



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN
ALIMENTOS**

**“APLICACIÓN DE TÉCNICAS PARA LA CLARIFICACIÓN DEL
JUGO DE CAÑA (*Saccharum officinarum*) COMO MEJORADOR DE
SUS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS”**

**Proyecto de trabajo de Grado previo a la obtención del título de Ingeniero en
Alimentos**

**Por: Angel E. Villarroel M.
Tutor: Ing. MSc. Jacqueline Ortiz**

Ambato, 2006

CERTIFICADO DE RESPALDO

En mi calidad de profesor de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

CERTIFICO:

Que he colaborado en la redacción del Perfil de Proyecto de Investigación, titulado **““APLICACIÓN DE TÉCNICAS PARA LA CLARIFICACIÓN DEL JUGO DE CAÑA (*Saccharum officinarum*) COMO MEJORADOR DE SUS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS”** del Sr. Villarroel Mancheno Angel Enrique, por lo que considero reúne los requisitos y meritos suficientes para ser sometido a la revisión, por parte de la Comisión de Calificación que Consejo Directivo asigne para el efecto.

.....
Ing. MSc. Jacqueline Ortiz

Profesor de la F.C.I.AL

INDICE

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO.....	3
1.2.3 PROGNOSIS.....	4
1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES.....	5
1.2.6 DELIMITACION.....	5
1.3 JUSTIFICACION.....	5
1.4 OBJETIVOS.....	6

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	7
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	8
2.3 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	14
2.3.1 CLARIFICACION ENZIMATICA.....	14
2.3.1.1 CELULOSA.....	14
2.3.1.2 HEMICELULOSA.....	14
2.3.2 CLARIFICACIÓN POR ADICIÓN DE QUIMICOS.....	15
2.3.2.1 CARBONATO DE CALCIO.....	16
2.3.2.2 HIDROXIDO DE CALCIO.....	16
2.4 HIPÓTESIS.....	17
2.4.1 HIPÓTESIS NULA.....	17
2.4.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVA.....	17
2.5 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	17
2.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	17
2.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE.....	17

CAPITULO III
METODOLOGÍA.

3.1 ENFOQUE.....	18
3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	18
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	19
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	22
3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	24
3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	28

CAPITULO IV.
MARCO ADMINISTRATIVO

4.1 RECURSOS.....	29
4.1.1 RECURSOS INSTITUCIONALES.....	29
4.1.2 RECURSOS HUMANOS	29
4.1.3 RECURSOS MATERIALES.....	29
4.1.4. RECURSOS ECONÓMICOS.....	30
4.2. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	30
4.3. BIBLIOGRAFÍA.....	32

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.3 TEMA DE INVESTIGACIÓN

APLICACIÓN DE TÉCNICAS PARA LA CLARIFICACIÓN DEL JUGO DE CAÑA (*Saccharum officinarum*) COMO MEJORADOR DE SUS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Tradicionalmente ha existido una gran demanda en el consumo de jugo de caña a nivel local, siendo este un producto artesanal cuyo origen es indeterminado, atrae la aceptabilidad del consumidor que visita localidades como Baños y Puyo que se dedican a la obtención de este tipo de bebidas naturales.

El jugo de caña no muestra una comercialización masiva ya que no existen proyectos para su industrialización, para lo cual se ve necesaria la implantación de una técnica adecuada de clarificación para mejorar las características físicas primordiales tales como: brillo, transparencia, uniformidad, etc., siendo esto un resultado que apoyara la industrialización del jugo y facilitara la comercialización de esta bebida tan particular; además beneficiara a los pequeños productores de este producto e mejorar sus ingresos

1.4.1 CONTEXTUALIZACIÓN

MACRO

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum L*) es una gramínea tropical, un pasto gigante emparentado con el sorgo y el maíz en cuyo tallo se forma y acumula un jugo rico en sacarosa, compuesto que al ser extraído y cristalizado

en el ingenio forma el azúcar. La sacarosa es sintetizada por la caña gracias a la energía tomada del sol durante la fotosíntesis. (www.perafan.com)

Fue llevada a España por los árabes en el siglo VIII AD, donde se cultivaba principalmente en las tierras costeras de Málaga y Granada, de clima subtropical; en este sitio todavía se conserva el más antiguo trapiche de Occidente. Posteriormente los españoles llevaron la planta a las Indias Occidentales, en muchas de cuyas zonas el clima era más favorable que en la península, por lo que casi se abandonó el cultivo en esta. (www.bedri.webcindario.com)

FAUCONNIER B (1975). La caña, (*Saccharum officinarum*) y sus híbridos; además de ser el cultivo con más estudios e investigaciones que cualquier otro de tipo comercial, es la planta que se cultiva en mayor escala en el mundo para la producción de azúcar, siendo este muy importante en la alimentación humana y se usa en la elaboración de diferentes alimentos de vital importancia para el mundo entero. Los principales productores de caña de azúcar a nivel mundial son Cuba, Java, Hawai, Brasil, Perú, etc., siendo el primero de estos el número uno en exportaciones.

