantes metálicos.

Los primeros son polímeros de alto peso molecular conformados por uno o varios tipos de monómeros unidos en cadenas lineales o ramificadas que poseen un gran número de sitios activos por cadena y forman macromoléculas de tamaño coloidal; se clasifican de acuerdo con la polaridad de los grupos ionizables en aniónicos, catiónicos e iónicos o neutros (cuando no poseen radicales ionizables). Por su parte, los coagulantes metálicos se clasifican en tres grupos: sales de aluminio, sales de hierro y compuestos varios; entre los últimos, los más importantes son la cal, el carbonato de sodio, el carbonato de magnesio, el ácido fosfórico, el fosfato monocálcico y el bióxido de carbono. El uso de la cal es tan extendido en la agroindustria panelera que merece un numeral aparte. Aun cuando los jugos de caña poseen en su composición los agentes químicos para que por efecto del calor se presente la floculación y coagulación de algunas de las impurezas, se hace necesario mejorar el proceso de clarificación con la adición de un agente aglutinante. Así se

consigue eliminar un alto porcentaje de los sólidos dispersos mediante la coagulación-floculación de las impurezas presentes en el jugo, por el efecto combinado de la temperatura, el tiempo y el aglutinante. Los agentes clarificantes pueden ser de origen vegetal (mucílagos vegetales) o sintético (polímeros químicos); por su importancia en el proceso, se tratarán con algún detalle. (Caicedo & Saa, 2011)

III. MATERIAL Y METODOS

3.1. Materia prima

La caña fue cultivada y cosechada en el distrito de Valera anexo La Coca, provincia de Bongara, Región de Amazonas, con índice de madurez, entre 0,95 a 1. De la variedad CH-32(costeña amarilla) ,también se empleó ceniza de bagazo de caña, mucílago de Cadillo , mucílago de Balso y mucílago de Vituca.

3.2. Diseño de contrastación de hipótesis

La presente investigación por sus características experimentales utilizó un diseño de contrastación de hipótesis de estímulo creciente (Goode & Hatt, 1986) donde se evaluó diferente temperatura, pH y adición de tipo de floculante en la clarificación de panela.

3.3. Método: Experimental, analítico porque se aplicará tratamiento con variación de temperatura, acidez iónica y tipo de floculante en la clarificación de panela, con la finalidad de mejorar la calificación organoléptica y fisicoquímica de la panela

3.4. Técnica:

- Diseño estadístico para efectuar la clarificación en base a los tratamientos (Tri-Factorial 3A x 3B x 3C) bajo un diseño completamente al azar (DCA), análisis de varianza y comparaciones de medias para establecer las diferencias entre tratamientos

3.5. Instrumento: Se utilizó los siguientes instrumentos:

Guía para la elaboración de panela

Diseño completamente al azar. (DCA)

Análisis de varianza y comparaciones de medias.

3.6. Población, muestra y muestreo

La población está conformada por plantas de caña de azúcar cultivado en el distrito de Valera, provincia de Chachapoyas, región de Amazonas, No se realizó muestreo, se seleccionó materia prima con madurez fisiológica total, es decir con índice de madurez entre 0.95 y 1.

3.7. Procedimiento

a) Materia prima:

Se seleccionó el campo de cultivo en el cual se tendrá que seguir la producción agrícola con registro de datos

b) Elaboración de la panela

La elaboración de la panela se realizó de acuerdo a un diagrama de flujo desarrollado en base a la Norma Técnica Colombiana n° 1311

- **Apronte:** las actividades de corte, selección, recolección de la caña y transporte hasta la localidad de Valera – Chachapoyas donde se realizó la extracción del jugo, el cual se realizó en el menor tiempo posible para evitar la aceleración en el desdoblamiento de la sacarosa.
- **Pesado:** el control de pesos se realizó con la finalidad de establecer los cálculos de eficiencia o rendimiento
- **Molienda:** La caña pasa por rodillos de comprensión con un motor a combustión se mide la concentración de solidos totales y acidez iónica.
- **Filtrado:** se realizó para eliminar por medios físicos las impurezas con la que sale el jugo de la caña.

- **Clarificación:** esta etapa es la más importante para la investigación es donde se efectuó los tratamientos propuestos para aglutinar las impurezas que están presentes en la solución, acidez iónica (pH: natural, pH: 5.5, pH: 6) el cual fue regulado por la dilución de la ceniza del bagazo y tres tipos de floculantes (balso, cadillo y vituca)
- **Descachace:** consistió en la eliminación por floculación de los sólidos en suspensión, las sustancias coloidales y algunos compuestos colorantes
- **Evaporación:** se realizó con la finalidad de estabilizar el jugo de caña, en el cual se adicionó cal con el fin de evitar la hidrólisis de la cachaza, cuando el jugo alcanza los 70°Brix
- **Punteo:** esta etapa se realizó con temperaturas cercanas a los 100°C, se realizó en la paila punteadora, en esta etapa se agregó, se obtiene el punto de panela en estudio (115°C , 120 °C y 125°C); con un porcentaje de solidos entre 88 y 94°Brix
- **Batido:** este proceso se realizó inmediatamente después de haberse obtenido el punto, se colocara la miel en una batea preferiblemente de acero inoxidable, se busca darle textura a la panela
- **Envasado:** se efectuó para lograr la comercialización de la panela previa sellada hermética.

