



**ESPAMMFL**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

**CARRERA AGROINDUSTRIA**

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**TEMA:**

**CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL JUGO DE  
CINCO VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum  
officinarum*) EN LA HACIENDA EL JARDÍN**

**AUTORES:**

**JONATHAN JOSELO COBEÑA MORÁN  
IVÁN FRANCISCO LOOR CHÁVEZ**

**TUTOR:**

**ING. MARCELO EDMUNDO MATUTE ZEAS, MPA**

**CALCETA, JULIO 2016**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

Jonathan Joselo Cobeña Morán e Iván Francisco Loor Chávez, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

.....

JONATHAN J. COBEÑA MORÁN

.....

IVÁN F. LOOR CHÁVEZ

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Marcelo Edmundo Matute Zeas certifica haber tutelado la tesis **CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL JUGO DE CINCO VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) EN LA HACIENDA EL JARDÍN**, que ha sido desarrollada por Jonathan Joselo Cobeña Morán e Iván Francisco Loor Chávez, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....  
**ING. MARCELO E. MATUTE ZEAS, MPA.**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han APROBADO la tesis **CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL JUGO DE CINCO VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) EN LA HACIENDA EL JARDÍN**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Jonathan Joselo Cobeña Morán e Iván Francisco Looor Chávez , previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....  
ING. FERNANDO ZAMBRANO RUEDAS, Mg

**MIEMBRO**

.....  
ING. ALISIS RODRÍGUEZ ORTEGA, Mg

**MIEMBRO**

.....  
ING. LENIN ZAMBRANO VELÁSQUEZ, Mg  
**PRESIDENTE**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día;

A Dios por darnos perseverancia a lo largo de todo este camino,

A nuestra familia por el apoyo incondicional que nos han dado siempre, y

A nuestro tutor ingeniero Edmundo Matute por habernos ayudado y tutelado en todo este proceso.

**Jonathan J. Cobeña Morán**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día;

A Dios por darnos perseverancia a lo largo de todo este camino,

A nuestra familia por el apoyo incondicional que nos han dado siempre, y

A nuestro tutor ingeniero Edmundo Matute por habernos ayudado y tutelado en todo este proceso.

**Iván F. Loor Chávez**

## **DEDICATORIA**

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

A Dios quien en su misericordia nos da el privilegio de obtener la sabiduría necesaria para poder realizar nuestros sueños y cumplir nuestras metas.

A mis padres que han sido pilares fundamentales en nuestras vidas, que han sabido guiarnos con sabiduría y ejemplo de superación.

A nuestro Tutor que nos brinda sus conocimientos siendo la fuente necesaria de apoyo para la realización de nuestro proyecto de vida académica.

**Jonathan J. Cobeña Morán**

## **DEDICATORIA**

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

A Dios, a mis padres y a mis familiares quienes son el pilar fundamental en mi vida, que con su motivación he podido cumplir mi meta y a mi novia que me ha ayudado todos los días en mis labores de estudio.

A todos los docentes que han sido una guía en mi formación profesional porque gracias a ellos he enriquecido mis conocimientos con su sabiduría.

**Iván F. Loor Chávez**

## CONTENIDO GENERAL

PORTADA.....	i
DERECHOS DE AUTORÍA .....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vii
CONTENIDO GENERAL.....	ix
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	xiii
RESUMEN .....	xiv
PALABRAS CLAVES .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
KEY WORDS .....	xv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....	1
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

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. LA CAÑA DE AZÚCAR .....	5
2.1.1. TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA.....	7
2.2. COMPOSICIÓN DE LA CAÑA DE AZUCAR .....	7
2.2.1. CLIMA Y SUELOS PARA EL CULTIVO DE CAÑA.....	8
2.2.2. EI PROCESO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	9
2.3. CALIDAD DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	10
2.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL JUGO DE LA CAÑA DE AZÚCAR .....	10
2.5. VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR.....	11
2.6. VARIEDADES Y PAÍSES DE CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	12
2.6.1. CENICAÑA 85-92 .....	13
2.6.2. CUBA 1051-73.....	13
2.6.3. CUBA 87-51.....	14
2.6.4. BARBADOS 72-74.....	14
2.6.5. RAGNAR .....	14
2.7. CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA.....	15
2.8. EL pH EN EL JUGO DE CAÑA (GUARAPO).....	15
2.9. CENIZAS.....	16
2.10. ACIDEZ.....	16

2.11. AZÚCARES REDUCTORES .....	17
2.12. GRADOS BRIX .....	17
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO .....	18
3.1. UBICACIÓN .....	18
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	18
3.2. FACTORES EN ESTUDIO .....	18
3.2.1. BLOQUE .....	18
3.2.2. FACTOR .....	19
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	19
3.4. UNIDAD EXPERIMENTAL .....	20
3.5. VARIABLES A MEDIR .....	20
3.6. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS .....	21
3.7. TRATAMIENTO DE DATOS .....	21
3.8. PROCEDIMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	31
4.1. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICA .....	31
4.1.1. VARIABLES FÍSICO – QUÍMICA POR BLOQUE .....	31
4.1.2. VARIABLES FÍSICO – QUÍMICAS POR TIPO DE CORTE .....	32
4.1.3. VARIABLES FÍSICO – QUÍMICAS POR TRATAMIENTOS .....	33

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS.....	35
4.2.1. CENIZA .....	35
4.2.2. °BRIX.....	35
4.2.3. ACIDEZ .....	36
4.2.4. SÓLIDOS TOTALES .....	36
4.2.5. AZÚCARES REDUCTORES .....	37
4.2.6. POTENCIAL DE HIDRÓGENO .....	37
4.2.7. POLARIMETRÍA.....	37
4.3. FICHAS TÉCNICAS DE CADA VARIEDAD.....	38
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	44
5.1. CONCLUSIONES.....	44
5.2. RECOMENDACIONES .....	44
BIBLIOGRAFÍA .....	45
ANEXOS .....	52

## CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 2. 1. Taxonomía de la caña de azúcar.....	7
Cuadro 2. 2. Composición general de la caña de azúcar.....	11
Cuadro 2. 3. Composición del guarapo.....	11
Cuadro 3. 1. Detalle de los tratamientos.....	19
Cuadro 3. 2. Esquema de ANOVA de bloques.....	19
Cuadro 3. 3. Características de la unidad experimental para jugo de caña de azúcar.....	20
Cuadro 4. 1. Resultado de los análisis físico-química en las variedades evaluadas.....	31
Cuadro 4. 2. Resultados de los análisis físico-química en los Tipos de Cortes evaluados.....	33
Cuadro 4. 3. Resultados de los análisis físico-química en los Tratamientos Evaluados.....	34
Gráfico 4. 1. Medias de las Variedades Evaluadas.....	32
Gráfico 4. 2. Medias de los tipos de cortes evaluados (Factores).....	33
Gráfico 4. 3. Medias de los tratamientos evaluados.....	34
Gráfico 4. 4. Medias de los tratamientos evaluados.....	35

## RESUMEN

El propósito de esta investigación ha sido caracterizar el jugo de cinco variedades (Cenicaña 85-92, Cuba 1051-73, Cuba 8751, Barbados 72-74 y Ragnar) de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la hacienda el Jardín, para ello se cosecharon las cañas procedentes de los últimos meses de producción de la época de invierno. Se analizaron variables físicas y químicas en el laboratorio de Bromatología de la ESPAM – MFL (Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí – Manuel Félix López) y el laboratorio del CINCAE (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador) con grado de madurez adecuado, se evaluaron parámetros físicos en el jugo (pH, ceniza, acidez titulable, grados brix, Pol, azúcares reductores y sólidos totales). Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en lo que respecta a tratamientos y variedades, en cuanto al tipo de corte no se encontró diferencias significativa. El mayor porcentaje de °Brix obtenido fue de 21,89% correspondiente a T1 (Cuba 1051-73 parte superior) en lo que respecta a azúcares reductores el tratamiento con mayor porcentaje fue Barbados con 1,92% y el porcentaje más alto en polarimetría se ubicó en el tratamiento T8 (19,81%). Se concluye que las variedades de caña evaluadas presentaron características físico - químicas diferentes, y que el tipo de corte no influye de forma significativa en las variables evaluadas.

## PALABRAS CLAVES

Caña de azúcar, jugos de caña de azúcar, post-cosecha, físico, químicas.

## **ABSTRACT**

The purpose of this research has been characterizing the juice of five varieties (Cenicaña 85-92, Cuba 1051-73, 8751 Cuba, Barbados 72-74 and Ragnar) of sugarcane (*Saccharum officinarum*) at the Hacienda El Jardín, so were harvested reeds from the last months of production in the winter time, discussed varying physical and chemical laboratory food science of ESPAM - MFL (Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí – Manuel Félix López) and the laboratory of the CINCAE (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador) with appropriate maturity level, evaluated physical parameters in the juice (pH, titratable acidity, ash, degrees brix, Pol, sugars reducers and total solids). Significant differences were found ( $p < 0,05$ ) in regards to treatments and varieties, in terms of the type of Court did not find significant differences. The greater percentage of °Brix retrieved was from 21,89 per cent T1 (Cuba 1051-73 upper part) with respect to sugars reducers treatment with higher percentage was Barbados with 1,92% and the highest percentage in Polarimetry ranked T8 treatment (19,81%). It is concluded that the evaluated sugarcane varieties showed physical characteristics - different chemicals, and that the type of cut does not influence significantly the evaluated variables.

## **KEY WORDS**

Sugar cane, post-harvest, physical, chemical and sugar cane juice.

# **CAPÍTULO I. ANTECEDENTES**

## **1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Según las estadísticas de la FAO (2007), el mayor productor de caña de azúcar en el mundo es Brasil, con un volumen de producción que se ubicó para el 2009 en 689'895.024 toneladas, cantidad que representó alrededor del 45,68% de la producción mundial de ese año.

Debido a las condiciones climáticas que presenta el Ecuador se siembran un sin número de cultivos entre estos tenemos la caña de azúcar localizados principalmente en la Región Costa. En el 2011 solo la provincia del Guayas alcanzó el 80,82% de la Superficie Total Cosechada de este producto. Manabí en el año siguiente logro 492.000 Has sembradas (INEC, 2012).

El Cambio de Matriz Productiva y la apertura comercial aparecen como los medios para la transformación que necesita el sector de la agricultura pues garantizarían diferentes patrones de especialización y diversificación de mercados; esto involucra una serie de políticas públicas, reformas institucionales, cambios normativos y de leyes que facilitan la alianza entre los intereses del sector exportador y el Estado (Daza, 2014).

Uno de los cantones de la provincia de Manabí que se dedica al cultivo de caña de azúcar es Junín, donde existen pequeñas plantas artesanales de producción de dichos productos. Este rubro es uno de las principales fuente de ingresos en el cantón por eso varias instituciones gubernamentales o no, se han interesado en este cultivo en mejorar la especie, al igual que la Escuela de Cañicultores (I.N.P.A.G.U.A) que se ha formado en el sector.

El interés por mantener e incrementar la productividad de este cultivo, no solo se sustenta por su utilización en la alimentación humana, se trabaja en la diversificación

de la industria azucarera, lo que confiere a este cultivo alto valor agregado (Rojas, *et al.* 2015).

Se han plantado cinco especies de caña de azúcar en el cantón Junín sin conocer las propiedades físico-química de la misma. En la cual no existe un estudio preliminar de las características del jugo de la caña ya que el objetivo es analizar las propiedades de las variedades de caña de azúcar que se cultivan en el cantón Junín y por ende esto le va permitir obtener conocimiento a los productores de la zona, dado que ellos se van a beneficiar al tener conocimientos acerca de la composición físico-química de las variedades como son: Cenicaña 85-92; Cuba 1051-73; Cuba 8751; Barbados 72-74; y Ragnar, conocida como "Guayaca".