MESO

INEC-SEAN (1995) reporta un área sembrada de caña de 51550 hectáreas cultivada en todas las regiones tropicales y subtropicales de la tierra. En Ecuador casi todas las provincias presentan las condiciones necesarias para el cultivo de esta planta a excepciones de Sucumbíos, Tungurahua y Galápagos por presentar muy poca o casi ninguna cantidad en su producción. La caña de azúcar en nuestro país además de ser utilizada para la agroindustria azucarera también es reportada para otros usos tales como para la producción de agua ardiente, panela, caña de frutas, alfeñiques y mieles pero estas no han sido cuantificadas actualmente, ya que su producción es a nivel artesanal.

MICRO

El cultivo de caña de azúcar en Tungurahua muestra actualmente una superficie muy escasa, en comparación a épocas anteriores en las cuales su mayor cultivo se ubicaba principalmente en el cantón Baños en el valle de Patate y poco en el canto Píllaro, actualmente su cultivo se ubica en mayor parte en el cantón Baños, siendo esto aprovechado ya sea para la obtención de subproductos tales como el bagazo, la cachaza, mieles, ceras, etc. (www.sica.gov.ec)

De esta planta es extraído en el molino, un jugo que se conoce como “guarapo crudo” o jugo, desde el punto de vista fisicoquímico es un dispersoide compuesto por materiales de múltiples tamaños, desde partículas gruesas hasta iones y coloides, este jugo es posteriormente empleado para la elaboración de productos artesanales como alfeñiques, aguardiente, mieles y jaleas y la producción de jugo de caña. (www.procana.org)

La producción de jugo de caña es de gran importancia para diversos sectores principalmente el cantón Baños ya que muestra un gran ingreso económico para la mayor parte de su población.

1.4.2 ANÁLISIS CRÍTICO

La caña de azúcar luego de ser cosechada y clasificada, es necesario la extracción del jugo utilizando un molino a base de rodillos, para luego aplicar diferentes ingenios y así obtener diversos productos.

Este jugo puede considerarse como una buena alternativa de industrialización para su consumo en forma natural, para esto debe de aplicarse técnicas especializadas para cada una de sus etapas de proceso, desde la recepción de la caña hasta el consumo final de esta bebida en forma lo mas natural sin alterar sus características

El presente trabajo de investigación, creará beneficios principalmente a los productores artesanales de este tipo de bebida a partir de la caña de azúcar como labor de gran importancia para los sectores de elevada producción, fundamentalmente en el cantón Baños, ya que su comercialización provocara beneficios económicos debido a la mejora en las características físicas de esta bebida principalmente su color y brillo.

1.4.3 PROGNOSIS

El presente estudio permitirá mejorar las características de este tipo de bebida, lo cual mejorara su comercialización y posiblemente en un futuro mediato su industrialización lo cual permitirá generar nuevas fuentes de trabajo para los pobladores de las localidades productoras de este tipo de producto.

El no llegar a realizar este trabajo se vería negada la posibilidad de un mejoramiento en el desarrollo de esta bebida ya que es muy apetecida por gran parte de consumidores, de igual manera el poder aumentar su venta a gran escala beneficiara a los productores artesanales.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El procesamiento de la caña de azúcar como fuente de ingreso para los pequeños productores artesanales de jugo de caña es muy importante y a la vez tradicional en las diferentes localidades de la provincia de Tungurahua especialmente en el cantón Baños, ya que este producto es muy apetecido por un importante segmento de mercado, que se deleita al degustar esta bebida natural, se ve necesario establecer técnicas de clarificación con el fin de mejorar sus características físicas y así aumentar su venta tanto a nivel local como nacional para lo cual me impongo solucionar el siguiente problema investigativo:

APLICACIÓN DE TÉCNICAS PARA LA CLARIFICACIÓN DE JUGO DE CAÑA (*Saccharum officinarum*) COMO MEJORADOR DE SUS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

1.4.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿La aplicación de diferentes técnicas de clarificación en el jugo de caña de azúcar permitirá la posibilidad de su respectiva industrialización y posterior comercialización a mayor escala?
- ¿Qué método de clarificación del jugo de caña es el más apto para mejorar su comercialización?
- ¿La mejora de las características organolépticas de este tipo de bebida por medio de la aplicación de una técnica de clarificación adecuada aumentará su consumo a nivel nacional?
- ¿De que manera se beneficiarán los principales productores artesanales de este producto?

1.4.6 DELIMITACION

Campo	:	Alimentos
Aspecto	:	Tecnológico
Campo	:	Pecuario
Tema	:	Jugo de caña
Problema	:	Clarificación del jugo de caña.

1.5 JUSTIFICACION

En el Ecuador la superficie sembrada ha mantenido un crecimiento sostenido, es así como en 1990, se sembraron 48.201 Has., pasando a 67.469 Has en 1998, lo que representa un incremento del 40%. (www.sica.gov.ec)

INEC-SEAN (1995) Esta producción se ve reflejada de igual forma en las localidades de nuestra provincia del Tungurahua, donde se ha aprovechado el jugo de la caña como bebida artesanal y como fuente de ingresos para estos artesanos.