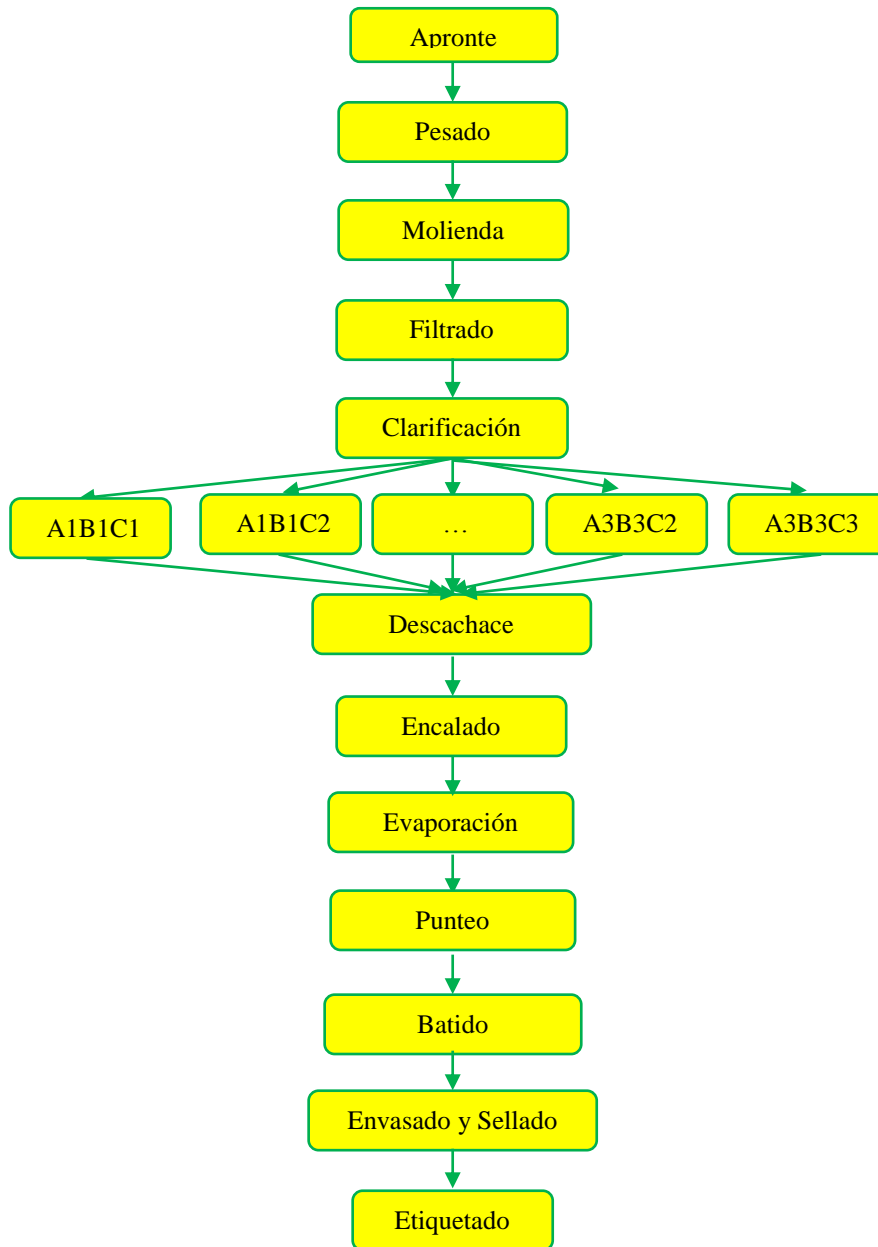


Figura 1. Flujograma para la elaboración de panela

3.8 Análisis físico - químico de la panela clarificada

Se logró evaluar sólidos insoluble, azúcares reductores, proteínas y grasas, seleccionando el mejor tratamiento con el fin de acoplarse a la normativa técnica. Se realizó en los laboratorios de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.

3.9 Determinación del color

Se utilizó como referencia trabajos realizados por Wu & Sun (2013), Este sistema de adquisición de imágenes en RGB basa su principal función en la reflectancia. El modelo utilizado fue PIKA XC (RESONON Inc., USA), este consiste en una cámara de alta resolución un sistema de iluminación, un ordenador, un software llamado Matlab y una plataforma robótica para el desplazamiento de la muestra a estudiar.

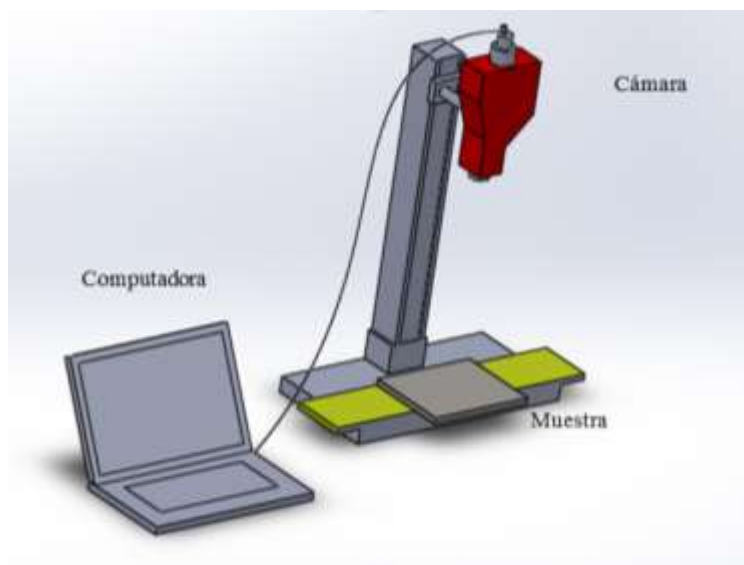


Figura 2. Sistema de adquisición de imágenes en RGB.

MATLAB (abreviatura de MATrix LABoratory, "laboratorio de matrices") es un software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE) con un lenguaje de programación propio (lenguaje M). Está disponible para las plataformas de Unix, Windows y Apple. Entre sus prestaciones básicas se hallan: la manipulación de matrices, la representación de datos y funciones, la

implementación de algoritmos, la creación de interfaces de usuario (GUI) y la comunicación con programas en otros lenguajes. Además, se pueden ampliar las capacidades de MATLAB con las cajas de herramientas (toolboxes). Para el caso de manipulación de imágenes se emplea el toolbox “Image Processing”.

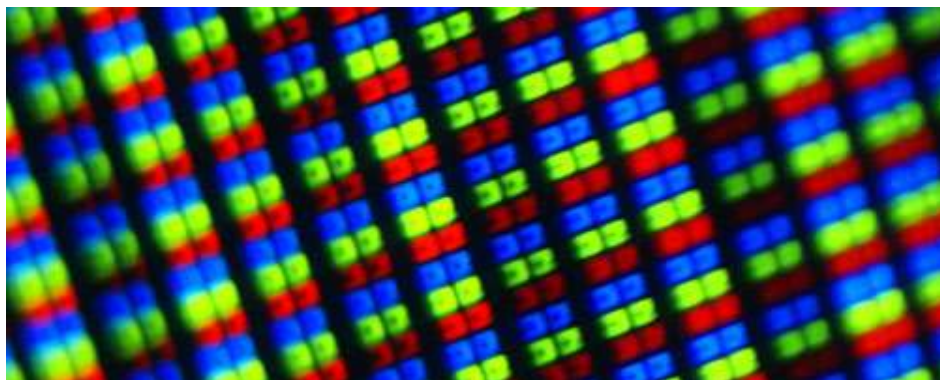
Para los efectos se realizó lo siguiente:

- Se usó el equipo de imágenes espectrales del laboratorio de bromatología de la Facultad de Ingeniería zootecnista y biotecnología
- Se tomó foto a cada tratamiento de panela
- Se procesó cada imagen calibrando por segmentaciones
- Se procesó el color de cada foto en Matlab obteniéndose datos en RGB

Modelo de color RGB

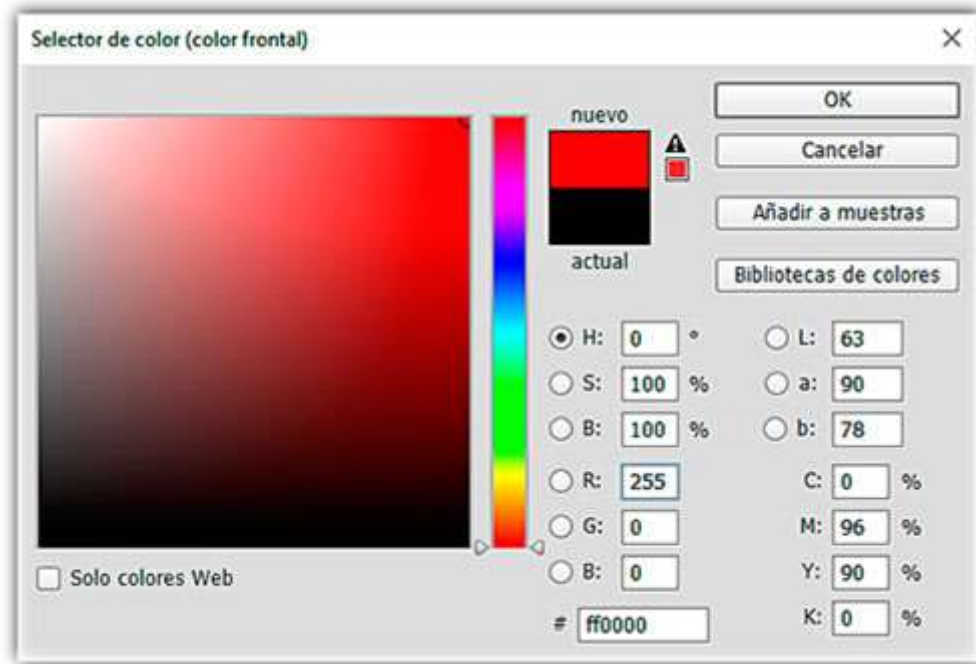
Este espacio de color es el formado por los colores primarios luz, Rojo, Verde y Azul. De hecho, RGB son las siglas en inglés de los colores Red, Green y Blue. Este sistema es el más adecuado para representar imágenes que serán mostradas en monitores y que, finalmente, serán impresas en impresoras de papel fotográfico.