¿Será posible realizar una caracterización físico-química en el jugo de caña de cinco variedades de dos tipos de cortes mediante análisis, para la elaboración de una ficha técnica agroindustrial en el hacienda el jardín del Cantón Junín?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

La agroindustria de la caña de azúcar o azucarera es una actividad productiva de gran importancia social, cultural, política y económica; su valor es de 3 mil millones de dólares anuales, lo que representa 11.6% del total de las materias primas agroindustriales (Aguilar *et al.*, 2011)

La caña de azúcar pretende ser parte de la estrategia de valor agregado que aporte con etanol a la mezcla de gasolina en un 15%; y por otra parte, que disminuya en un 53% la importación de Nafta de Alto Octanaje hasta el 2017. Se reproducirán semilleros y se fomentará la producción, se propone pasar de 10.000 hectáreas en el 2014 a 67.500 hectáreas en el 2017. Finalmente será la industria privada la encargada de la mezcla de la gasolina con los Agro combustibles.

La utilización del jugo de caña en los distintos derivados que se obtienen del mismo es muy amplia en el Cantón Junín, pero para su máximo rendimiento es indispensable identificar la composición físico-química que contiene las diferentes variedades de

caña de azúcar que se cultivan en la zona y así identificar las especies que se pueden considerar como más aptas para procesos específicos. Contando con la amplia investigación teórica, esta a su vez nos ayudará a conocer considerablemente acerca de las variedades de caña de azúcar y sus características.

Mediante los resultados de la presente investigación se puede desarrollar una metodología técnica, en la cual se apreciará las características físico-química y así tener un apoyo confiable con sustento en análisis.

El presente proyecto influirá positivamente en los habitantes de la zona ya que generará conocimientos técnicos que podrán ser utilizados en el ámbito laboral que rodea a la caña de azúcar.

La presente propuesta se justifica con la NTE INEN2 337-2008 la cual sostiene que: Es el producto líquido sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procedimientos tecnológicos adecuados, conforme a prácticas correctas de fabricación; procedente de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o, a partir de frutas conservadas por medios físicos, la cual también es aplicable al jugo de la caña de azúcar.

Caracterizar a las variedades de caña existentes en la zona dará la pauta de elegir la variedad correcta para un determinado producto y así potencializar el rendimiento de este último, lo que haría que haya un aumento de ingresos económicos de las personas que se dedican a la industria de la caña de azúcar.

Con respecto al ambiente los resultados de la investigación ayudarán a aprovechar la caña de azúcar al máximo, lo cual hará que las masas orgánicas que se generan en esta industria minimicen su impacto en el ambiente.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Caracterizar el jugo de caña de azúcar de cinco variedades Cenicaña 85-92, Cuba 1051-73, Cuba 8751, Barbados 72-74 y Ragnar cosechadas en la hacienda el jardín del cantón Junín en la etapa final de invierno.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las características físico - químicas de las cinco variedades de caña de azúcar mediante análisis físico – químico (acidez, sólidos totales, grados Brix, ceniza, pH, Pol y azúcares reductores).
- Evaluar la incidencia de los tratamientos, tipos de cortes y variedad de caña de azúcar sobre las variables a medir (acidez, sólidos totales, grados Brix, ceniza, pH, Pol y azúcares reductores).
- Desarrollar ficha técnica de cada variedad cultivada en el cantón Junín con fines agroindustriales.

## **1.4. HIPÓTESIS**

Todas las variedades de caña de azúcar cultivadas en la Hacienda el Jardín ubicada en el cantón Junín tienen las mismas características físicas químicas en el jugo de la caña de azúcar.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. LA CAÑA DE AZÚCAR

La caña de azúcar pertenece a la familia de las gramíneas y el género *Saccharum*, en el cual existen seis especies: *S. spontaneun*, *S. robustum*, *S. barberi*, *S. sinensi*, *S. edule* y *S. officinarum*; los clones comerciales de caña de azúcar son derivados de las combinaciones entre las seis especies anteriores, predominando las características de *S. officinarum* como productora de azúcar (MAG, 2015).

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) ha sido utilizada intensivamente por la alta concentración de carbohidratos (75 a 92%) en el jugo extraído de ella por esta misma razón ha sido utilizada para otros propósitos comerciales en la industria azucarera y en otras producciones (Estrada *et al.*, 2013).

Según Aguirre (2010), la caña de azúcar es una gramínea de clima tropical; esta planta es utilizada principalmente en la industria alimentaria como materia prima para realizar una extensa variedad de productos, entre ellos, el más importante es el azúcar de mesa y por consiguiente todos sus derivados, pero también tiene otros usos, como: alcohol, combustible, abonos, alimentos para cerdos, entre otros, de acuerdo a lo mencionado por Godoy y Garzón, (2015) la caña de azúcar tiene una vida útil de 8 a 12 años y sus flores son en panícula, con inflorescencia y son hermafroditas, presenta una raíz fasciculada hasta 80 cm de profundidad, los tallos son rectos con nudos y entrenudos, la altura, depende de la longitud de los entrenudos, funcionando como protección a las yemas.

La caña de azúcar es uno de los cultivos tropicales que produce más biomasa por unidad de superficie y con mayor eficiencia en cuanto a la captura de energía solar con respecto a cualquier otra planta. Además, tiene la ventaja de ser perenne, adaptable casi a cualquier suelo, resistente a las plagas, no provoca erosión y necesita pocos insumos de origen fósil (Bastidas *et al.*, 2012)

De acuerdo a lo mencionado por Sarria *et al.*, (s.f.) el jugo de caña de azúcar tiene de 16 a 20% de materia seca y está constituido principalmente por sacarosa y azúcares reductores como la glucosa y fructuosa, su contenido de proteína es despreciable.

La caña de azúcar es uno de los cultivos más grande del mundo. Crece en las regiones tropicales y subtropicales, y su cosecha proporciona el 80% del azúcar del mundo (Largo *et al.*, 2013).

Trapiche, molino para extraer e jugo de algunos frutos de la tierra, como la aceituna y la caña de azúcar. El uso del mismo es una tecnología que se viene utilizando desde hace muchos años para la obtención del jugo de la caña de azúcar para la elaboración de panela. En el Ecuador se fabrican los trapiches de forma artesanal sin una aplicación técnica, es decir la realizan a base de la experiencia Trujillo y Pazmiño, 2008).

Uno de los objetivos principales de los programas de mejoramiento genético de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) es obtener variedades con rendimientos altos de azúcar mediante el incremento del contenido de sacarosa o del rendimiento de caña. El mejoramiento del aumento del contenido de sacarosa es altamente atractivo porque permite incrementar los ingresos con un aumento marginal en los costos de producción, cosecha, transporte y molienda (Silva *et at.*, 2011).

La caña panelera es un cultivo de gran interés debido a su impacto sobre la economía rural y a sus propiedades edulcorantes, el polvo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) presenta múltiples usos como ingrediente para la industria alimentaria, farmacéutica, cosmética y química (Largo *et al.*, 2013).

### 2.1.1. TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

La clasificación taxonómica de la caña de azúcar es la siguiente:

**Cuadro 2. 1.** Taxonomía de la caña de azúcar.

TAXONOMÍA DE LA CAÑA DE AZÚCAR	
<b>REINO :</b>	Eukaryota
<b>DIVISIÓN :</b>	Magnoliophyta
<b>CLASE :</b>	Liliatas
<b>ORDEN :</b>	Poales
<b>FAMILIA :</b>	Poáceas
<b>GENERO :</b>	Saccharum
<b>ESPECIE :</b>	officinatum sinense Roxb barberi Jeswiet

Pérez et al s.f citado por Fiallos (2008)

La especie *S. officinarum* es la que se siembra comercialmente y se deduce que fue domesticada a partir de la *S. robustum*.

### 2.2. COMPOSICIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR

La composición de la caña de azúcar depende de un gran número de factores, incluyendo su edad, su tolerancia a enfermedades, las condiciones de cultivo y el uso o no de madurantes (Zossi *et al.*, 2010).

Los tallos corresponden a la sección anatómica y estructural de la planta de Caña de Azúcar, que presenta mayor valor económico e interés para la fabricación de azúcar, jugo y la elaboración de Alcohol, motivo por el cual su composición química reviste especial significado, (Larrañondo, 1995 citado por Aguirre, 2010).

El jugo de caña está compuesto por azúcares, sustancias solubles llamadas no azúcares y agua. Entre los primeros, la sacarosa es el principal constituyente, siguiéndole en concentraciones decrecientes, la glucosa, fructosa y los oligosacáridos. Los no azúcares son sales de ácidos orgánicos e inorgánicos, ácidos carboxílicos, aminoácidos, proteínas, polisacáridos solubles, almidón, ceras y grasa y otros compuestos minoritarios, tales como flavonoides, polifenoles, entre otros (Zossi *et al.*,

2010).

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, (Larraondo, 1995 citado por Aguirre M. 2010).

Se emplea como indicadores de calidad del jugo a los °BRIX, pol% jugo y pureza (Zossi *et al.*, 2010). También como lo afirma Larraondo, (1995) citado por Aguirre (2010), los azúcares reductores y otros componentes, comúnmente se les conoce también se los 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 % 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 Polarimetría, (Larraondo, 1995 citado por Aguirre, 2010).

### **2.2.1. CLIMA Y SUELOS PARA EL CULTIVO DE CAÑA**

La caña de azúcar requiere altas temperaturas durante el período de crecimiento y bajas temperaturas durante el período de maduración. Mientras más grande sea la diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas durante la maduración mayor serán las posibilidades de obtener jugos pureza y un mayor rendimiento de azúcar. Las temperaturas óptimas para diferentes etapas del desarrollo de este cultivo son: para la germinación entre 32°C y 38°C, para el macollamiento 32°C y para el crecimiento 27°C (MAG, 2003).

MAG (2003) indica que la precipitación anual adecuada para este cultivo es de 1.500 mm bien distribuida durante el período de crecimiento (nueve meses), la caña necesita la mayor disponibilidad de agua en la etapa de crecimiento y desarrollo, durante el

período de maduración esta cantidad debe reducirse, para restringir el crecimiento y lograr el acumulo de sacarosa.

En general puede decirse que la época de más baja precipitación pluvial corresponde a los meses de más baja temperatura y de mayor brillo solar. Los meses de enero, febrero, marzo y abril, constituyen el período favorable para la maduración de la caña de azúcar en nuestro país y es la mejor época para la zafra (MAG, 2015).

La precipitación anual promedio para las cinco zonas cañeras del país varía desde 1.500 mm a 3.500 mm; la temperatura media varía entre 22,5 y 28°C y el promedio anual de horas luz oscila entre 1.500 y 2.550 horas (MAG, 2015).

La luz es uno de los factores básicos para la producción de azúcares por lo que su intensidad es muy importante, en condiciones normales de humedad, la radiación solar tiene gran influencia en el crecimiento, así como en la formación de los azúcares y en su pureza (MAG, 2015).

La caña de azúcar crece satisfactoriamente en una gran variedad de tipos de suelos pero los más adecuados para este cultivo son los de textura franca o franco arcillosos, bien drenados, profundos, aireados ricos en materia orgánica, topografía plana y semiplano y con pH entre 5,5 y 7,5. (MAG, 2003).