La importancia de este proyecto es vital para la economía de los pequeños artesanos que elaboran esta bebida tan apetecida por mucha gente en el

centro del país, ya que no solo se mejorarían las condiciones de producción y comercialización, sino también se podría pensar en la posibilidad de exportar este producto a otros países ya que es muy apetecible por los extranjeros que visitan las diferentes localidades de expendio de este jugo en particular.

1.6 OBJETIVOS

GENERAL

- Aplicar técnicas para la clarificación de jugo de caña (*saccharum officinarum*) para mejorar sus características organolépticas

ESPECIFICOS

- Caracterizar el jugo de caña antes de realizar procesos de clarificación.
- Aplicar técnicas de clarificación de jugo de caña para mejorar su color y brillo.
- Determinar la mejor técnica de clarificación del jugo de caña por medio de la cuantificación fisicoquímica.
- Demostrar la aceptabilidad del jugo de caña clarificado por medio de pruebas sensoriales.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El presente trabajo se apoya tanto en estudios realizados anteriormente en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos como otros estudios a nivel internacional, los mismos que son:

TESIS DE GRADO

- PAREDES Amparito, RAMOS Graciela 2002, “Efecto del pH sobre el tratamiento térmico de la enzima polifenoloxidasas en jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)”
- MORA Wilson 2004, “Mejoramiento de la calidad de la panela granulada por clarificación del jugo de caña de azúcar con aglutinantes químicos alternativos”
- CHILCACUNDO Cesar, RAMIREZ Omar 2004, Desarrollo de una bebida isotónica a partir de jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)”

ARTICULOS PUBLICADOS EN INTERNET

- BRUFFAO Cecilia, FERNANDEZ Georgia, y colaboradores 1994 “Caracterización de los jugos de diferentes variedades de cepas de caña”, Cuba.
- CHAVES MARCO, 2004 “La caña de azúcar como materia prima para la producción de alcohol carburante”, Costa Rica.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CAÑA

El tronco de la caña de azúcar está compuesto por una parte sólida llamada fibra y una parte líquida, el jugo, contiene agua y sacarosa, en ambas partes se encuentran otras sustancias en cantidades muy pequeñas. Las proporciones de los componentes varían de acuerdo con la variedad (familia) de la caña, edad, madurez, clima, suelo, método de cultivo, abonos, lluvias, riegos, etc. Sin embargo, unos valores de referencia general pueden ser:

Cuadro 1. Componentes de la caña de azúcar

Componente	Porcentaje (%)
Agua	73 - 76 %
Sacarosa	8 - 15 %
Fibra	11 - 16 %

Fuente: www.perafan.com

D.A. González y C. González 2004. La caña de azúcar presenta un alto contenido de azúcares solubles, específicamente sacarosa, y azúcares insolubles de origen estructural, especialmente celulosa, hemicelulosa y lignina de acuerdo con los datos de Cuarón y Shimada (1981).

Cuadro 2. Composición química de la caña de azúcar entera

Fracciones	Materia Seca (%)
Materia seca	29
Cenizas	5
Lignina	7
Celulosa	27
Hemicelulosa	20
Azúcares solubles	40
Proteína bruta, Nx6.25	2

Fuente: Cuarón y Shimada (1981)

La presencia abundante de estos componentes químicos obliga necesariamente a emplear técnicas de fraccionamiento de la caña, que permite su posterior proceso.

Meade y Chen (1977). En términos generales, manifestado que la composición química de la caña de azúcar es la resultante de la integración e interacción de varios factores que intervienen en forma directa e indirecta sobre sus contenidos, variando los mismos entre lotes, localidades, regiones, condiciones del clima, variedades, edad de la caña, estado de madurez de la plantación, grado de despunte del tallo, manejo incorporado, períodos de tiempo evaluados, características físico-químicas y microbiológicas del suelo, grado de humedad (ambiente y suelo), fertilización aplicada, entre muchos otros, como se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Promedio de la Composición Química (%) de los Tallos y los Jugos de la Caña de Azúcar.

CONSTITUYENTE QUÍMICO	PORCENTAJE (%)
EN LOS TALLOS:	
Agua	73 – 76
Sólidos	24 – 27
- Sólidos Solubles (Brix)	10 – 16
- Fibra (Seca)	11 – 16
EN EL JUGO:	
Azúcares	
- Sacarosa	75 – 92
- Glucosa	70 – 88
- Fructuosa	2 - 4
Sales	
- Inorgánicas	3,0 – 3,4
- Orgánicas	1,5 – 4,5
Ácidos Orgánicos	1 - 3
Aminoácidos	1,5 – 5,5

Otros No Azúcares	
- Proteína	0,5 – 0,6
- Almidones	0,001 – 0,050
- Gomas	0,3 – 0,6
- Ceras, Grasas, etc.	0,15 – 0,50
- Compuestos Fenólicos	0,10 – 0,80

En términos globales la caña está constituida principalmente por jugo y fibra, siendo la fibra la parte insoluble en agua formada por celulosa, la que a su vez se compone de azúcares simples como la glucosa (dextrosa). A los sólidos solubles en agua expresados como porcentaje y representados por la sacarosa, los azúcares reductores y otros componentes, comúnmente se les conoce como Brix. La relación entre el contenido de sacarosa presente en el jugo y el Brix se denomina Pureza del Jugo.