Las imágenes RGB utilizan tres colores para reproducir en pantalla hasta 16,7 millones de colores. RGB es el modo por defecto para las imágenes de Photoshop y, por lo general, el modo en el que vienen nuestras cámaras de fotos aunque ambos perfiles pueden cambiarse.



Los monitores de ordenador muestran los colores con el modelo RGB lo que significa que al trabajar con imágenes que tengan un modo de color diferente Photoshop preguntará qué perfil de color queremos utilizar para convertir temporalmente los datos a RGB para su correcta visualización.

El modo RGB asigna un valor de intensidad a cada píxel que oscila entre 0 (negro) y 255 (blanco) para cada uno de los componentes RGB de una imagen en color. Por ejemplo, un color rojo brillante podría tener un valor R de 246, un valor G de 20 y un valor B de 50. El rojo más brillante que se puede conseguir es el R: 255, G: 0, B: 0.



IV. RESULTADOS

4.1. Características del jugo de la caña de azúcar

Tabla 4. Características fisicoquímicas del jugo de caña de azúcar

Característica	Porcentaje de jugo (%)	Acidez titulable	°Brix	pH
Jugo de caña	58	0,26	17	5.5
de azúcar	59	0.27	20	5.4
	56	0.29	22	5.2
Promedio	57.67	0.27	19.67	5.37

En la tabla 4, se observa que el °Brix y el pH están en el rango característico de un producto maduro en condición física y organoléptica.

Asimismo se debe resaltar que los insumos aplicados a los tratamiento en el caso del Balso, Cadillo y Vituca presentaron 4.8, 5.7 y 4.4 de pH respectivamente

4.2. Evaluación del color

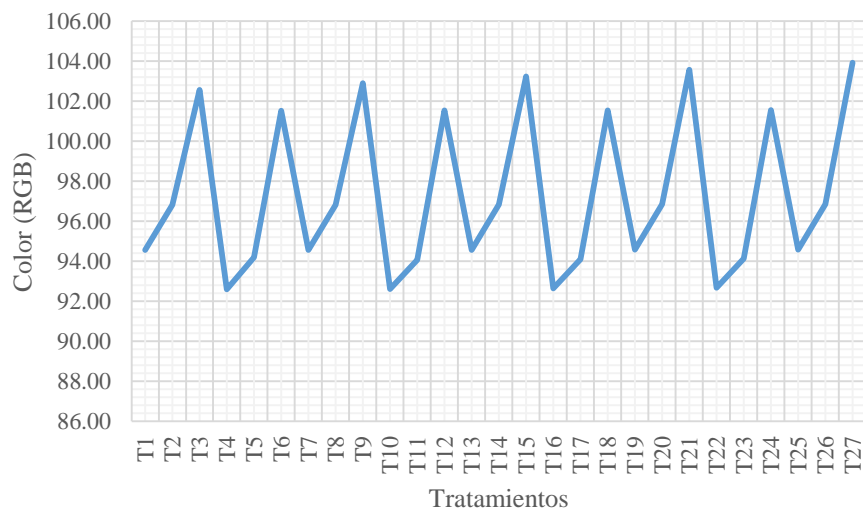


Figura 3. Calificación del color mediante software Matlab

En la figura 3. se puede observar que de acuerdo a la evaluación del color los tratamientos que presentan mejor performance en cuanto al color son los tratamientos que fueron sometidos a clarificación con adición de Cadillo a un pH 6, resaltando que la temperatura no es determinante.

Análisis de varianza del color

Analysis of Variance Table for Color

Source	DF	SS	MS	F	P
Temperatu	2	3.386	1.693	1.30	0.2951
pH	2	2.890	1.445	1.11	0.3497
Floculant	2	383.328	191.664	146.95	0.0000

Error	20	26.086	1.304
Total	26	415.691	
Grand Mean	97.270	CV	1.17

De acuerdo al análisis estadístico se puede mencionar que no existe diferencia significativa en cuanto a los resultados en relación a la temperatura, es decir la variación de temperatura no influye en los resultados; sin embargo existe influencia en los resultados por parte del factor pH y floculante, determinándose que existe alta significancia en cuanto al uso de pH 6 y floculante Cadillo en la mejor clarificación de la panela.

4.3. Características de la evaluación fisicoquímica de la panela

Tabla n° 5. Características fisicoquímicas de la panela

Tratamientos	pH	Acidez titulable	°Brix
T1	5.1	0.31	92.1
T2	5.4	0.29	90.1
T3	5.5	0.28	90
T4	5.2	0.3	88,3
T5	5.1	0.3	90.4
T6	5.3	0.28	91
T7	5.6	0.26	92
T8	5.4	0.25	93
T9	5.5	0.25	92.2
T10	6	0.23	93
T11	6.1	0.22	93
T12	6.2	0.22	92.3
T13	6.2	0.22	92.3
T14	6.1	0.22	92
T15	6.5	0.21	93
T16	6.1	0.22	91
T17	6.3	0.22	92
T18	6.4	0.21	92
T19	6.6	0.2	91

T20	6.5	0.21	92.3
T21	6.8	0.19	93.3
T22	6.7	0.2	91.8
T23	6.7	0.2	90.9
T24	6.8	0.2	90.2
T25	6.7	0.2	91
T26	6.6	0.2	92
T27	6.7	0.2	91.2