### **2.2.2. EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR**

De acuerdo a Álvarez, (2007).La caña de azúcar es un pasto perenne, este cultivo puede ser sembrado y cosechado a lo largo de todo el año. La pérdida de sacarosa y la formación de dextrana están asociadas con el deterioro de la caña de azúcar, el azúcar producido con caña deteriorada contiene un alto contenido de dextranas y no reúne las condiciones de aceptabilidad para su empleo como materia prima en la elaboración de algunos alimentos, durante años este ha sido un problema que la industria azucarera ha enfrentado, convirtiéndose en un reto para el mejoramiento de la calidad y producción del azúcar, las características físicas y químicas del jugo de caña de azúcar hacen de éste un excelente sustrato para el desarrollo de microorganismos. (Cuervo *et al.*, 2010).

### **2.3. CALIDAD DE LA CAÑA DE AZÚCAR**

La mejora de la calidad de la materia prima constituye una herramienta efectiva para concretar incrementos en la productividad de la agroindustria azucarera, por lo cual debería constituir un objetivo prioritario y un compromiso de todos los sectores involucrados en esta actividad, con este propósito, mejorar la calidad de la materia prima en el campo, como la eficiencia del proceso fabril juegan un rol decisivo, la primera es importante ya que determina el máximo contenido de azúcar factible de recuperar, incide en la calidad del azúcar y contribuye a reducir los costos (Morales *et al.*, 2010).

El autor anterior indica que la segunda porque un proceso eficiente, asegura la máxima recuperación industrial del azúcar formado en el campo, se reducen los costos y mejora la calidad del producto final, la calidad de la materia prima se reconoce al término de su procesamiento industrial por la cantidad de productos, azúcar o alcohol, que se recupere por tonelada de caña molida y que se conoce como rendimiento fabril, una materia prima de óptima calidad será aquella que se caracteriza por un alto contenido de sacarosa, un bajo contenido de materias extrañas, un bajo contenido de sustancias solubles no-sacarosa y por un nivel adecuado de fibra, asegurando un máximo rendimiento fabril, resultando en una mejor eficiencia y rentabilidad, tanto de la fábrica como del productor cañero.

### **2.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL JUGO DE LA CAÑA DE AZÚCAR**

Según la FAO (2013), con respecto a los requisitos físico químicos para el “jugo de caña de azúcar ” sólido o en bloque, de acuerdo con los comentarios remitidos y la revisión de los estudios realizados, se incluyó un nivel mínimo del 75,0% para azúcares totales (expresados como sacarosa), así como también un nivel máximo del 10,0% para azúcares reductores, ya que para favorecer la granulometría y reducir los cambios reológicos, es necesario contar con un nivel máximo de azúcares reductores (formados por la inversión de la sacarosa).

**Cuadro 2. 2.** Composición general de la caña de azúcar.

CAÑA TRITURADA	CAÑA (%)
Agua	73 – 76
Sólidos	24 – 37
Sólidos solubles	10 – 16
Fibra (seca)	11 – 16

Fuente: James C.P Chen (1991) Citado por Campués y Tarupí (2011)

**Cuadro 2. 3.** Composición del guarapo.

COMPONENTES DEL GUARAPO	SÓLIDOS SOLUBLES (%)
Azúcares	75 -92
Sacarosa	70 – 88
Glucosa	2 – 4
Fructosa	2 – 4
Sales	3.0 – 4.5
Ácidos inorgánicos	1.5 – 4.5
Ácidos orgánicos	1.0 – 3.0
Ácidos orgánicos	1.5 – 5.5
Ácidos carboxílicos	1.1 – 3.0
Aminoácidos	0.5 – 2.5
Otros no azúcares orgánicos	
Proteínas	0.5 – 0.6
Almidón	0.001 – 0.050
Gomas	0.30 – 0.60
Ceras, grasa, fosfátidos	0.05 – 0.15
Otros	3.0 – 5.0

Fuente: Riopaila, (2002) citado por Cardona *et al.*, (2005)

## 2.5. VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR

Mujica, (2008), la variedad es uno de los factores más influyentes, siendo necesario evaluar aquellas utilizadas en las zonas productoras. Las variedades que se escojan para cultivar en un determinado lugar, debe ser:

- Las que se adapten mejor a las condiciones de clima y suelos de la zona de influencia de cada ingenio
- Que tengan un alto contenido sacarosa
- Que sean tolerantes a las principales plagas y enfermedades
- Que los rendimientos sean similares en los diferentes cortes.

Cuando las variedades que se han venido cultivado comercialmente se vuelven económicamente improductivas, se deben sustituir inmediatamente, ya que la variedad representa el renglón más importante en la productividad, para la industria del azúcar (MAGAP, 2010).

## **2.6. VARIEDADES Y PAÍSES DE CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR**

Aguilar *et al.*, (2012), la caña de azúcar (*Saccharum spp.*) se cosecha en más de 130 países, su producto principal; el azúcar o sacarosa. En la producción mundial la caña de azúcar (*Saccharum officinarum L*) es considerado uno de los cultivos primarios. El número actual de producción se ubica en 1.450 millones de toneladas de azúcar de 22 millones de hectáreas a nivel del mundo. Los países líderes en el mundo en la producción de la caña de azúcar son Brasil e India, con aproximadamente 60% de la producción mundial (Netafin, 2012).

La producción de caña de azúcar en Ecuador es cada vez más importante, ya q se va incrementando el área de cultivo para garantizar una mayor producción de azúcar y abastecer la demanda a nivel nacional, también se presenta grandes oportunidades en la producción de caña para la producción de bio-etanol (Catillo, 2013).

Las plantaciones de caña de azúcar se dieron en América Latina y en las islas antillanas como consecuencia de la demanda en los mercados europeos desde el XVI hasta el XIX. El escenario construido con financiamiento internacional y la participación activa de Holanda, Francia, Inglaterra, Estados Unidos, incluso Portugal y España, implicó la inversión de grandes capitales en las colonias para la instalación de los ingenios y la importación de la mano de obra (Arrieta, 2005).

La caña de Azúcar es un cultivo Agroindustrial de gran importancia en el Ecuador por la capacidad de empleo directo. El 20% se destina a la fabricación de Panela y el 80% del área total sembrada en el Ecuador está destinada para la producción de Azúcar y alcohol etílico a partir del jugo de caña y la mezcla respectivamente (Sarmiento, 2008).

El Ecuador por ser un país con diversos tipos de climas en cada una de las regiones y sub-regiones que lo conforman, ya que en cada uno de ellos se puede encontrar variedades de caña de azúcar, en el cantón Junín provincia de Manabí ,las variedades de caña de azúcar sembradas, son: Cenicaña 85-92; Cuba 1051-73; Cuba 132-8; Barbados 72-74; y Ragnar, conocida como “Guayaca”, que es la tradicional que se ha sembrado en la zona de Junín. Estas especies han sido probadas en la región oriental del país, desde 400 hasta 1.200 metros sobre el nivel del mar, con rendimientos de 100 a 120 hectáreas por semilla, (ESCAM. 2014) a continuación se citan las variedades de cañas utilizadas en esta investigación.

### **2.6.1. CENICAÑA 85-92**

De acuerdo al Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (2002), se inició en 1980 el programa de cruzamientos y a partir de 1981 el proceso de selección de variedades. En 1985 fue seleccionado el clon (CENICAÑA COLOMBIA (CC) 85-92 que a partir de 1999 pasó a ser a primera variedad comercial en área sembrada por la industria azucarera de Colombia en el valle de río Cauca. En 2001 esta variedad se encontraba en el 32% del área total cosechada y se alcanzó una productividad en azúcar superior 12.8% con respecto al promedio general de la agroindustria, situación que sólo tiene como antecedente lo ocurrido en la década de los años ochenta cuando la variedad CP 57-603 reemplazó a la variedad POJ 2878. En relación con el promedio general de las demás variedades cosechadas, en 2001 la variedad CC 85-92 representó aumentos.

### **2.6.2. CUBA 1051-73**

Según Armas *et al.*, la C 1051-73 alcanza el 94 % de Índice de Madurez a los 14 meses, comienza a madurar a partir de mes de junio (84%) muestran la tendencia de la madurez durante el tiempo desde el mes de abril, concluyendo que el comportamiento en la variedad coincide con el periodo donde se realiza la zafra en la costa del Ecuador, debemos señalar que la variedad en estudio se ha adaptado al genotipo ambiente de la altura y su ubicación ecuatorial, ya que en Cuba madura desde el mes de diciembre a febrero, es una variedad de madurez temprana en las

condiciones tropicales, podemos considerar esto como un logro de la transferencia de tecnología y comportamiento varietal para la provincia.

Tallo color morado con visos amarillo verdoso, entre nudo de forma ligeramente conoidal con 10,5 cm de longitud, diámetro de 2,7 cm altura de 290 cm, y buena calidad interna, presenta buen rendimiento agrícola y alto contenido azucarero (Ramón, 2011).

### **2.6.3. CUBA 87-51**

INICA, (2010) citado por Alvaro R. (2011) publica que: El tallo es color morado con visos amarillentos, entrenudos de forma cilíndrica, 12,5cm.de longitud, 2,7 cm de diámetro y 286 cm de altura y yema obovada, en cuanto su comportamiento agro productivo tiene una buena brotación en el hábito de crecimiento erecto, cierre de campo tardío, de buen despaje, escasa floración, buena retoñamiento con una población de 12-14 tallos por metro lineal 13,5-14,5 % de contenido de fibra en sus tallos ,y presenta alto rendimiento agrícola y elevado contenido azucarero, así como 52,96 % de digestibilidad de materia seca, por lo que se factible para la alimentación del ganado.

### **2.6.4. BARBADOS 72-74**

Barbados 72-74 presenta floración muy escasa, hasta fecha no ha florecido (Armas *et al.*, sf)

### **2.6.5. RAGNAR**

Ragnar Variedad originaria de Australia, (sembrada en el Ecuador hace más de 40 años) de tallos medianos a altos, color verdoso, entrenudos cortos y delgados. Habito de crecimiento reclinado, tiende a volcarse a edades muy tempranas lo que dificulta el corte e induce la brotación de renuevos. Presenta un nivel de floración muy alto en algunas zonas productoras. La maduración es temprana.

La producción de caña es aceptable, los jugos tienen un alto contenido de sacarosa y la extracción es alta. El rango de adaptación es limitado, el cual ha sido su

adaptabilidad en la Provincia en caña planta, se comporta bien en suelos ácidos y bien drenados según reportes de países cañeros como Colombia. Ha presentado susceptibilidad a roya en algunas zonas cañeras del Ecuador, aunque es de buen comportamiento a otros complejos fungosos del follaje, (INICA, 2008).

## **2.7. CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA**

La Fisicoquímica es un área de la Ciencia y Tecnología de Alimentos, que ha cobrado una mayor identidad en los últimos años. La mayor parte de los fenómenos que gobiernan los procesos alimentarios y los cambios en los alimentos durante su almacenamiento y conservación pueden ser abordados desde una Fisicoquímica moderna, entendida como aquella que proporciona las bases para comprender los fenómenos físicos y químicos en los alimentos, las herramientas para controlar estos fenómenos y para crear procesos y alimentos mejorados. De esta forma, será posible ajustar las condiciones de procesado o almacenamiento para optimizar la calidad y estabilidad de los productos (UNAL, 2013).