El contenido “aparente” de sacarosa, expresado como un porcentaje en peso y determinado por polarimetría, se conoce como “Pol”. Los sólidos solubles diferentes de la sacarosa, que contempla los azúcares reductores como la glucosa y la fructuosa y otras sustancias orgánicas e inorgánicas, se denominan usualmente “No Pol” o “No Sacarosa”, los cuales corresponden porcentualmente a la diferencia entre Brix y Pol.

El cuadro 3 revela que en la caña de azúcar el contenido de agua representa entre el 73 y el 76%. Los sólidos solubles totales (Brix % caña) fluctúan entre 10 y 16%, y la fibra (% de caña) varía entre 11 y 16%. Entre los azúcares más simples se encuentran la glucosa y la fructuosa (azúcares reductores), que existen en el jugo de cañas con grado avanzado de madurez en una concentración entre 1 y 5%.

Además de los azúcares contenidos en el jugo, existen también otros constituyentes químicos de naturaleza orgánica e inorgánica, representados por sales de ácidos orgánicos, minerales, polisacáridos, proteínas y otros no azúcares. La calidad de los jugos afecta el procesamiento de la caña y la

recuperación de la sacarosa en la fábrica. El contenido de almidones en el jugo es bajo (aproximadamente entre 50 y 70 mg/l); se ha encontrado que esta es una característica muy ligada a las variedades, que puede ser modificada (reducida) mediante prácticas agrícolas como el riego y la fertilización con potasio.

De la composición de la caña, el 99% corresponde a los elementos Hidrógeno, Carbono y Oxígeno. Su distribución en el tallo es de aproximadamente un 74,5% de agua, 25% de materia orgánica y 0,5% de minerales.

Para muchos tecnólogos y especialistas, la caña como materia prima se constituye fundamentalmente de fibra y jugo, donde:

$$\text{CAÑA} = \text{JUGO} + \text{FIBRA}$$

$$\text{CAÑA} = \text{FIBRA} + \text{SÓLIDOS SOLUBLES (BRUX)}$$

La fibra se define como la fracción de sustancias insolubles en agua que tiene interés no sólo por su cantidad sino también por su naturaleza, y el jugo como una solución diluida e impura de sacarosa. La calidad y contenido del jugo depende en un alto grado de la materia prima que le dio origen.

Los altos contenidos porcentaje de fibra dificultan la extracción del jugo retenido en las células del tejido parenquimatoso del tallo, lo que implica y obliga a efectuar una excelente preparación de la materia prima para su molienda, procurando alcanzar una mayor desintegración y ruptura de las células que contienen el jugo.

Los sólidos solubles están representados como se indicó, por los azúcares y los no azúcares orgánicos e inorgánicos. Los azúcares se representan a su vez por la sacarosa, la glucosa y la fructuosa, manteniendo la primera el mayor porcentaje, el cual puede alcanzar valores próximos al 18%. Los otros azúcares del jugo aparecen en proporciones variables, dependiendo del estado de maduración de la materia prima.

La sacarosa se Hidroliza con facilidad en soluciones ácidas según la siguiente reacción:



A esta reacción hidrolítica se le aplica generalmente el nombre de inversión y los monosacáridos: glucosa y fructuosa producidos reciben el nombre de azúcares reductores. Altos contenidos de estos azúcares en los tallos denuncian un estado de inmadurez, con presencia de otras sustancias indeseables como almidón. En el caso de cañas maduras, los azúcares reductores contribuyen relativamente poco en la mayor recuperación de azúcar en forma de cristales.

La glucosa es un componente normal de la caña de azúcar en cualquier fase de desarrollo de la planta, encontrándosele en el jugo en mayor o menor cantidad. La fructuosa o levulosa se encuentran en mayores concentraciones en cañas que aún no alcanzan su madurez fisiológica y disminuye conforme este estado avanza y la planta madura.

Los no azúcares orgánicos están representados por sustancias como: materias nitrogenadas (proteínas, aminoácidos, amidas, etc.), grasas y ceras, pectinas, ácidos libres y combinados (málico, succínico, oxálico, etc.).

Los no azúcares inorgánicos que representan las cenizas, tienen como componentes principales: Sílice, Potasio, Fósforo, Calcio, Sodio, Magnesio, Azufre, Hierro, Aluminio, Cobre, Zinc, etc. En este caso, el Potasio es el mineral que aparece en mayor proporción entre el contenido mineral del jugo, debido a su elevada solubilidad en agua.