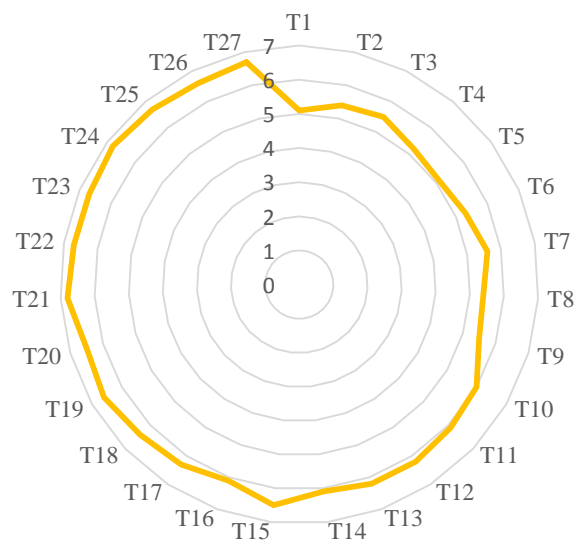


Figura 4. pH de la panela obtenida en cada tratamiento

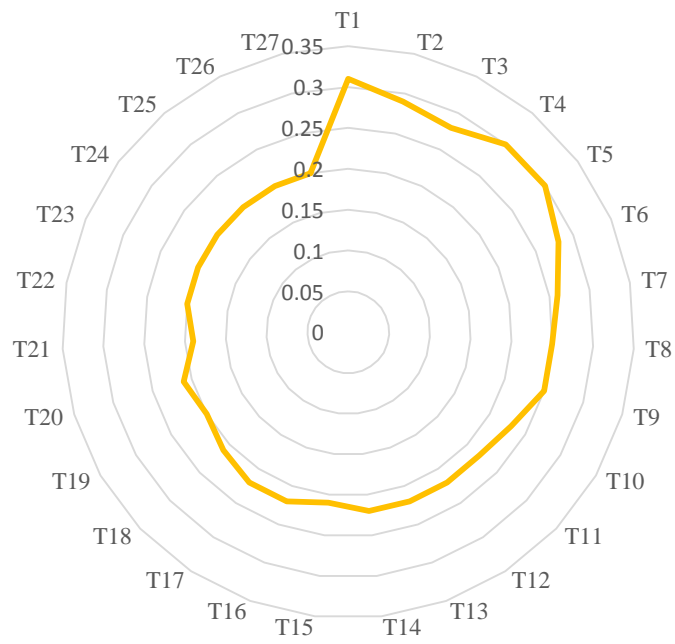


Figura 5. Acidez titulable de la panela obtenida en cada tratamiento

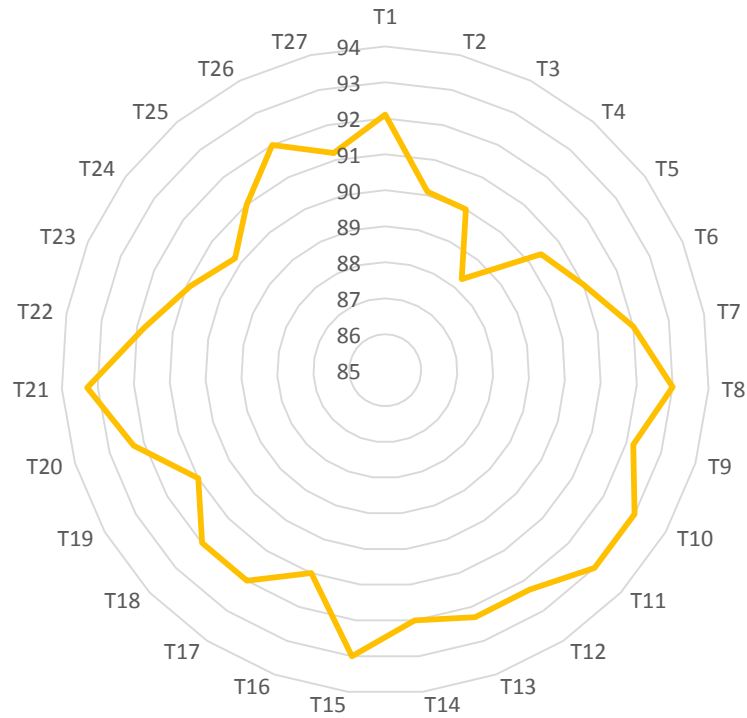


Figura 6. Solidos totales de la panela obtenida en cada tratamiento

Resultados de color obtenidos en la presente investigación



Fotografía 1. Panela procesada en la planta procesadora de La coca con RGB=128



Fotografía 2. Panela procesada en la presente investigación con RGB=92

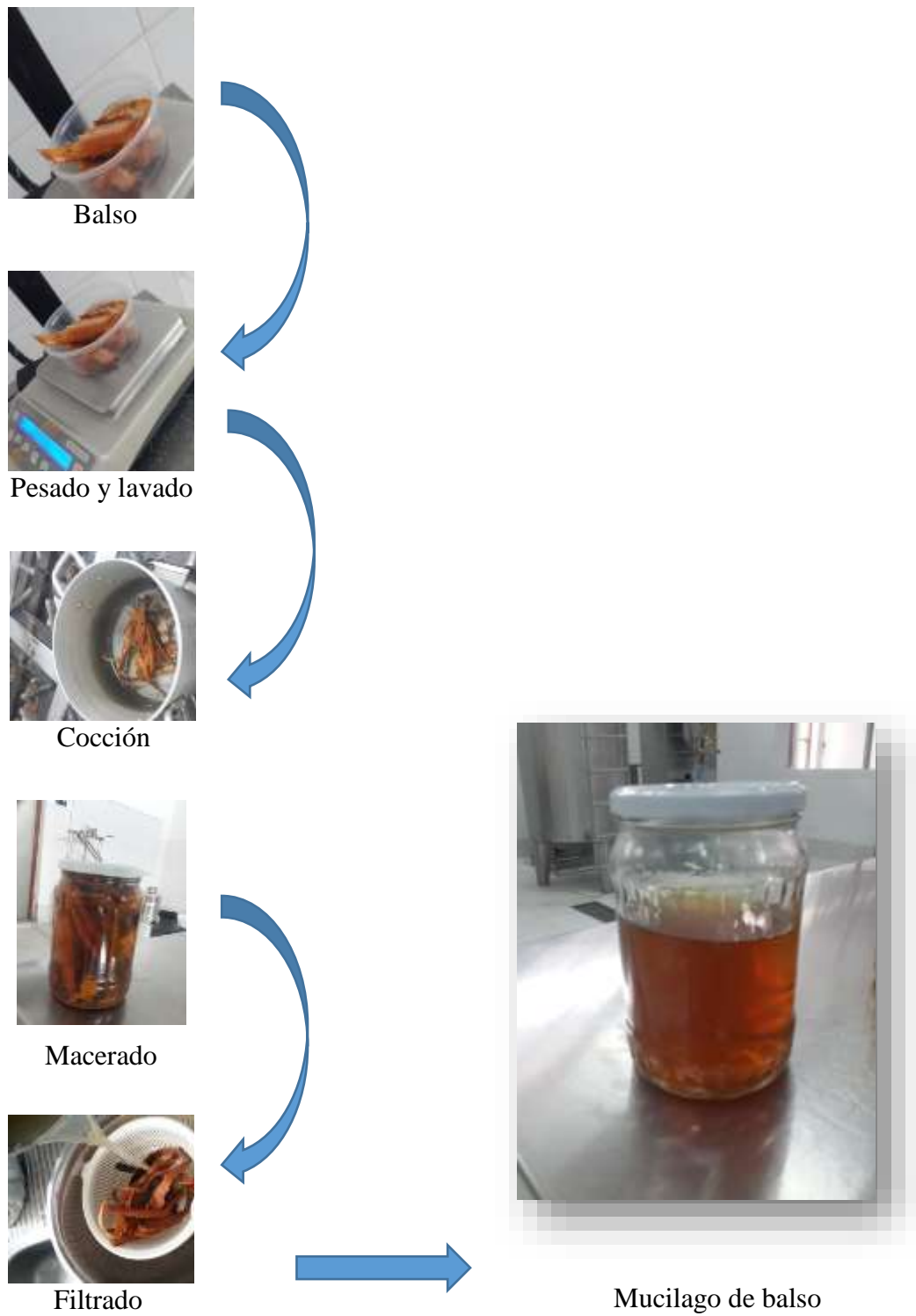


Figura 7. Proceso para obtener el mucilago de la planta de Balso

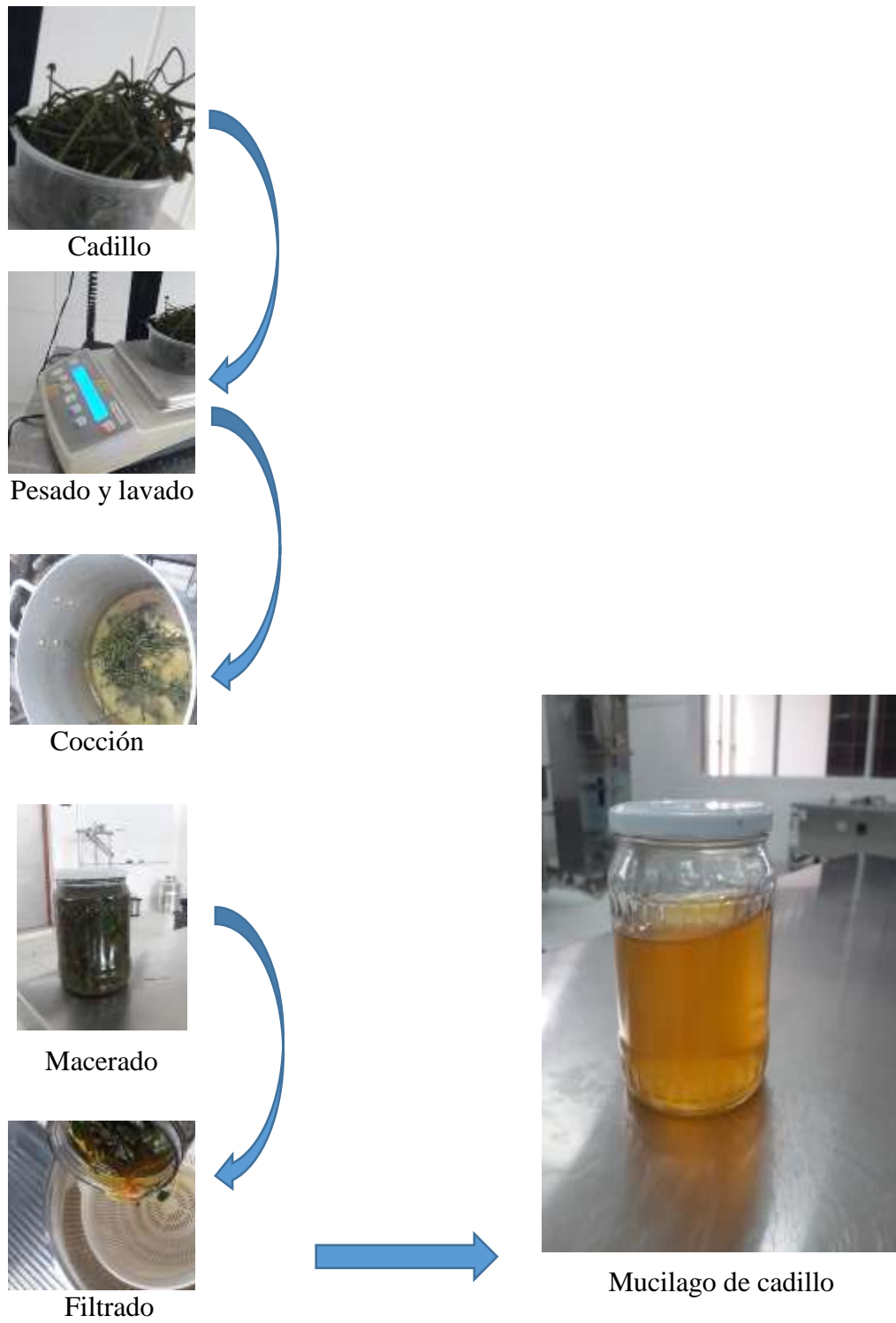


Figura 8. Proceso para obtener el mucilago de la planta de cadillo

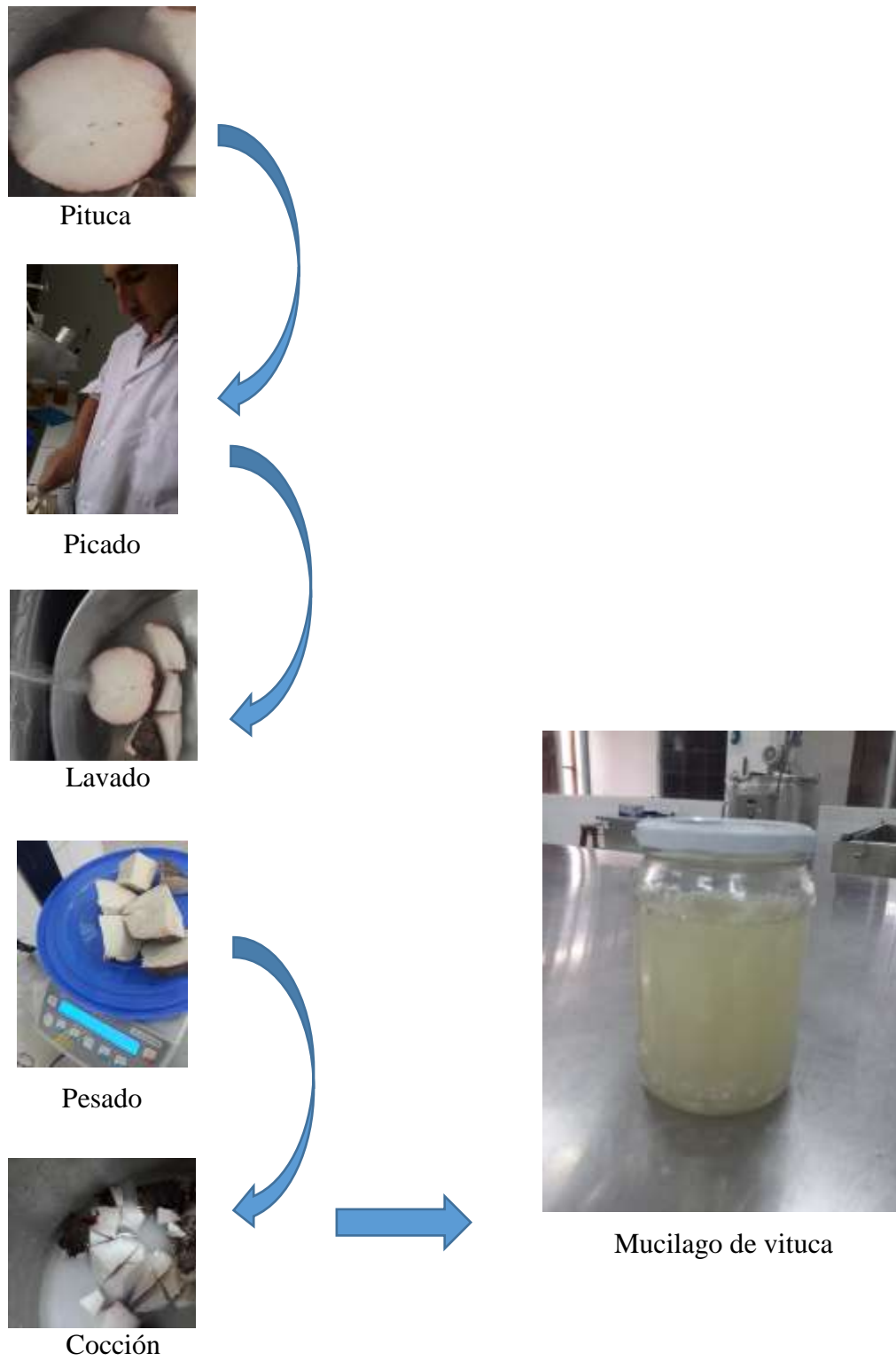


Figura 9. Proceso para obtener el mucilago de la planta de vituca

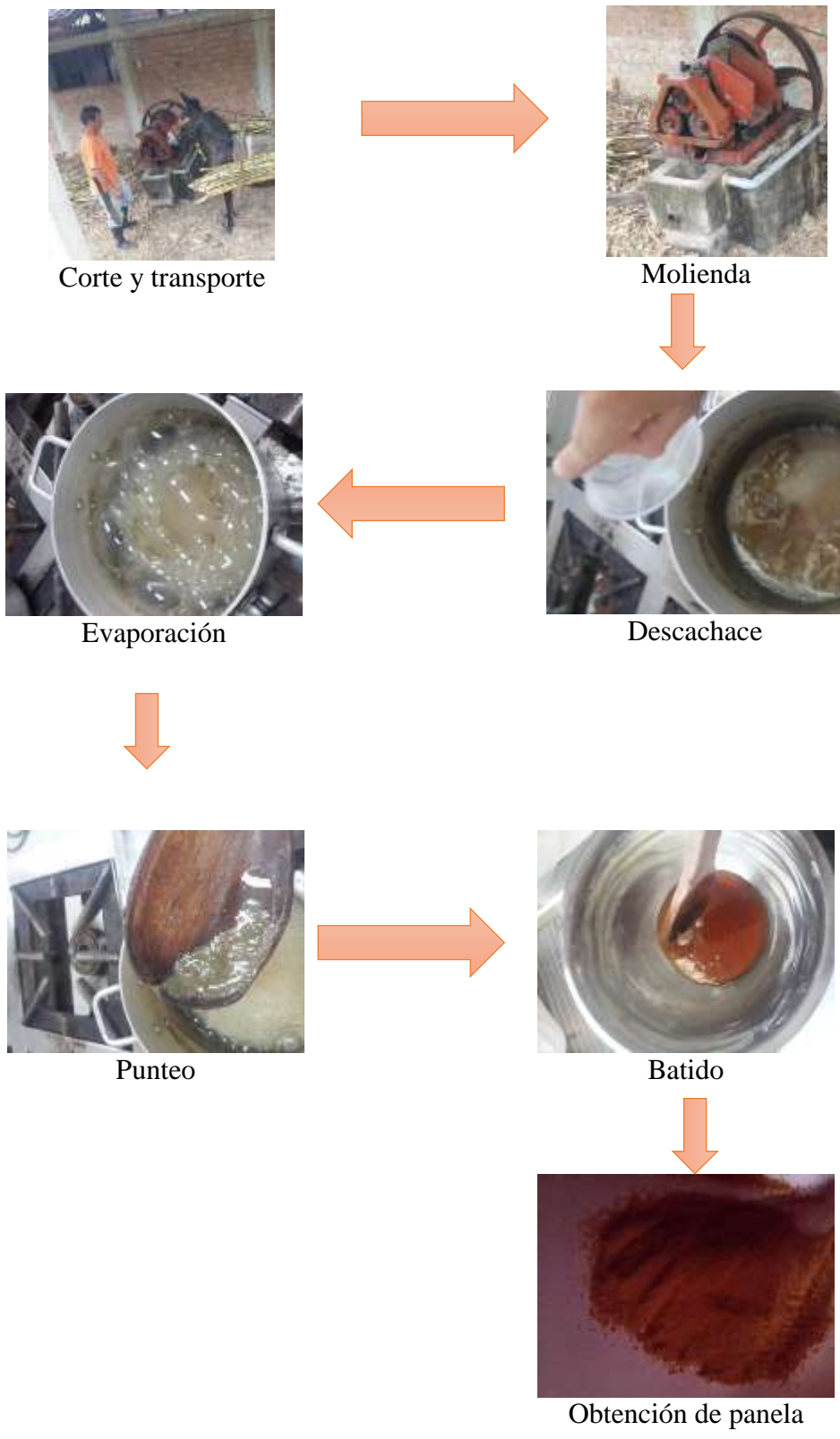


Figura 10. Proceso para obtener panela granulada

V. DISCUSIÓN

- En la Figura 3. Se puede notar que no existe influencia de la temperatura en el color de la panela, sin embargo esta variable influye de forma determinante en la clarificación de la panela (Quezada & Gallardo, 2014), lo que indica que no se controló adecuadamente esta variable.