Las distintas características y propiedades del recurso edáfico, como el sostén físico y químico de la agricultura cañera, pueden ser determinantes de potenciales productivos

A continuación se muestra la importancia de estos parámetros para la agroindustria de la caña de azúcar:

## **2.8. EL pH EN EL JUGO DE CAÑA (GUARAPO)**

El pH puede definirse como una medida que expresa el grado de acidez o basicidad de una solución en una escala que varía entre 0 y 14. La acidez aumenta cuando el pH disminuye. Una solución con un pH menor a 7 se dice que es ácida, mientras que si es mayor a 7 se clasifica como básica. Una solución con pH 7 será neutra, (Goyenola, 2007).

La caña de azúcar por lo general tiene un pH neutro en su estado natural, pero una vez extraído no siempre conserva esa neutralidad por lo tanto: Grado de acidez del jugo: el valor del pH es uno de los factores más importantes de controlar en el proceso,

pues cuando a los jugos les falta cal producen panela falta de grano (blanda y melcochuda) y en el caso contrario (pH superior a 6,5) oscurece el producto (MOCOA, 2002).

## **2.9. CENIZAS**

Según Solís *et al.*, (2010) cuantitativamente, el jugo de caña o guarapo es básicamente agua y un conjunto de sólidos disueltos y en suspensión de mayor diversidad y complejidad que una solución de sacarosa, que es su componente mayoritario, los sólidos en suspensión son principalmente residuos fibrosos, resultado de la molienda de la caña; los solubles son los azúcares sacarosa, glucosa y fructosa y los compuestos orgánicos, conocidos en la jerga azucarera como “no azúcares” que consisten de sustancias nitrogenadas, grasas, ceras, pectinas, ácidos orgánicos y colorantes, además de sustancias inorgánicas que analíticamente están representadas por las cenizas. La determinación de cenizas es referida como el análisis de residuos inorgánicos que quedan después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica de un alimento el método se emplea para determinar el contenido de ceniza en los alimentos o sus ingredientes mediante la calcinación, es decir se basa en la descomposición de la materia orgánica quedando solamente materia inorgánica en la muestra, este análisis es eficiente ya que determina tanto cenizas solubles en agua, insolubles y solubles en medio ácido. La AOAC (2007) determinó la cuantificación de cenizas en seco, en donde la muestra seca se carboniza y posteriormente se incinera a 600°C, este método se utilizara en el presente trabajo (Método Gravimétrico Norma NMX-F-066-S1978).

## **2.10. ACIDEZ**

La determinación de la acidez presente en el jugo de caña de azúcar nos permite evaluar la calidad en que se encuentra y, a partir de allí, escoger el mejor manejo a ser aplicado en el proceso industrial. La acidez presente en el jugo de caña es denominada acidez total y acidez volátil, a través del cálculo de esas variables es posible observar cual cultivar tendrá una mayor necesidad de corrección, (Silva *et al.*, 2011).

## **2.11. AZÚCARES REDUCTORES**

Se refiere al porcentaje de otros azúcares (fructosa y glucosa) presentes en el jugo. Un menor nivel de azúcares reductores indica que la mayoría de ellos han sido convertidos en sacarosa, el método de Eynon-Lane tiene como principal inconveniente el ser un método volumétrico donde el punto final de la valoración se detecta por cambio de color, además es un método poco productivo. Sin embargo, ha demostrado ser exacto y preciso en la determinación de azúcares reductores en mieles y baticiones de mieles (Bello *et al.*, 2006).

## **2.12. GRADOS BRIX**

Según Benítez y Gualango (2011), el °BRIX constituye el porcentaje de sacarosa en peso, que contiene una solución de azúcar puro, es el porcentaje de los sólidos totales disueltos en solución o el porcentaje de sólidos solubles, se mide con el refractómetro.

Este parámetro es importante por lo siguiente: La cantidad de panela varía según el porcentaje de extracción del molino y la concentración de los sólidos solubles (°BRIX), así: a mayor porcentaje de extracción y a mayor °BRIX, mayor cantidad de panela por tonelada de caña, en los molinos paneleros la extracción fluctúa, normalmente, entre 40 y 65% y la concentración de los sólidos solubles en el jugo crudo entre 16 y 22°BRIX FAO, sf.

La evaluación de la polarimetría y °BRIX en planta de caña de 8 meses de edad permite hacer una selección más efectiva de los materiales con altos contenidos y acumulación temprana de sacarosa (Edison *et al.*, 2011).

## **CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **3.1. UBICACIÓN**

Las variedades de caña de azúcar se obtuvieron en el sitio “El Higuerón” de la Hacienda el Jardín (0°54'55.4"S 80°12'09.3"O), la obtención del jugo de las variedades de caña de azúcar se realizó en el sitio “Agua Fría”, los análisis físico-química se realizaron en los laboratorios del área agroindustrial de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (0°49'36.2"S 80°11'09.0"O), los análisis de polarimetría y azúcares reductores se llevaron a cabo en el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE) 02° 19' 33" de S y 79° 26'83"O, la investigación se dio a cabo en los últimos meses de invierno correspondientes a mayo y junio del año 2015.

### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Los tipos de investigación que se realizaron en la tesis fueron: bibliográfico porque se consultó en libros, manuales de caña de azúcar, boletines de divulgación, revistas científicas, catálogos e internet, y cuasi experimental porque se realizaron ensayos con muestras significativas en las que se evaluaron sus características química y bromatológica.

### **3.2. FACTORES EN ESTUDIO**

#### **3.2.1. BLOQUE**

La investigación se ha considerado cinco bloques, comprenden la variedad de caña para cada uno de los bloques.

- **bloque1** = CUBA 1051-73
- **bloque2** = BARBADOS 7274
- **bloque3** = RAGNAR
- **bloque4** = CENICAÑA 8592

- **bloque5** = CUBA 8751

### 3.2.2. FACTOR

En la caracterización del jugo de caña de azúcar se utilizó las siguientes variedades:

**Factor A:** Corte de la caña de azúcar.

- **a1** = Parte superior
- **a2** = Parte inferior

**Cuadro 3. 1.** Detalle de los tratamientos.

Tratamiento	Código	Descripción
T1	Bloque 1a1	Cuba 1051-73 PS
T2	Bloque 1a2	Cuba 1051-73 PI
T3	Bloque 2a1	Barbados 7274 PS
T4	Bloque 2a2	Barbados 7274 PI
T5	Bloque 3a1	Ragnar PS
T6	Bloque 3a2	Ragnar PI
T7	Bloque 4a1	Cenicaña 8592 PS
T8	Bloque 4a2	Cenicaña 8592 PI
T9	Bloque 5a1	Cuba 8751 PS
T10	Bloque 5a2	Cuba 8751 PI

Fuente: Los autores

### 3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental es un completo (DBCA). De dos factores con un número de réplicas: 3

**Cuadro 3. 2.** Esquema de ANOVA de bloques.

ANOVA	
Fuente de variación	Grado de libertad
Total	29
Tratamiento	9
Bloque	4
Error	16

Fuente: Los autores

### 3.4. UNIDAD EXPERIMENTAL

De acuerdo a las características físico-química de la unidad experimental, se evaluaron las 5 variedades de caña de azúcar, de los cuales se tomaron 2 muestras: 30 cm desde donde empieza la raíz y otra en la parte superior de la parte inferior utilizando 1 kg de cada una de las partes, para realizar los análisis físico-química, se realizó en los últimos meses de invierno.

**Cuadro 3. 3.** Características de la unidad experimental para jugo de caña de azúcar.

Peso total de jugo de caña de azúcar	15000 ml	100%
N° de elementos	30 muestras de 500 ml c/u	
Unidad de muestreo	Se analizó el 100% de la relación de jugo de caña	
Numero de variedades	5	
Numero de repeticiones	3	
Numero de muestras	30	
Peso por muestra de cada variedad	1 kg de caña	
Cantidad de jugo por cada muestra analizada	500 ml	

Fuente: Los autores

### 3.5. VARIABLES A MEDIR

#### 3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Variedades de jugo de caña de azúcar.

Formato de fichas técnicas que representen a las variedades con mejores características físico – químicas.

#### 3.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Características físico-química de los dos tramos de caña de azúcar

- pH
- °BRIX
- Porcentaje Acidez
- Porcentaje de Sólidos totales
- Porcentaje de Azúcares reductores (volumetría-LANE Y EYNON)

- Porcentaje de Ceniza
- Porcentaje de Polarimetría (Pol)

Registro de datos obtenidos en los análisis por cada variedad de caña en estudio

### 3.6. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS

- Análisis de varianza (ANOVA), sirve para determinar la existencia de diferencia significativa entre tratamientos.
- Prueba de significancia (Kruskal - Wallis), es un método no paramétrico para probar si un grupo de datos proviene de la misma población, es idéntico al ANOVA con los datos reemplazados por categoría.

### 3.7. TRATAMIENTO DE DATOS

Para evaluar la diferencia entre formulaciones en cuanto a los parámetros físico-químicos se utilizarán el programa IBM SPSS 21.

### 3.8. PROCEDIMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

La realización de la investigación estará dividida en dos fases de acuerdo a las acciones de los objetivos específicos planteados.

#### Primera fase:

- **Diagnóstico del cultivo de caña de azúcar:** reconocimiento y autorización del lugar donde se cultivan las variedades de cañas de azúcar.

Las diferentes variedades de caña que se dará a cabo en el cantón Junín en la finca del señor José Mendoza, propietario de los cultivos de caña entre las cuales tiene las siguientes: Cenicaña 85-92, Cuba 1051-73, Barbados 72-74, Ragnar, Cuba 8751.

- **Corte y selección de la caña de azúcar:** la recolección de la materia prima como son las diferentes variedades de caña de azúcar que se genera en la hacienda el jardín del cantón Junín.

En esta etapa del corte de la caña, es importante como todas las anteriores y se deben realizar bajo normas precisas para conservar y aprovechar toda la cantidad y calidad del producto, se debe corte al ras del suelo, porque es en la base de los tallos donde se encuentra la mayor cantidad de sacarosa, la cual se queda tirada en el campo si el corte se hace alto y además, da lugar a la entrada de hongos y bacterias que pudren las cepas.

- **Obtención de la materia prima:** Se realizará la respectiva selección de la materia prima en mejor estado para la obtención del jugo de la caña de azúcar.

Para la obtención de la materia prima o extracción del jugo de la caña se realiza mediante un trapiche que consta de un molino utilizado para extraer el jugo entre pesados rodillos permitirá ganar puntos de extracción. Ya obtendremos un 60 65% de extracción.

### **Segunda fase:**

- **Determinación del análisis de FÍSICO-QUÍMICA**

Se realizó el análisis físico-química una vez obtenido el jugo de la caña: sólidos totales, ceniza, pH, acidez, °Brix, azúcares reductores, polarimetría.

### **DETERMINACIÓN DE CENIZAS**

AOAC, 1997. (Método No. 923.03) La ceniza es un producto alimentario es el residuo inorgánico que queda después de quemar la materia orgánica. La ceniza obtenida no tiene necesariamente la misma composición que la materia inorgánica del alimento original, ya que puede haber pérdidas por volatilización o alguna interacción entre los componentes.

Cuando los alimentos son sometidos a temperaturas alrededor de los 600°C, se obtiene un residuo denominado cenizas.