El Calcio, el Magnesio y el Silicio se depositan en las tuberías de los vasos evaporadores provocando incrustaciones. Los demás constituyentes de las cenizas también se comportan negativamente, excepto el Fósforo inorgánico

que auxilia de manera positiva en la clarificación del jugo; la concentración de este mineral es limitante para alcanzar una buena clarificación de los jugos.

BIRCH y PARKET, (1979). Las antocianinas, las cuales son glucósidos polifenoles se encuentran en el punto de nacimiento de la caña y debido a que son solubles en agua y lábiles, estos reaccionan durante el proceso de clarificación del jugo para formar residuos polifenólicos, los cuales actúan como precursores de ciertas coloraciones. Los polifenoles forman complejos de color muy oscuro con los iones férricos. La reacción de Maillar a sido revisada en detalles determinándose que esta influenciada por la naturaleza la concentración del azúcar y de los componentes aminos, por la temperatura, pH, el tiempo de reacción, la cantidad de agua y los efectos catalíticos del cobre, hierro e iones fosfato.

El método tradicional de extracción del jugo de la caña es el de pasar la caña a través de una pequeña abertura entre los rodillos superpuesto, que giran, uno en dirección opuesta al otro, este equipo se llama desfibrador y así se obtiene el jugo llamado también guarapo crudo. (www.oni.escuelas.edu.ar)

La extracción se hace generalmente en un molino que pasa la caña entre 3 o cuatro masas de acero que exprimen los tallos y sacan todo el jugo. Para mejorar la extracción se añade agua para sacar más del azúcar. El residuo sólido fibroso se llama bagazo y es usado para hacer papel y para quemar en caldera para todo el proceso del ingenio. El jugo extraído, llamado guarapo, contiene del 10 al 14% de sacarosa. (www.bedri.webcindario.com)

BRUFFAO C, FERNANDEZ G, y colaboradores (1994). Se sabe que las sustancias coloidales dispersas son perjudiciales para el proceso de fabricación de azúcar. Muchas de estas se eliminan durante la purificación, sin embargo en algunos casos los contenidos de estas materias aumentan en ciertas etapas del proceso, como ocurre a causa de la precipitación incompleta de las sustancias inorgánicas. Eso puede ser provocado 'por una mala clarificación.

2.3 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

CLARIFICACIÓN

MORA G (2004). Se da el nombre de clarificación al proceso mediante el cual se eliminan los sólidos en suspensión, las sustancias coloidales y los colorantes presentes en el jugo original de la caña.

2.3.1 CLARIFICACION ENZIMATICA

Las enzimas tienen muchas aplicaciones en diversos tipos de industrias, entre las que se destaca la alimenticia. Una de las principales aplicaciones de las enzimas es en la clarificación de jugos de acuerdo a las sustancias presentes en el mismo. (www.porquebiotecnologia.com.ar)

ARTHEY D y ASHURTS P (1997). El método tradicional de clarificación o acabado consiste en calentar el zumo a la temperatura precisa y agitarlo, en presencia de la enzima o mezcla de enzimas; esperar a que la enzima actúe y añadir luego agentes precipitantes de los latinos y de otras sustancias indeseables. Se logra una buena floculación a temperaturas próximas a la ambiente; sin embargo Grampp (1977) describe un sistema de clarificación en caliente que es más rápido que el método tradicional.

2.3.1.1 CELULOSA

La celulosa, en términos generales se puede definir como un polisacárido constituido por moléculas de D-glucosa unidas por enlaces glucosídicos. Es el compuesto orgánico más difundido en la naturaleza; componente principal de las paredes celulares vegetales (maderas, en las fibras de algodón) en las cuales se encuentra junto con hemicelulosa, pectina, extensina (que actúan como aglutinante entre las fibras celulósicas) y lignina. La hidrólisis completa de la celulosa con ácidos rinde glucosa, pero la hidrólisis parcial produce el disacárido celobiosa. La nitrocelulosa, el acetato de celulosa, y el xantato de celulosa (rayón) son ésteres de la celulosa que tienen una gran aplicación

técnica; la que se obtiene de la madera es la pasta de celulosa. La celulosa es el nombre genérico para definir un amplio rango de productos compuestos por fibras naturales, contenido principalmente en árboles y otras plantas. Las enzimas de celulosa convertirán la celulosa insoluble en glucosa, (www.rincondelvago.com)

BEAUCHEMIN y RODE (1996). La celulasa es una enzima compleja que se encarga de la degradación de la celulosa y consta de dos unidades importantes como mínimo: C-1 que rompe los enlaces de hidrogeno, liberando cadenas de glucosa susceptibles a una posterior hidrólisis, y C-X, que hidroliza estas cadenas hasta celobiosa y glucosa. Las celulasas parecen diferir en su capacidad para absorber el factor hidrolítico.