- De acuerdo a la tabla n°1. Se puede notar que no hubo una homogenización en cuanto al índice de madures total de caña recolectada, evidenciando diferentes valores de °Brix por lo que puede ser una variable que está influyendo en la clarificación de la panela.
- En la fotografía 2. Se puede notar partículas compactas de panela oscuras que a pesar de presentar un color más claro respecto a la muestra inicial aún están presentes. Lo que indica que no se existió una selección homogénea de la caña y no se controló la temperatura conllevando a la inversión y caramelizarían de la sacarosa.
- En la investigación denominada, extracción y secado de floculantes naturales como balso cadillo y guasimo, el cadillo presento mayor eficiencia en la precipitación de solidos solubles (Ortiz, Solano, Villada, Mosquera, & Velasco, 2011); para la investigación se utilizó balso, cadillo y vituca; presentando los mejores resultados el cadillo con un pH de 6, independientemente de la temperatura pues no se logró controlar esta variables debido a la utilización de calor de residuos de caña, esto impide el control de temperatura.

VI. CONCLUSIONES

- Se determinó que de 120°C a 125°C de temperatura, pH de 5.5 a 6 y concentración de Cadillo como floculante logra la clarificación de la panela en un rango de 92 a 94 RGB; lográndose así la mejor presentación
- De acuerdo al estudio estadístico no existe influencia significativa en la clarificación por el uso de la temperatura de 115, 120 y 125°C; sin embargo existe influencia del pH y tipo de floculante, ya que a un pH entre 5.5 y 6; usando Cadillo se da el mejor tratamiento.
- La panela obtenida presentó 92.6 de RGB, lo que significa un color amarillo caramelo claro; pH 5.6, sólidos totales 92° brix y acidez titulable de 0,24.
-

VII. RECOMENDACIONES

Se debe realizar la producción teniendo estricto control de calidad de la materia prima y el índice de madurez, ya que es determinante para la obtención de las características sensoriales del producto.

Es necesario valorar la presente investigación mediante el estudio de un proyecto de inversión para producción de panela con mejor presentación en cuanto a la clarificación

Antes de realizar la elaboración de la panela se tiene que realizar la estandarización del jugo de caña de azúcar, principalmente el pH, que según los resultados de la investigación deben fluctuar entre 5.5 y 6