## Materiales

- ✓ Crisoles o cápsulas de porcelana
- ✓ Desecador
- ✓ Pinzas
- ✓ Mufla
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Pipetas
- ✓ Muestra del jugo de la caña de azúcar

## Procedimiento

1. Tomar 5 ml de la muestra de la materia prima poner a peso en un crisol o cápsula de porcelana por cada muestra que se va a analizar, lo cual significa dejarlo durante 15 minutos en la mufla a una temperatura de 550° a 600°C.
2. Deje enfriar el crisol en un desecador durante 15 a 20 minutos. Procure no cerrar el desecador totalmente, ya que el calor de los crisoles puede provocar que la tapa se proyecte y se rompa.
3. Pese el crisol en balanza analítica e identifíquelo con el número que tiene marcado en la parte inferior. Anote el peso.
4. Pese en el crisol 1-2 g de la muestra (sobre todo si va a determinar Ca y P) de la muestra seca. Registre el peso exacto.
5. Incinere la muestra en la mufla precalentada entre 550° C y 600°C durante 2 horas.
1. Pese el crisol con cenizas (ya no deben estar negras, si lo están incinere otra media hora) en la misma balanza que utilizó inicialmente. Anote el peso.

El resultado se expresa como porcentaje de ceniza bruta sobre la materia natural:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} * 100 \text{ [3.1]}$$

En donde:

**m1**= peso del crisol

**m2=** peso del crisol con la muestra

**m3=** peso del crisol + cenizas

## **DETERMINACIÓN DE POL Y BRIX POR EL MÉTODO DE LA PRENSA HIDRÁULICA.**

### **Materiales y equipos**

- Prensa Hidráulica
- Desfibradora
- Guantes de látex
- Mandil plástico
- Orejeras
- Gafas transparentes
- Baldes de 20 litros
- Recipientes de 1000 ml con tapa
- Vasos de precipitación de 600ml
- Coladera
- Soportes para embudos
- Embudos
- Vasos de precipitación de 150ml
- Papel filtro cualitativo o servilletas familia de lujo
- Batidoras Lujan de tres velocidades
- Estufa con circulación de aire
- Balanza (0,01g)
- Bandejas
- Polarímetro (Sucromat)
- Refractómetro

### **Reactivos.**

- Sulfato de aluminio  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$

- Hidróxido de calcio o cal apagada  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- Celite Hyflo súper cel
- Sacarosa

### **Preparación del reactivo clarificante**

Pesar 400 g de celite, 200 g de sulfato de aluminio molido y 100 g de cal. Mezclar.

Nota: El sulfato de aluminio es muy higroscópico y contiene 14 moléculas de agua dificultando la molienda, por lo que se tiene que dejar mínimo 4 horas en la estufa a 105 °C antes de moler, al perder las moléculas de agua la relación del peso cambia, pero al dejarlo a temperatura ambiente por un día vuelve a su estado original  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$

### **Procedimiento**

Desfibrar 10 tallos en el desfibrador (DEDINE), homogenizar la muestra y colocar en un balde aproximadamente 4 Kg. Pesar 500g del desfibrado, colocar en el cilindro de la prensa con la ayuda de un embudo, limpiar el recipiente y el embudo con una brocha. Prensar durante 1 minuto a 250 Kgf, recoger el jugo en un recipiente con tapa y llevar al área de clarificado. Sacar el bolo húmedo del cilindro (limpiar las paredes del cilindro con una brocha), pesar en bandeja previamente tarada, finalmente someter a secado por lo menos 8 horas en la estufa con circulación de aire a 105°C. Sacar las bandejas y dejar enfriar a temperatura ambiente entre 20 a 30 minutos, finalmente pesar.

El jugo obtenido del prensado tamizar a través de un colador y recoger en un vaso de precipitación alrededor de 300 ml de jugo, filtrar 100 ml a través de papel filtro cualitativo o servilletas (Familia de lujo), al sobrante del jugo añadir de 10-20 gramos de octapol o mezcla clarificante, agitar con la ayuda de la Batidoras por 30 segundos y filtrar a través de servilletas. Observar que el filtrado sea un líquido translucido, de no ser así añadir más clarificante hasta obtener un buen resultado.

Analizar el jugo sin clarificar en el refractómetro y el clarificado en el polarímetro. Los resultados se visualizan directamente en el programa SugarLab.

## **DETERMINACIÓN DE AZÚARES REDUCTORES**

### **DETERMINACIÓN EN JUGOS POR EL MÉTODO RÁPIDO DE LANE Y EYNON**

#### **MATERIALES Y EQUIPOS**

- Plancha de calentamiento con agitador magnético
- Pipetas volumétricas 5 ml y 10 ml
- Balones volumétricos de 100, 200 y 1000 ml
- Bureta de 50 ml
- Erlenmeyer de 250 ml
- Vasos de precipitados de 400 ml y 600 ml
- Pinza para erlenmeyer
- Balanza de precisión  $\pm 0,01$  g y balanza analítica.
- Reloj de alarma.

#### **REACTIVOS**

- Aceite mineral
- Azul de metileno
- Sulfato de cobre II
- Tartrato de potasio y sodio
- Sacarosa
- Ácido clorhídrico
- Ácido benzoico
- Fenolftaleína
- Hidróxido de sodio

#### **PREPARACIÓN DE REACTIVOS**

- Solución acuosa de azul de metileno al 1%.

- Pesar 1.0 g de azul de metileno y se transfiere a un balón volumétrico de 100 ml, que contiene 50 ml de agua destilada. Después de disolver totalmente el sólido se completa el volumen con agua destilada y se mezcla la solución del indicador.

#### **Solución de Sulfato de cobre Fehling A.**

- Pesar 69,28  $\pm$  0,01 g de sulfato de cobre penta-hidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), transferir a un vaso de precipitado de 400 ml que contiene 250 ml de agua destilada, disolver el sulfato de cobre. Transferir la solución a un balón volumétrico de 1000 ml y completar el volumen con agua destilada, mezclar bien rotular la solución.

#### **Solución de tartrato de sodio y potasio. Fehling B.**

- Pesar 346 g de tartrato de sodio y potasio ( $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) en un vaso de precipitados, adicionar aproximadamente 350 ml de agua destilada y agitar hasta disolución completa. Se pesan 100 g de hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) en otro vaso de precipitados, adicionar 250 ml de agua destilada y se agita hasta disolución.
- Transferir las dos soluciones a un balón volumétrico de 1000 ml, enjuagar los vasos de precipitados y transferir los lavados al balón. Mezclar y enfriar a temperatura ambiente, completar el volumen con agua destilada y mezclar.
- Guardar las soluciones Fehling en frascos ámbar bien cerrado.

#### **Solución estándar de azúcar invertido al 1%.**

- En una balanza analítica pesar 9,50 g  $\pm$  0,01 g de sacarosa grado reactivo y transferir a un balón volumétrico de 1000 ml, adicionar 100 ml de agua destilada y disolver los cristales, adicionar 5 ml de  $\text{HCl}$  concentrado, mezclar con un movimiento circular. Tapar sin presión el balón y dejar en reposo por 72 horas a una temperatura de 20-25°C; añadir 2,0 g de ácido benzoico, previamente disuelto en agua caliente.

- Completar el volumen con agua destilada, mezclar bien y transferir a una botella. Esta solución en estas condiciones dura de 3 a 4 meses y contiene 1,00 g de azúcar invertido por 100 ml de solución.
- Nota: Se utiliza para la estandarización de la solución de sulfato de cobre.

#### **Solución de fenolftaleína al 1%**

- Pesar 1 g de fenolftaleína y se disuelve en aproximadamente 50 ml de alcohol etílico, transferir cuantitativamente la solución a un balón volumétrico de 100 ml y completar el volumen con alcohol etílico, mezclar y guardar.

#### **Solución de hidróxido de sodio 0.1 M**

- Pesar 4,1 g de hidróxido de sodio (NaOH) y se disuelven aproximadamente en 200 ml de agua destilada. Se transfiere la solución a un balón volumétrico de 1000 ml, y se completa el volumen con agua destilada y se mezcla bien.

#### **Estandarización de la solución de sulfato de cobre**

- Tomar con pipeta volumétrica 50 ml de la solución de azúcar invertido al 1% y se transfieren a un balón volumétrico de 250 ml. Se adicionan 5 gotas de indicador de fenolftaleína al 1%, se neutraliza con hidróxido de sodio 0.1 M y se completa el volumen con agua destilada.
- Tomar con una pipeta volumétrica 5 ml de solución de tartrato de sodio y potasio (Fheling B), y 5 ml de la solución de sulfato de cobre (Fheling A) y transferir a un erlenmeyer de 250 ml que contengan perlas de ebullición o unas gotas de aceite mineral, llenar una bureta de 50 ml con la solución neutralizada de azúcar invertido agregar 24,5 ml de esta solución al erlenmeyer que contiene las soluciones de Fheling, calentar rápidamente hasta ebullición, continuar durante 2 minutos controlados con el reloj de alarma, adicionar 5 gotas de azul de metileno y en este momento la solución debe mostrar un color azul.
- Colocar la bureta que contiene la solución de azúcar invertido a 1 o 2 cm de la boca del erlenmeyer mientras su contenido ebulle vigorosamente. Adicionar la

solución de azúcar invertido gota a gota con agitación constante sin dejar de ebullición hasta que el color azul desaparezca.

- La titulación debe completarse en 3 minutos contados con cronómetro a partir del momento en que empiece la ebullición y no debe consumirse más de 1 ml en la titulación final, registrar el volumen de solución de azúcar invertido gastado en la titulación. Si la titulación requiere menos de 25,64 ml, la solución de cobre está muy diluida y es necesario adicionar más cantidad de sulfato de cobre, de acuerdo con el siguiente calculo:

**Gramos de sulfato de cobre a adicionar por litro (A):**

$$A = 69,28 * \frac{1,0 - \text{volumen consumido}}{25,64} [3.2]$$

- Como en el recipiente que contiene sulfato de cobre ya no se tiene un litro, el calculo sería:
- Peso del sulfato de cobre (g) a adicionar = Vol. Restante de solución de cobre en litros x A. Agrega lo requerido y estandarizar de nuevo.
- Si la titulación requiere más de 25,64 ml, la solución de cobre está muy concentrada y es necesario diluirla agregando agua destilada de acuerdo con el siguiente calculo:
- Volumen de agua (ml) a adicionar por litro de solución de cobre (B):

$$B = 1000 x \frac{\text{Vol.Consumido} - 10}{25.64} [3.3.]$$

- Como en el recipiente que contiene sulfato de cobre ya no se tiene un litro, el cálculo sería: Volumen de agua (ml) a adicionar = Vol. restante de solución de cobre en litros x B.
- Se agrega el volumen de agua requerido y se estandariza de nuevo.