2.3.1.2 HEMICELULOSA

Es la mezcla resultante entre polisacáridos lineales altamente ramificados con algunas pentosas y hexosas. A pesar de lo que su nombre pudiera indicar, nada tiene que ver con la celulosa. Si es rica en ácido urónico se denominará hemicelulosa ácida, y neutra, sí no es así. (www.buscasalud.com)

VAN SOEST (1982). Prácticamente se define como un polisacárido de la pared celular soluble en álcalis y estrechamente asociado a la celulosa. El nombre de Hemicelulosa ha sido generalizado e implica erróneamente que el material es destinado para la conversión de celulosa. Estructuralmente están compuestos principalmente por unidades de D-glucosa, D-galactosa, D-manosa, D-xilosa y L-arabinosa unida en diferentes combinaciones y por varios enlaces glicosídicos. Es el segundo polisacárido estructural más abundante de las plantas, esta presente en asociación con la celulosa en las paredes de la mayoría de las especies vegetales, y puede ser extraída por álcalis. Se considera que los dos tipos principales de le hemicelulosa son los xilanos y los glucomanos. La hemicelulosa contiene dos tipos diferentes de polisacáridos, unos de cadena corta (o celulosanas), que forma parte de la propia estructura de la celulosa y están orientadas en la estructura micelar, y

polisacáridos amorfos incrustados, que se asocian íntimamente con la lignina de la membrana celular.

2.3.2 CLARIFICACIÓN POR ADICIÓN DE QUIMICOS

MORA W. (2004). El proceso de clarificación mediante el uso exclusivo de aglutinantes químicos es el más difundido en todo el mundo a nivel industrial, hacen referencia a coagulantes naturales como los mucílagos vegetales de cadillo, guásimo y bálsamo.

2.3.2.1 CARBONATO DE CALCIO

PRIETO, T y col. (1980). Es un auxiliar de clarificación, es la forma más común, menos costosa y más concentrada de suplemento de calcio disponible que ayuda a precipitar compuestos coloreados e impurezas.

Características: El Carbonato de Calcio muestra las siguientes características:

Densidad	2.71 gr/cm ³ (20°C)
pH	9.5 – 10.5
Solubilidad	soluble en agua
Punto de fusión	825 °C
Punto de ebullición	desconocido
Tamaño partícula	4.0 mm

Fuente: Manual de Reactivos Productos Químicos MERK, 2002

2.3.2.2 HIDROXIDO DE CALCIO

PRIETO, T y col. (1980). Es una base relativamente fuerte por ser el hidróxido de un metal bivalente, la cual ayuda a la precipitación de compuestos coloreados e impurezas.

Características: El Hidroxido de Calcio muestra las siguientes características:

Densidad	2.24 gr/cm ³ (20°C)
Solubilidad	soluble en agua
Punto de fusión	550 °C
Punto de ebullición	2850 °C
Tamaño partícula	4.0 mm

Fuente: Manual de Reactivos Productos Químicos MERK, 2002

2.4 HIPÓTESIS

2.4.1 Hipótesis Nula.

Ho: La aplicación de técnicas de clarificación sobre el jugo de caña permitirá la mejora de alguna de sus características organolépticas?

2.4.2 Hipótesis Alternativa

Hi: La aplicación de técnicas de clarificación sobre el jugo de caña no permitirá la mejora de alguna de sus características organolépticas?

2.5 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.

2.5.1 Variable Independiente.

- Métodos de clarificación

2.5.2 Variable Dependiente.

- Características Organolépticas del jugo en el producto final tales como el color y el brillo.

CAPITULO III

METODOLOGÍA.

3.1 ENFOQUE

El enfoque de la investigación va a ser cualitativo pues se realizará una investigación bibliográfica y cuantitativa, porque obtendrán resultados medibles debido a la metodología estadística y científica.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.

La clarificación del jugo de caña por diferentes técnicas, con el fin de mejorar sus características organolépticas comprenderá las siguientes modalidades:

- Bibliográfico – documental.- Se basará en principios ya publicados como libros, revistas, trabajos documentados, documentos de Internet, etc., siendo fuente fundamental del presente trabajo.
- Experimental.- Luego de establecer la metodología más apropiada se procederá a su respectiva ejecución ya sea a nivel local o regional, en industrias, laboratorios, o pequeñas empresas.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación al cual posiblemente llegará este trabajo es a la asociación de variables para lo cual se procederá a aplicar clarificantes químicos como el Carbonato de Calcio y el Hidróxido de Calcio y enzimáticos como la celulasa y la hemicelulasa, a diferentes niveles de concentración con relación a dos tipos de temperaturas de proceso.

A continuación mediante la aplicación de un diseño experimental se determinará el porcentaje óptimo del compuesto clarificante a una temperatura de proceso óptima el cual será el mejor tratamiento que ofrecerá la

aceptabilidad del producto final tomando en cuenta como respuesta experimental su nivel de absorbancia y brillo.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

SALTOS A (1993). Del mismo modo que para el éxito de una empresa se requiere aplicar una buena estrategia de financiamiento y mercadeo, la ejecución de una investigación científica o tecnología eficiente necesitara de un adecuado diseño experimental.