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Caicedo, D. M., & Saa, I. C. (2011). *Estandarización de una fórmula de aglutinante natural extraído de la planta cadillo (triumfetta láppulal) para emplearse como clarificante en la producción de panela*. Cali - Colombia: Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agroindustrial - Universidad de San Buenaventura.
- Cheftel, J., & Cheftel. (1993). *Introducción a la bioquímica y tecnología de Alimentos*. Zaragoza España.: Editorial. Acribia.
- CORPOICA – SENA. (1998). *Manual de caña de azúcar para la producción de panela*. Bucaramanga (Colombia).
- DRA. (2009). *Producción de Caña de Azúcar y Desarrollo de la Industria Panelera en las provincias de Bagua, Bongará y Rodríguez de Mendoza*” Centro de Investigación y Mejoramiento de la Panela Orgánica (CIMPA) de Colombia. Dirección regional de agricultura. Gobierno regional de Amazonas.
- FAO. (2009). *The State of food and agriculture*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gallardo, C., & Gallardo, H. F. (2001). *Clarificación del guarapo de caña de azúcar en la producción de panela*. Rev. Fac. Na I. Agr. Medellin, 54(1 y 2), 1211-1239.
- García, B. (2004). *Oportunidades de producción más limpia en la agroindustria panelera*. Cundimarca - Colombia: Programa de procesos agroindustriales. CORPOICA. C. I. Tibaitatá. Mosquera.
- Gobierno Regional Amazonas, & Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia . (2008). *Plan Regional de Desarrollo Concertado 2008-2021. Construyendo un nuevo Amazonas . Chachapoyas, Chachapoyas, Peru: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia*. Obtenido de www.regionamazonas.gob.pe
- Goode, M., & Hatt, P. (1986). *Métodos de Investigación social* (14 o Reimpresión ed.). México: Edit Trillas S.A.
- INEI. (2016). *Evolucion de la pobreza monetaria*. Lima: Instituto nacional de estadistica e informatica .
- Informesan. (2016). *La agroindustria peruana*. Boletin , Universidad ESAN, Lima.
- Larrahondo, J. E. (1995). *Calidad de la caña de azúcar. El cultivo de la caña en zona azucarera de Colombia*. Cali, Colombia: Cenicaña.
- Ortiz, C. A., Solano, D. J., Villada, H. S., Mosquera, S. A., & Velasco, R. (2011). *Extracción y secado de floculantes naturales usados en la clarificación de jugos de caña*. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, 4(2), 32-40.
- Osorio, G. (2006). *Buenas practicas agricolas - BPA y buenas prácticas de manufactura - BPM en la produccion de caña y panela*. Colombia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -CORPOICA.
- PUCP. (2010). *Opciones de política económica en el Perú: 2011-2015* (1 ed.). (J. Rodríguez, & M. Tello, Edits.) Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Quezada, W. F., & Gallardo, I. (2014). Obtención de extractos de plantas mucilaginosas para la clarificación de jugos de caña.
- Angulo J. and Serra , I.(2003) Color segmentation by ordered mergings” in Proc. of IEEE International Conference on Image Processing, Barcelona, Spain.
- Angulo J. and Serra , I.(2004) “Traitements des images de couleur en représentation luminance/saturation/teinte par norme L1”, *Traitement du Signal*, Vol. 21(6), 20 p.
- Reins, P.(2006) *Cane Sugar Engineering*, 1th edition, BATENS, Berlin
- Britton, p.f. (2003). Application of image measurement and continuum mechanics to measuring the large strain kinematic behavior of prepared sugar cane and bagasee, 148pp., Thesis for the degree of Doctor of Philosophy, James Cook University, Queensland, Australia.
- Dzul–Puc J. D., Esparza–García F., Barajas–Aceves M. y Rodríguez– Vázquez R. (2005). Benzo(a)pyrene removal from soil by *Phanerochaete chrysosporium* grown on sugarcane bagasse and pine sawdust. *Chemosphere*. 58, 1–7.
- Roldán M. A., Esparza G. F., Calva C. G. y Rodríguez V. R. (2006). Effects of mixing low amounts of orange peel (*Citrus reticulata*) with hydrocarbon contaminated soil in solid culture to promote remediation. *J. Environ. Sci. Heal. A*. 41, 2373–2385.
- W. Kelly, A. Donnellan, D. (2008). Screening for Objectionable Images: A Review of Skin Detection Techniques. In *Machine Vision and Image Processing Conference (IMVIP '08)* Coleraine, Northern Ireland pp. 151-158.
- P. Fuangkhone, T. Tanprasert. (2005). Nipple Detection for Obscene Pictures. In Proc. Of 5th WSEAS Int. Conf. on Signal, Speech and Image Processing (SSIP '05). Corfu Island, Greece. pp. 315-320.

ANEXOS

Anexo 1: Estudio estadístico

Tabla 6. Datos de la evaluación del color de la panela a 115°C

Tratamiento / Repetición	Temperatura	115 °C								
	pH	5.5			6			6.5		
	Tipo de floculante	Cadillo	Balso	Vituca	Cadillo	Balso	Vituca	Cadillo	Balso	Vituca
1		94.45	96.32	110	92.34	94.12	100.45	94.45	96.33	111
2		94.12	97.23	99.56	94.10	94.56	102.45	94.12	97.24	99.57
3		95.11	96.89	98.12	91.34	93.89	101.67	95.12	96.90	98.13
Promedio		94.56	96.81	102.56	92.59	94.19	101.52	94.56	96.82	102.90
Tratamiento		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9

Tabla 7. Datos de la evaluación del color de la panela a 120°C

Tratamiento / Repetición	Temperatura	120 °C								
	pH	5.5			6			6.5		
	Tipo de floculante	Cadillo	Balso	Vituca	Cadillo	Balso	Vituca	Cadillo	Balso	Vituca
1		92.35	94.12	100.46	94.45	96.34	112	92.36	94.12	100.47
2		94.102	94.148	102.46	94.12	97.25	99.58	94.194	94.240	102.47
3		91.35	93.90	101.68	95.13	96.91	98.14	91.36	93.91	101.69
Promedio		92.60	94.06	101.53	94.57	96.83	103.24	92.64	94.09	101.54
Tratamiento		T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18

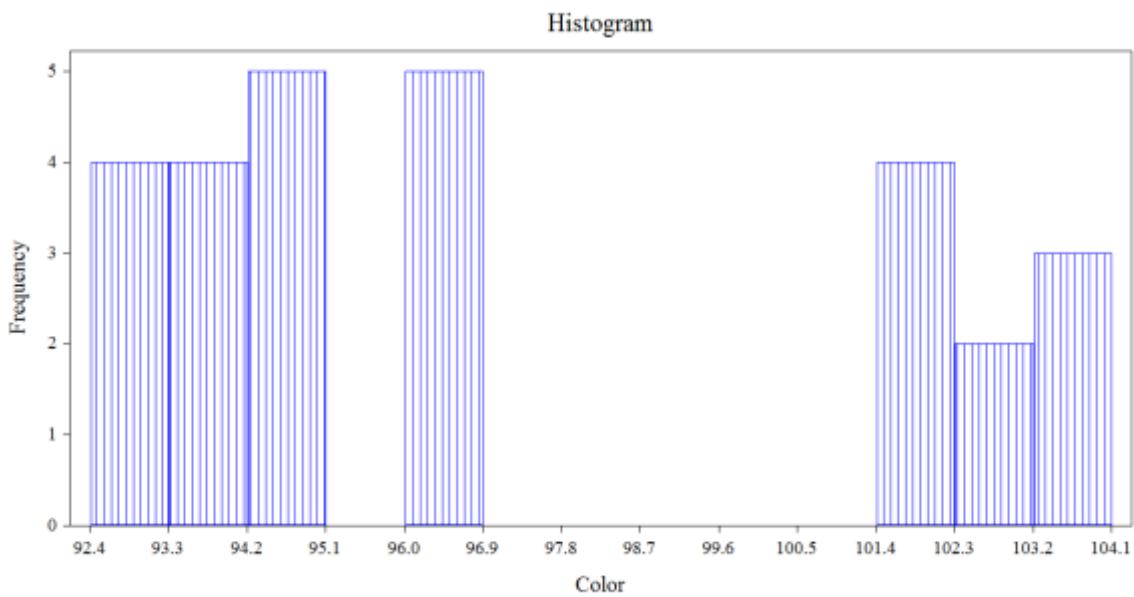
Tabla 8. Datos de la evaluación del color de la panela a 125°C

Tratamiento / Repetición	Temperatura	125 °C								
	pH	5.5			6			6.5		
	Tipo de floculante	Cadillo	Balso	Vituca	Cadillo	Balso	Vituca	Cadillo	Balso	Vituca
1		94.45	96.35	113	92.37	94.12	100.48	94.45	96.36	114
2		94.12	97.26	99.59	94.286	94.332	102.48	94.12	97.27	99.60
3		95.14	96.92	98.15	91.37	93.92	101.70	95.15	96.93	98.16
Promedio		94.57	96.84	103.58	92.68	94.12	101.55	94.57	96.85	103.92
Tratamiento		T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27