## PROCEDIMIENTO

### Preparación de las muestras

- De la muestra de jugo tomar 100 ml, filtrar y proceder de la siguiente manera.
- Nota: Cuando las muestras no se analizan de inmediato a su recolección es necesario refrigerarlas.
- La muestra deberá filtrarse y analizarse lo más rápido posible
- Transferir 5,0 ml de solución de Fheling A a un erlenmeyer de 250 ml, adicionar 5,0 ml de solución de Fheling B en el mismo erlenmeyer, mezclar la solución con un movimiento de rotación. Adicionar de 8 a 10 ml de jugo previamente filtrado. Este volumen puede variar dependiendo de la cantidad de azúcares reductores presentes.
- Añadir 3 a 4 gotas de aceite mineral para prevenir la formación de espuma, calentar la muestra rápidamente hasta ebullición utilizando una plancha de calentamiento, mantener la ebullición exactamente 2 minutos con la ayuda de un reloj contador. Añadir 5 gotas de solución de azul de metileno, la solución debe presentar una coloración azul; lo contrario indica que se utilizó mucho jugo. En este caso se descarta la solución y se comienza de nuevo el procedimiento con 2 o 3 ml menos de jugo.
- Colocar la bureta que contiene el jugo a unos cinco centímetros del cuello del erlenmeyer; mientras el contenido ebulle, adicionar el jugo gota a gota hasta que la coloración azul haya desaparecido completamente. Registrar el volumen gastado en la titulación (Titulación preliminar).
- Se repite la titulación adicionando 1 ml menos de jugo. Esto es, si se gastaron 12 ml de jugo hasta desaparición total del color azul, se repite adicionando 11 ml, al continuar la titulación no se debe gastar más de un mililitro antes de que desaparezca el color azul, en caso contrario se repite la titulación.
- Nota: La titulación debe completarse en 3 minutos contados a partir del momento en que empiece la ebullición.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICA

En lo que respecta a la interpretación de datos obtenidos de los análisis para evaluar las características físico-química del jugo de la caña de azúcar de cinco variedades cultivadas en la hacienda el Jardín (**anexo 4**). En el programa IBM SPSS se efectuó el análisis de varianza para comprobar si se ejecutaba una prueba paramétrica o no paramétrica; cabe mencionar que los datos se analizaron por tratamiento, tipos cortes y bloques en los siguientes parámetros: Sólidos totales, ceniza, pH, °BRIX, acidez, azúcares reductores y polarimetría, dando como resultado un análisis no paramétrico; **ver cuadro 4.1.**

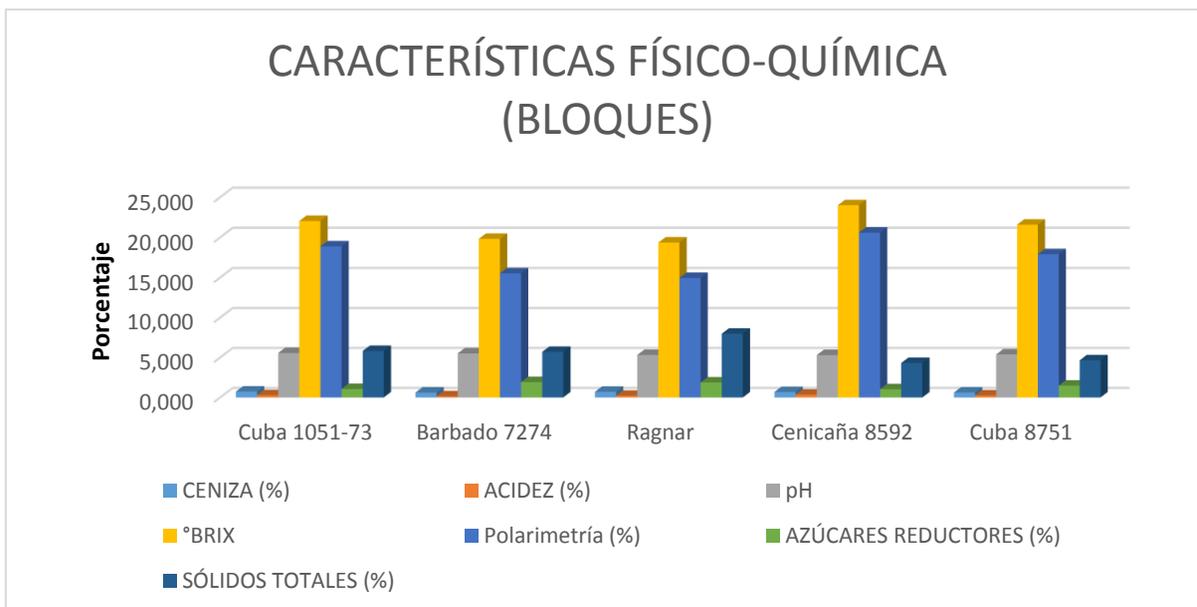
#### 4.1.1. VARIABLES FÍSICO – QUÍMICA POR BLOQUE

En lo que concierne al análisis por bloque encontramos diferencias significativas en todos los parámetros evaluados como se puede apreciar en el cuadro 4.1 y evidenciar la diferencia de media obtenía por cada variedad en el gráfico 4.1.

**Cuadro 4. 1.** Resultado de los análisis físico-química en las variedades evaluadas.

BLOQUES	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICA						
	Ceniza	°Brix	Acidez	Sólidos totales	Azúcares reductores	pH	Polarimetría
	NS	*	*	*	*	*	*
<b>CUBA 1051-73</b>	0,75	22,05 b	0,28 b	5,82 bc	1,06 a	5,57 c	18,88 b
<b>BARBADOS 7274</b>	0,61	19,82 a	0,15 a	5,71 bc	1,92 b	5,52 bc	15,53 a
<b>RAGNAR</b>	0,71	19,36 a	0,22 b	7,98 c	1,87 ab	5,32 a	14,96 a
<b>CENICAÑA 8592</b>	0,68	24,01 c	0,35 b	4,32 a	1,03 ab	5,31 bc	20,59 b
<b>CUBA 8751</b>	0,62	21,58 b	0,25 b	4,65 ab	1,48 ab	5,39 ab	17,90 b
<b>Kruskal - Wallis (0,05)</b>	0,145	0,000	0,003	0,001	0,025	0,002	0,001
<b>CV%</b>	78	9	45	30	42	4	15

Promedios con letras iguales en una misma columna no presentan diferencia significativa según Kruskal - Wallis ( $p < 0,05$ )



**Gráfico 4. 1.** Medias de las Variedades Evaluadas.

#### 4.1.2. VARIABLES FÍSICO – QUÍMICAS POR TIPO DE CORTE

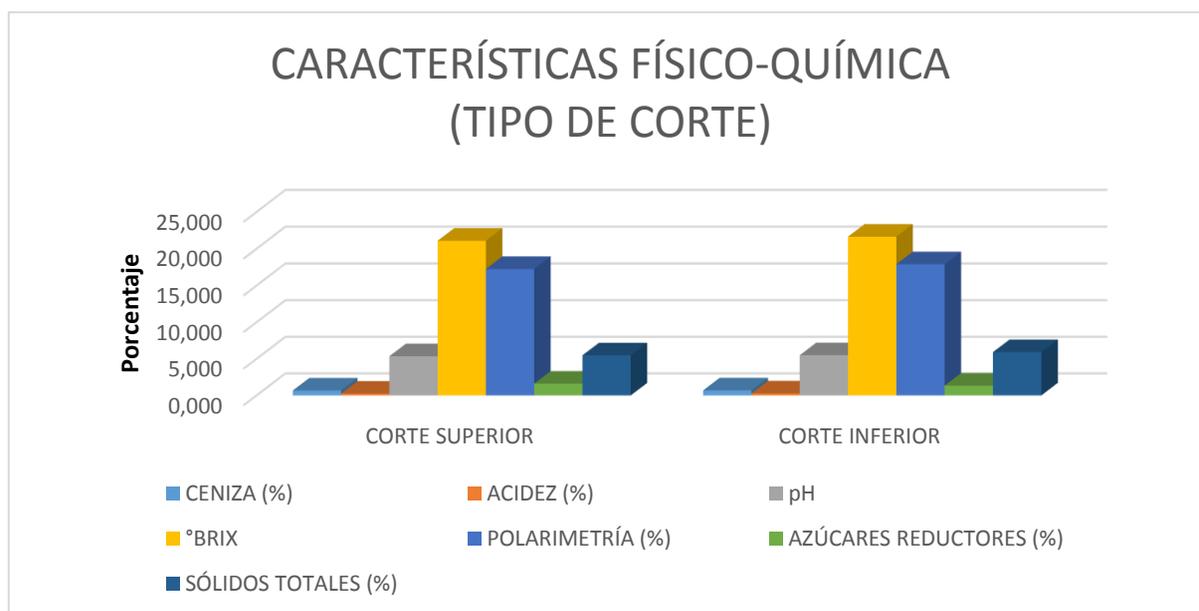
La calidad de la caña debe ser descrita no sólo por la riqueza en sacarosa que posea una variedad dada en su período de madurez, si es que se desea producir azúcar de manera eficiente y de calidad, para seleccionar una variedad dada o incluso decidir el momento óptimo de su corte debe tomarse en consideración el contenido en sus jugos de otros; azúcares que Impurifican la Sacarosa, que nombraremos como AIS, que pueden impedir la cristalización o el recobrado de la sacarosa originalmente presente en la misma, estos resultados obligan a conocer en detalles que factores, además de las propias características de la variedad, están asociados a la aparición de estos AIS en los jugos de caña (Ravelo *et al.*, 2015).

Según los resultados arrojados en prueba estadística de Kruskal - Wallis (Cuadro 4.2.) no existe contraste significativo en los tipos de corte (Parte superior y parte inferior) en los parámetros evaluados. Gráfico 4.2.

**Cuadro 4. 2.** Resultados de los análisis físico-química en los Tipos de Cortes evaluados.

TIPOS DE CORTE	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICA						
	Ceniza	°Brix	Acidez	Sólidos totales	Azúcares reductores	pH	Polarimetría
	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
<b>CORTE SUPERIOR</b>	0,67	21,08	0,24	5,48	1,61	5,35	17,25
<b>CORTE INFERIOR</b>	0,69	21,64	0,26	5,91	1,34	5,49	17,89
<b>Kruskal - Wallins (0,05)</b>	0,852	0,575	0,370	0,110	0,480	0,053	0,494
<b>CV%</b>	78	9	45	30	42	4	15

Promedios con letras iguales en una misma columna no presentan diferencia significativa según Kruskal - Wallins ( $p < 0,05$ )

**Gráfico 4. 2.** Medias de los tipos de cortes evaluados (Factores).

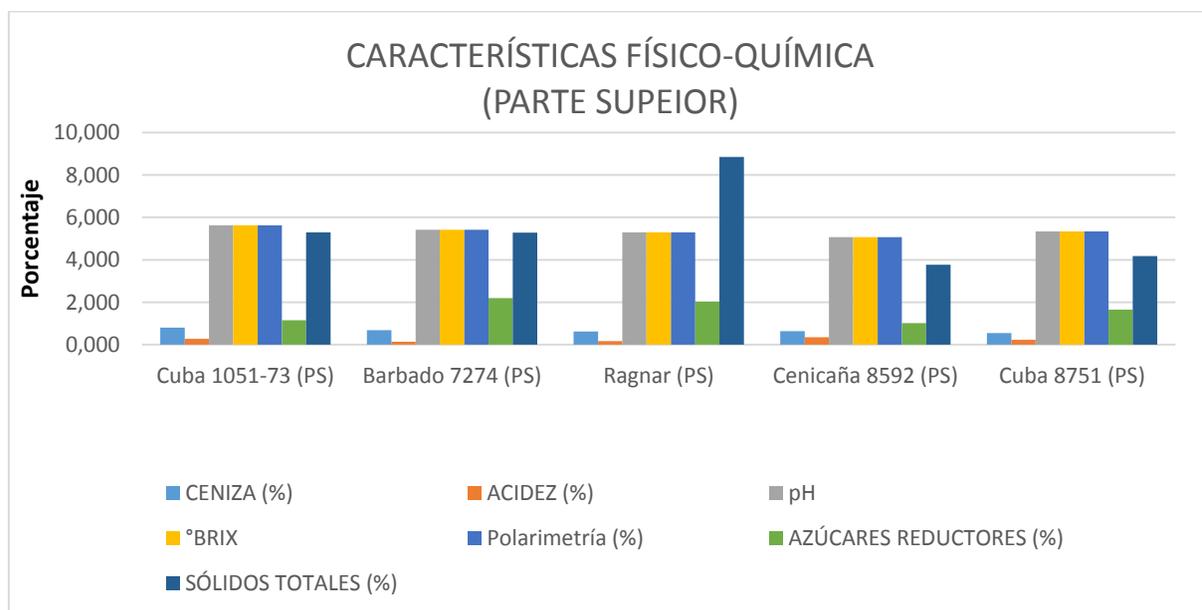
#### 4.1.3. VARIABLES FÍSICO – QUÍMICAS POR TRATAMIENTOS

En el análisis de diferencia significativa según Kruskal - Wallis (Cuadro 4.3.) se pudo determinar que en los tratamientos existe diferencia estadística en los parámetros evaluados (ceniza, °Brix, pH, sólidos totales, acidez y Polarimetría) excepto el parámetro de azúcares reductores donde no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos. Para una mejor visualización de los resultados ver gráfico 4.3.