Para el presente perfil de proyecto se aplicara un diseño Experimental **a*b*c** cuyos factores de estudio y sus respectivos niveles se muestran continuación:

Factor A: Tipo de Clarificante

- a₀: Carbonato de Calcio
- a₁: Hidróxido de Calcio
- a₂: Celulasa
- a₃: Hemicelulasa

Factor B: Cantidad de clarificante

- b₀: 2 % (m/V)
- b₁: 5 % (m/V)

Factor C: Temperatura de proceso

- c₀: 20°C
- c₁: 30°C

Los diferentes tratamientos a aplicarse en cada muestra presentaran dos replicas de ensayo cada uno. Estos tratamientos se muestran en el siguiente cuadro con su respectiva simbología:

Tabla 1. Simbología para los tratamientos experimentales

Tratamiento	Descripción
aoboco	Carbonato de calcio + 2% + 20°C
aoboc1	Carbonato de calcio + 2% + 30°C
aob1co	Carbonato de calcio + 5% + 20°C
aob1c1	Carbonato de calcio + 5% + 30°C
a1boco	Hidróxido de calcio + 2% + 20°C
a1boc1	Hidróxido de calcio + 2% + 30°C
a1b1co	Hidróxido de calcio + 5% + 20°C
a1b1c1	Hidróxido de calcio + 5% + 30°C
a2boco	Celulasa + 2% + 20°C
a2boc1	Celulasa + 2% + 30°C
a2b1co	Celulasa + 5% + 20°C
a2b1c1	Celulasa + 5% + 30°C
a3boco	Hemicelulasa + 2% + 20°C
a3boc1	Hemicelulasa + 2% + 30°C
a3b1co	Hemicelulasa + 5% + 20°C
a3b1c1	Hemicelulasa + 5% + 30°C

La respuesta experimental del presente estudio es la cuantificación del grado de claridad y brillo del jugo de caña por medio del siguiente método detallado a continuación:

1. Determinando del índice de turbidez por espectrofotometría.

Se examina la turbidez del jugo previa homogenización mediante el uso del espectrofotómetro a 460 nm midiéndose valores de transmitancia (%) y convirtiendo estos valores en un índice de turbidez.

PRIMO Y. (1981). La turbiedad de jugos se mide por la inversa del porcentaje de transmitancia de la luz.

2. Determinación del contenido de Cenizas.

Según la Norma NTE INEN 382

3. Prueba de aceptabilidad

Se realizara en un laboratorio de cataciones, con un panel sensorial semientrenado de 25 personas, aplicando una prueba sensorial de calidad y aceptación, compuesto por escalas hedónicas, para calificar los atributos evaluados en la experiencia, utilizando una ficha diseñada (Ver tabla 4).

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

- **Variable Independiente:** Métodos de clarificación

Conceptualización	Categoría	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Métodos de clarificación	Producto Pecuario	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de aglutinantes químicos - Aplicación de aglutinantes bioquímicos - Concentración de Aglutinante. - Temperatura de proceso 	<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál es el aglutinante químico mas apto para la clarificación del jugo de caña? ¿Cuál es el aglutinante químico o bioquímico mas apropiado para la clarificación del jugo de caña? ¿Cual es la temperatura optima de clarificación del jugo de caña? 	Para la determinación de: <ul style="list-style-type: none"> ○ Contenido de cenizas de acuerdo a la Norma INEN 382. ○ Indice de turbidez de acuerdo al método de PRIMO Y. (1981) antes mencionado.

Elaborado por: Ángel Villarroel

- **Variable Independiente:** Características Organolépticas del jugo como producto final.

Conceptualización	Categoría	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Características Organolépticas del jugo como producto final.	Tecnología de Frutas y Hortalizas	Grado de clarificación del jugo de caña	<p>¿La aplicación de aglutinantes químicos o bioquímicos influyen en la aceptabilidad del producto final?</p> <p>¿Cuál es el tratamiento aceptado por los catadores?</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Evaluación sensorial aplicando una prueba sensorial de calidad y aceptación.

Elaborado por: Ángel Villarroel

3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La recolección de información de acuerdo a las diferentes respuestas experimentales relacionada al nivel de clarificación, aplicando el diseño experimental antes mencionado se utilizará las siguientes tablas:

Tabla 2. Índice de Turbidez en el jugo de caña clarificado

TRATAMIENTO	Índice de Turbidez (1/%T)
aoboco	
aoboc1	
aob1co	
aob1c1	
a1boco	
a1boc1	
a1b1co	
a1b1c1	
a2boco	
a2boc1	
a2b1co	
a2b1c1	
a3boco	
a3boc1	
a3b1co	
a3b1c1	

Elaborado por: Angel Villarroel

Tabla 3. Contenido de Cenizas en el jugo de caña clarificado

TRATAMIENTO	Cenizas (%)
aoboco	
aoboc1	
aob1co	
aob1c1	
a1boco	
a1boc1	
a1b1co	
a1b1c1	
a2boco	
a2boc1	
a2b1co	
a2b1c1	
a3boco	
a3boc1	
a3b1co	
a3b1c1	

Elaborado por: Angel Villarroel

Tabla 4. Formato para la prueba de aceptabilidad

Prueba de Aceptación

Nombre:

Instrucciones: Pruebe cada una de las muestras y marque con una (X) la respuesta que crea que es la correcta.