Statistix 8.0

Descriptive Statistics

Variable	N	Mean	SD	Minimum	Maximum
Color	27	97.270	3.9985	92.590	103.92

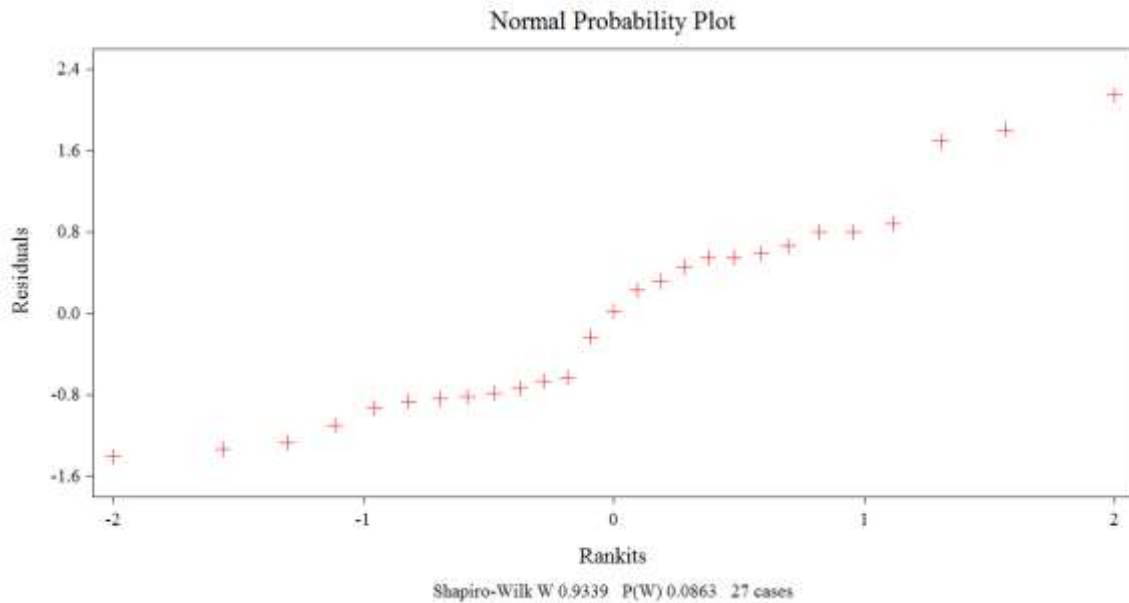


Statistix 8.0

Analysis of Variance Table for Color

Source	DF	SS	MS	F	P
Temperatu	2	3.386	1.693	1.30	0.2951
pH	2	2.890	1.445	1.11	0.3497
Floculant	2	383.328	191.664	146.95	0.0000
Error	20	26.086	1.304		
Total	26	415.691			

Grand Mean 97.270 CV 1.17



Statistix 8.0

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for Color by Flocculant

Flocculant	Mean Rank	Sample Size
1	7.2	9
2	11.8	9
3	23.0	9
Total	14.0	27

Kruskal-Wallis Statistic 18.8683
P-Value, Using Chi-Squared Approximation 0.0001

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	2	1186.89	593.444	31.7	0.0000
Within	24	448.61	18.692		
Total	26	1635.50			

Total number of values that were tied 5
Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 27 Missing Cases 0

Statistix 8.0

estadísticas,

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for Color by Temperatu

Temperatu	Mean Rank	Sample Size
1	13.7	9
2	12.2	9
3	16.1	9
Total	14.0	27

Kruskal-Wallis Statistic 1.1057
P-Value, Using Chi-Squared Approximation 0.5753

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	2	69.56	34.7778	0.53	0.5936
Within	24	1565.94	65.2477		
Total	26	1635.50			

Total number of values that were tied 5
Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 27 Missing Cases 0

Statistix 8.0 estadisticas, 22/10/2017,
10:30:46 p.m.

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for Color by pH

pH	Mean Rank	Sample Size
1	14.3	9
2	12.7	9
3	15.1	9
Total	14.0	27

Kruskal-Wallis Statistic 0.4248
P-Value, Using Chi-Squared Approximation 0.8086

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	2	26.72	13.3611	0.20	0.8206
Within	24	1608.78	67.0324		
Total	26	1635.50			

Total number of values that were tied 5
Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 27 Missing Cases 0

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for Color by Flocculant

Mean Sample Flocculant Rank Size

1	7.2	9
2	11.8	9
3	23.0	9
Total	14.0	27

Kruskal-Wallis Statistic 18.8683
P-Value, Using Chi-Squared Approximation 0.0001

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	2	1186.89	593.444	31.7	0.0000
Within	24	448.61	18.692		

Total 26 1635.50

Total number of values that were tied 5

Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 27 Missing Cases 0

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for Color by Temperatu

	Mean	Sample	
Temperatu	Rank	Size	
1	13.7	9	
2	12.2	9	
3	16.1	9	
Total	14.0	27	

Kruskal-Wallis Statistic 1.1057

P-Value, Using Chi-Squared Approximation 0.5753

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	2	69.56	34.7778	0.53	0.5936
Within	24	1565.94	65.2477		
Total	26	1635.50			

Total number of values that were tied 5

Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 27 Missing Cases 0

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for Color by pH

	Mean	Sample	
pH	Rank	Size	
1	14.3	9	
2	12.7	9	
3	15.1	9	
Total	14.0	27	

Kruskal-Wallis Statistic 0.4248

P-Value, Using Chi-Squared Approximation 0.8086

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	2	26.72	13.3611	0.20	0.8206
Within	24	1608.78	67.0324		
Total	26	1635.50			

Anexo 3: Metodología para obtención de imágenes en RGB

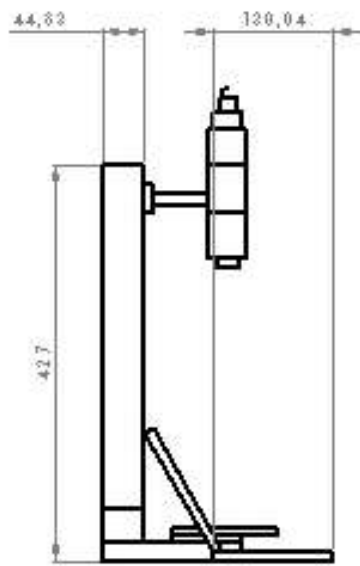
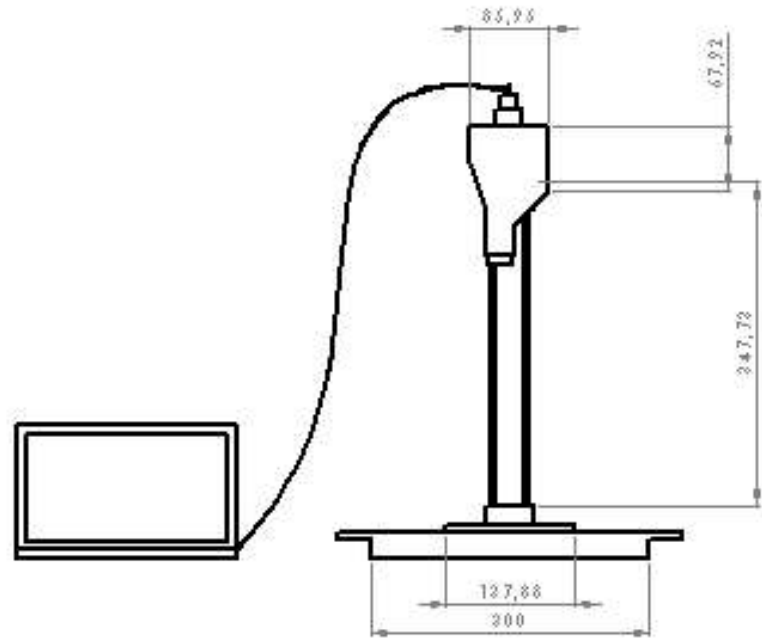


Figura 11. Planos del equipo para la obtención de las fotografías en RGB