**Cuadro 4. 3.** Resultados de los análisis físico-química en los Tratamientos Evaluados.

TRATAMIENTOS	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICA						
	Ceniza	°Brix	Acidez	Sólidos totales	Azúcares reductores	pH	Polarimetría
	**	**	*	**	NS	**	**
T1	0,82 b	21,89 abcd	0,28 ab	5,30 bcd		5,64 c	18,78 abcd
T2	0,68 ab	22,22 bcd	0,28 ab	6,34 bcd		5,50 b	18,99 cd
T3	0,69 ab	19,04 ab	0,14 a	5,28 bcd		5,42 ab	14,48 a
T4	0,54 a	20,60 abc	0,16 ab	6,14 cd		5,62 c	16,57 abcd
T5	0,63 ab	18,66 a	0,17 ab	8,85 d		5,29 a	13,97 ab
T6	0,79 b	20,06 abc	0,26 ab	7,11 bcd		5,36 a	15,94 abc
T7	0,65 ab	24,42 d	0,35 b	3,78 a		5,07 ab	21,58 d
T8	0,72 ab	23,59 cd	0,36 b	4,86 bc		5,55 c	19,61 cd
T9	0,55 ab	21,42 abc	0,24 ab	4,18 ab		5,34 a	17,45 abcd
T10	0,69 ab	21,73 abc	0,26 ab	5,12 bcd		5,44 ab	18,36 bcd
<b>Kruskal - Wallins (0,05)</b>	0,00	0,01	0,03	0,01	0,12	0,02	0,01
<b>CV%</b>	78	9	45	30	42	4	15

Promedios con letras iguales en una misma columna no presentan diferencia significativa según Kruskal - Wallis ( $p < 0,05$ )

**Gráfico 4. 3.** Medias de los tratamientos evaluados.

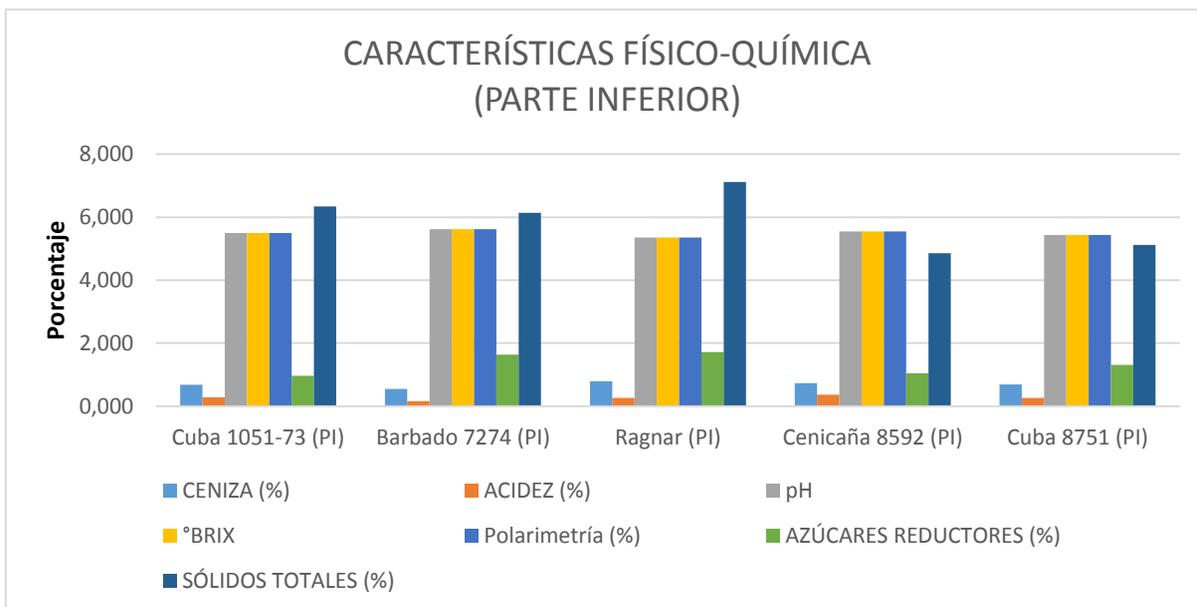


Gráfico 4. 4. Medias de los tratamientos evaluados.

## 4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS

### 4.2.1. CENIZA

Al analizar los datos respecto a esta variable esta refleja lo siguiente en cuanto a tratamientos esta refleja diferencia significativa y los divide en dos categorías a y b los resultados varían entre  $T4=0,54$  a  $T1=0,28$ ; el tipo de corte no difiere en esta variable y las variedades (bloque) tampoco muestran diferencias en ceniza.

La caña es una planta que absorbe poca sustancia mineral del terreno donde es cultivado, por lo cual contiene poca ceniza y materia mineral. La ceniza se encuentra en la caña en una proporción aproximada de 0.50% y está constituida por diversas materias. Según manifiesta Solís (2010) el porcentaje de ceniza en el jugo de la caña de azúcar (guarapo) se encuentra entre 0,73 %, en lo que respecta a esta investigación los valores están dentro del rango expresado por este autor.

### 4.2.2. °BRIX

Los tratamientos evaluados adoptaron diferencia, la misma que los separa en 4 categorías abcd, los tratamientos con mayor y menor contenido de °Brix fueron  $T1=$

21,89 y T5= 18,66, en el tipo de corte no se registran diferencias significativas; los bloques tienen tres categorías abc, Bloque 2 Barbados=19,82 y Bloque 4 Cenicaña= 85,92. En la presente investigación los valores promedios de los °Brix de cada uno de los tratamientos, se encuentran dentro de los rangos aceptables, según Osorio (2007), citado por Benítez y Guagalango (2011), que argumenta que la concentración de los sólidos solubles en el jugo de la planta madura de caña de azúcar que ingresa a fábrica puede variar en épocas de lluvia entre (17 – 19) ° Brix y en épocas secas de (19 – 22) ° Brix, además Ramírez *et al.*, (2014) indica que los grados Brix de los jugos normalmente deben fluctuar entre 16 y 24.

#### **4.2.3. ACIDEZ**

La variable de acidez respecto a tratamiento difiere en dos categorías donde se encuentra T3 (0.14) y T8 (0.36), el tipo de corte no influye en esta variable; los bloques presentan diferencias por lo cual se agrupan en dos categorías donde Bloque 2 Barbados (0.15) tiene la menor concentración de acidez y el Bloque 4 Cenicaña (0.35) la mayor.

Honig (1969) citado por Zossi *et al.*, (2010), indica que los ácidos orgánicos en el jugo constituyen una parte variable, pero significativa, del total de no azúcares solubles de la caña, y a ellos se debe la mayor proporción de la acidez titulable del jugo, la mayoría está presente en concentraciones relativamente bajas, como productos normales del metabolismo.

#### **4.2.4. SÓLIDOS TOTALES**

Los tratamientos muestran cuatro categorías siendo T7= 3,78 el que tienen menor contenido de sólidos y T5= 8,85 con la mayor concentración, el tipo de corte no difiere entre si y los bloques presentan 3 categorías el Bloque 4: Cenicaña 8542=4,32, tiene el menor contenido de sólidos y Bloque 3: Ragnar=7,98 el de mayor tenor, sin embargo en la investigación los porcentajes de sólidos totales tanto para tratamientos como para bloque son relativamente bajos relacionados a lo expresado por Castillo (2015) los porcentajes de materia seca (sólidos solubles e insolubles) pueden encontrarse

entre 27% y 30%, de los cuales cerca de 15% a 17% por ciento corresponden a los denominados sólidos solubles (brix por ciento caña).

#### **4.2.5. AZÚCARES REDUCTORES**

En esta variedad los tratamientos y el tipo de corte no reflejan diferencias significativas es decir que ni los tratamientos ni el tipo de corte intervienen para dividirlos en categorías por lo contrario las variedades (Bloque) presentan diferencias por lo cual aparecen 3 categorías donde Cuba 1051-73=1,06 presenta el menor porcentaje de azúcares reductores y Barbados el de mayor porcentajes (1,92) sin embargo los datos obtenidos están dentro del rango, según Larrahondo (s.f) indica que el contenido de azúcares reductores o no-pol se encuentran entre 1% al 5%, y que estos porcentajes variarían dependiendo del estado de madurez de la caña.

#### **4.2.6. POTENCIAL DE HIDRÓGENO**

El pH en cuanto a tratamiento presenta 3 categorías y los tratamientos con mayor y menor concentración de pH son T5=5,29 y T1=5,64, los bloques tienen como resultado 3 categorías y los bloques con el menor y mayor porcentaje de sólidos son Bloque 3 Ragnar=5.32 y Bloque 1: Cuba 1051-73=5.57 Según Chen (1967), citado por Benítez y Guagalango (2011) dice que el pH del jugo de la caña de azúcar de una planta madura normal varía entre 4,73 – 5,63 y en caña dañada los valores de pH son muy bajos. En la presente investigación obtuvimos como valores de 4,44 – 5,68 de pH, los cuales son considerados valores que se encuentran dentro del rango mencionado anteriormente por el autor.

#### **4.2.7. POLARIMETRÍA**

Los tratamientos evaluados dan como resultados la existencia de diferencia significativa por lo cual existen 4 categorías cuyo porcentaje de Pol van desde T3=14,48 a T7=21,58, referente a lo observado a los bloques (variedades) este figura resultados entre 14,96 a 18,88 Ragnar y Cuba 1051-73 individualmente. Lo que concuerda con lo indicado por Castillo (2015), este valor es una medida estrechamente

relacionada con la concentración de sacarosa presente, y aunque se trata de un parámetro muy usado en la industria azucarera, su valor puede estar influenciado por otras sustancias presentes que tengan la propiedad de rotar la luz polarizada. Siendo en nuestro caso el mejor tratamiento T8 (Cenicaña 8592 parte inferior con 19,81).

#### **4.3. FICHAS TÉCNICAS DE CADA VARIEDAD**

Las fichas técnicas fueron elaboradas con la finalidad de proporcionar información detallada, pertinente y específica de jugo de cada variedad.