Características	Alternativas	Muestra 153	Muestra 225	Muestra 345	Muestra 428
COLOR	1. Verde Aceituna atractivo	----	----	----	----
	2. Verde aceituna	----	----	----	----
	3. Verde Oscuro	----	----	----	----
	4. Pardeado	----	----	----	----
	5. Muy Pardeado	----	----	----	----
APARIENCIA	1. Cristalino	----	----	----	----
	2. Brillante	----	----	----	----
	3. Límpido	----	----	----	----
	4. Apagado	----	----	----	----
	5. Turbio con depósitos	----	----	----	----
TRANSPARENCIA	1. Muy Transparente	----	----	----	----
	2. Transparente	----	----	----	----
	3. Poco transparente	----	----	----	----
	4. Ligeramente Transparente	----	----	----	----
	5. Nada Transparente	----	----	----	----
SABOR	1. Muy Bueno	----	----	----	----
	2. Bueno	----	----	----	----
	3. Neutral	----	----	----	----
	4. Extraño	----	----	----	----
	5. Muy Extraño	----	----	----	----
ACEPTABILIDAD	1. Agrada mucho				
	2. Agrada poco				
	3. Ni agrada ni desagrada				
	4. Desagrada poco				
	5. Desagrada mucho				

Elaborado por Ángel Villarroel

Comentarios _____

3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

La información recolectada en las tablas anteriores se la someterá al diseño experimental establecido; en programas de análisis estadísticos computarizados como el STATGRAPHICS o MINITAB, teniendo como respuesta experimental el grado de claridad y la aceptación del jugo de caña como resultado de un análisis sensorial y de esta forma se llegará a establecer el mejor tratamiento.

**CAPITULO IV.
MARCO ADMINISTRATIVO**

4.2 RECURSOS

4.2.1 Recursos Institucionales.

Universidad: Universidad Técnica de Ambato
Facultad: Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
Laboratorio: Laboratorio de Procesamiento

4.2.2 Recursos Humanos

Graduando: Ángel Enrique Villarroel Mancheno
Tutor: Ing. Msc. Jacqueline Ortiz

4.2.3 Recursos Materiales

Descripción	Valor (\$)
Equipos de Computación	20.00
Materiales varios	3.50
Uso del laboratorio	12.00
Redacción del proyecto	5.00
Publicación	15.00
Transporte	8.00
Imprevistos	6.00
Subtotal	69.50

4.2.4. Recursos Económicos (Presupuesto y Financiamiento)

Componente	Aportado Por	
	Universidad	Graduando
Recursos Humanos		
Graduando		69.50
Tutor	150.00	
Subtotal	150.00	69.50
Recursos Financieros		
Equipos de Computación		20.00
Materiales varios		3.50
Uso del laboratorio		12.00
Redacción del proyecto		5.00
Publicación		15.00
Transporte		8.00
Imprevistos		6.00
Subtotal	150.00	
Aporte de UTA (\$)	150.00	
Aporte Graduando (\$)		69.50
TOTAL (\$)		219.50

4.3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

4.3. BIBLIOGRAFÍA

ARTEHEY D. ASHURTS P. R. (1997) “Procesado de frutas”. Editorial ACRIBIA, S.A. Zaragoza – España, 97 – 98

CHILACUNGO C y RAMIREZ O (2004) “Desarrollo de una bebida isotónica a partir de jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) Ambato - Ecuador

MORA G. (2004) “Mejoramiento de la calidad de la panela granulada por clarificación del jugo de caña de azúcar con aglutinantes químicos alternativos” Ambato – Ecuador

PAREDES A. y RAMOS G. (2002) “Efecto del pH sobre el tratamiento de las enzimas polifenoloxidasas en jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) Ambato - Ecuador

ARTICULOS PUBLICADOS EN INTERNET

- BRUFFAO Cecilia, FERNANDEZ Georgia, y colaboradores 1994 “Caracterización de los jugos de diferentes variedades de cepas de caña”, Cuba.
- CHAVES MARCO, 2004 “La caña de azúcar como materia prima para la producción de alcohol carburante”, Costa Rica.

FUENTES DE INTERNET

<http://www.perafan.com/ea02cana.html>

http://bedri.webcindario.com/Libreta_de_apuntes/C/CA/Cana_de_azucar%20

www.sica.gov.ec

www.procana.org

http://www.sica.gov.ec/cadenas/azucar/docs/azucar_ec_90-98.htm

http://www.sica.gov.ec/cadenas/azucar/docs/azucar_ec_90-98.htm

http://www.oni.escuelas.edu.ar/2004/JUJUY/624/proceso_de_fabricaci%C3%B3n.htm

http://bedri.webcindario.com/Libreta_de_apuntes/C/CA/Cana_de_azucar

<http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion/cuadern>