 <b>FICHA TÉCNICA DE AGROINDUSTRIA</b> 		
<b>Producto Específico:</b>	Zumo de caña de azúcar	
<b>Variedad:</b>	Ragnar	
<b>Nombre Comercial:</b>	Jugo de caña (guarapo)	
<b>PROPIEDADES GENERALES</b>		
<b>Descripción :</b>	Ragnar Variedad originaria de Australia, (sembrada en el Ecuador hace más de 40 años) de tallos medianos a altos, color verdoso, entrenudos cortos y delgados. Hábito de crecimiento reclinado, tiende a volcarse a edades muy tempranas lo que dificulta el corte e induce la brotación de renuevos. Presenta un nivel de floración muy alto en algunas zonas productoras, la maduración es temprana.	
<b>Usos:</b>	Panelero, azucarero, extracción de alcohol	
<b>Magnitud:</b>	Volumen	
<b>Unidad de Medida</b>	Litro	
<b>Presentación Comercial</b>	Canecas de pvc de uso comercial color amarillo de 20litros	
<b>PROPIEDADES ESPECÍFICAS</b>		
	<b>PARTE SUPERIOR</b>	<b>PARTE INFERIOR</b>
<b>°BRIX</b>	18,66 %	20,6%
<b>Ceniza</b>	0,63%	0.79%
<b>Sólidos totales</b>	8,855%	7,114%
<b>pH</b>	5,29	5,35
<b>Acidez</b>	0,18%	0,25%
<b>Polarimetría</b>	13,97%	15,94%
<b>Azúcares reductores</b>	2,03%	1,72%

 <b>FICHA TÉCNICA DE AGROINDUSTRIA</b> 		
<b>Producto Específico:</b>	Zumo de caña de azúcar	
<b>Variedad</b>	Cuba 1051-73	
<b>Nombre Comercial:</b>	Jugo de caña (guarapo)	
<b>PROPIEDADES GENERALES</b>		
<b>Descripción :</b>	La Cuba 1051-73 alcanza el 94 % de Índice de Madurez a los 14 meses, comienza a madurar a partir de mes de junio (84%) muestran la tendencia de la madurez durante el tiempo desde el mes de abril, concluyendo que el comportamiento en la en la variedad coincide con el periodo donde se realiza la zafra en la costa del Ecuador.	
<b>Usos:</b>	Panelero, azucarero, extracción de alcohol	
<b>Magnitud:</b>	Volumen	
<b>Unidad de Medida</b>	Litro	
<b>Presentación Comercial</b>	Canecas de pvc de uso comercial color amarillo de 20litros	
<b>PROPIEDADES ESPECÍFICAS</b>		
	<b>PARTE SUPERIOR</b>	<b>PARTE INFERIOR</b>
<b>Grados brix</b>	21,87 %	22,21 %
<b>Ceniza</b>	0,81%	0,67 %
<b>Sólidos totales</b>	5,299%	6,341%
<b>pH</b>	5,63	5,49
<b>Acidez</b>	0,28%	0,27 %
<b>Polarimetría</b>	18,78%	18,99%
<b>Azúcares reductores</b>	1,16%	0,97%

 <b>FICHA TÉCNICA DE AGROINDUSTRIA</b> 		
<b>Producto Específico:</b>	Zumo de caña de azúcar	
<b>Variedad</b>	BARBADOS 72-74	
<b>Nombre Comercial:</b>	Jugo de caña (guarapo)	
	<b>PROPIEDADES GENERALES</b>	
<b>Descripción :</b>	Presenta floración muy escasa	
<b>Usos:</b>	Extracción de alcohol	
<b>Magnitud:</b>	Volumen	
<b>Unidad de Medida</b>	Litro	
<b>Presentación Comercial</b>	Canecas de pvc de uso comercial color amarillo de 20litros	
	<b>PROPIEDADES ESPECÍFICAS</b>	
	<b>PARTE SUPERIOR</b>	<b>PARTE INFERIOR</b>
<b>°BRIX</b>	19,04%	20,60%
<b>Ceniza</b>	0,686%	0,544%
<b>Sólidos totales</b>	5,281%	6,136%
<b>pH</b>	5,423	5,617
<b>Acidez</b>	0,144%	0,158%
<b>Polarimetría</b>	14,81%	16,57%
<b>Azúcares reductores</b>	2,20%	1,64%

 <b>FICHA TÉCNICA DE AGROINDUSTRIA</b> 		
<b>Producto Específico:</b>	Zumo de caña de azúcar	
<b>Variedad</b>	CENICAÑA 85-92	
<b>Nombre Comercial:</b>	Jugo de caña (guarapo)	
	<b>PROPIEDADES GENERALES</b>	
<b>Descripción :</b>	La germinación es excelente. Es de crecimiento vigoroso y erecto. El macollamiento está entre 10 y 12 tallos por cepa. La floración es muy escasa.	
<b>Usos:</b>	Panelero, azucarero, extracción de alcohol	
<b>Magnitud:</b>	Volumen	
<b>Unidad de Medida</b>	Litro	
<b>Presentación Comercial</b>	Canecas de pvc de uso comercial color amarillo de 20litros	
	<b>PROPIEDADES ESPECÍFICAS</b>	
	<b>PARTE SUPERIOR</b>	<b>PARTE INFERIOR</b>
<b>Grados brix</b>	24,42%	23,59%
<b>Ceniza</b>	0,646%	0,724%
<b>Sólidos totales</b>	3,776%	4,859%
<b>pH</b>	5,066	5,547
<b>Acidez</b>	0,348%	0,359%
<b>Polarimetría</b>	21,57%	19,61%
<b>Azúcares reductores</b>	1,02%	1,05%

 <b>FICHA TÉCNICA DE AGROINDUSTRIA</b> 		
<b>Producto Específico:</b>	Zumo de caña de azúcar	
<b>Variedad</b>	CUBA 8751	
<b>Nombre Comercial:</b>	Jugo de caña (guarapo)	
	<b>PROPIEDADES GENERALES</b>	
<b>Descripción :</b>	El tallo es de color morado con visos amarillentos, entrenudo de forma cilíndrica, 12,5 cm. de longitud, 2,7 cm. de diámetro y 286 cm. de altura. Yema obovada. Buena brotación, hábito de crecimiento erecto, cierre de campo tardío, de buen despaje, escasa floración, buen retoñamiento, con una población de 12 – 14 tallos por metro lineal, 13,5 – 14,5% de contenido de fibra en sus tallos. Presenta alto rendimiento agrícola y elevado contenido azucarero, así como 52,96 % de digestibilidad de la materia seca, por lo que es factible para la alimentación del ganado vacuno. Apta para la mecanización.	
<b>Usos:</b>	Panelero, azucarero, extracción de alcohol	
<b>Magnitud:</b>	Volumen	
<b>Unidad de Medida</b>	Litro	
<b>Presentación Comercial</b>	Canecas de pvc de uso comercial color amarillo de 20litros	
	<b>PROPIEDADES ESPECÍFICAS</b>	
	<b>PARTE SUPERIOR</b>	<b>PARTE INFERIOR</b>
<b>Grados brix</b>	21,42%	21,74%
<b>Ceniza</b>	0,554%	0,693%
<b>Sólidos totales</b>	4,178%	5,125%
<b>pH</b>	5,340	5,437
<b>Acidez</b>	0,236%	0,264%
<b>Polarimetría</b>	17,45%	18,36%
<b>Azúcares reductores</b>	1,65%	1,34%

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

Las características físico-química de las cinco variedades de caña de azúcar se determinaron de acuerdo a las variables físicas y químicas como se muestra en las fichas técnicas en el acápite 4.3.

En los que respecta a los tratamientos estudiados hubo diferencia significativa, a excepción de los azúcares reductores. En los cortes, no expresaron diferencias significativas para ningunos de ellos como podemos apreciar en el acápite 4.2. En todas las variedades estudiadas hubo diferencias significativas a excepción del parámetro ceniza como se lo indica en el acápite 4.1.

Se desarrollaron las fichas técnicas con información pertinente de cada una de las variedades de caña estudiadas en función a la caracterización físico – química, como aporte pro-agroindustrial.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

Utilizar caña de producción de nueve meses para la caracterización física-química del jugo de caña para que los resultados sean los idóneos al momento de realizar los análisis correspondientes.

Para los diferentes procesos agroindustriales se recomienda la variedad Cuba 1051-73 ya que fue la que presentó el mayor valor de grados brix.

Divulgar las fichas técnicas de las variedades investigadas a los sectores que se dedican la producción de caña azúcar para que conozcan información pertinente y confiable de cada variedad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, N; Galindo, G; Fortanelli, J; Contreras, C. 2011. Factores de competitividad de la agroindustria de la caña de azúcar en México, Revista. Región Sociedad. Hermosillo.MX. Vol. 23. p. 261-697
- Aguilar, N; Rodríguez, D; Castillo, Morán, A; Herrera, A. 2012. Sucroquímica, alternativa de diversificación de la agroindustria de la caña de azúcar. Veracruz. MX. Revista ciencias del agro y del mar. Vol. 12. p. 7-15.
- Aguirre M. 2010. Jugo de caña de azúcar envasado en vidrio. (En línea). EC. Consultado, 3 de nov. 2014. Formato PDF. Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/>
- Alvarado R. 2011. Evaluacion del rendimiento agroproductivo industrial de 3 variedades certificadas de caña de azúcar (*saccharum afficinarum*) de origen cubano (c 1051-73, c 8751, c 132-81), frente al testigo variedad cristalina, en la etapa de cosecha, en cantón Humboya, provincia de Morona Santiago. Tesis. Ing. Agroindustrias. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA. Cuenca, EC. p 35-37
- Álvarez, E. D. (2007). La caña de azucar: Una amarga externalidad?. Medellín. CO. Revista desarrollo y sociedad. p. 117-164
- ANAPA (Associacao Nacional de productos de alho). 2012. Perspectiva de safra 2011/2012. Consultado, 4 de enero 2015. Disponible en <Http://www.anapa.com.br>
- AOAC (Association of oficial Analytical Chemist). 2007. Peer verified methods. Manual on polcies and procedures. Arlington-US. S.e. s. p. Adaptado en el Laboratorio de Servicios Analíticos e Investigación en Alimentos del Departamento de Nutrición y Bromatología de Agrocalidad. 18ª.ed. Airlontong USA

- Armas F; Velasco L y Once F, s.f. Comportamiento agroindustrial de 7 variedades de caña de azúcar a 900 M.S.N.M, en la provincia de Morona Santiago, canton Morona, Ecuador (En línea). EC. Consultado, 30 de oct. 2015. Formato HTML. Disponible en <http://es.slideshare.net>
- Arrieta, M. R. (2005). Venezuela en la ruta comercial azucarera: Su impacto en la sociedad sucrense, venezuela. Revista Scielo, pag 2.
- Bastidas, Luis; Rea, Ramón; De Sousa-Vieira, Orlando; Hernández, Edith; Briceño, Rosaura.2012. Análisis de variables agronómicas en cultivares de caña de azúcar con fines azucareros, paneleros y forrajeros. Barquisimeto, VEN. Revista. Bioagro. Vol. 24.p. 135-142
- Bello, D; Carrera, E; Díaz, Y. 2006. Determinación de azúcares reductores totales en jugos mezclados de caña de azúcar utilizando el método del ácido 3,5 dinitrosalicílico. Habana CU. Revista ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, Vol. 40. p. 45-50.
- Benítez J. y Gualango R. 2011. Evaluación de dos biocidas e implicaciones económicas del procedimiento de sanitización de jugos de caña en el área de molinos del IANCEM. Tesis. Ing. Agroindustrial. UTN. Ibarra EC. p 25
- Castillo M. 2015. Determinación de la concentración de fenoles totales por el método de folinciocalteu en el jugo de caña de azúcar de las variedades cp72- 2086, cp88-1165 y cp73-1547 utilizadas en el ingenio trinidad. Tesis. Ing. Química. UTN. Ibarra, GU. p 4
- Castillo, R. (2013). Sostenibilidad de la caña de azúcar en Ecuador - Artículo CINCAE. Guayaquil, 28 de Octubre.
- CINCAE. Centro de investigación de la caña de azúcar del ecuador (2008). La Industria Azucarera En El Ecuador. Consultado, 2 de enero 2015. Disponible En <Http://www.cincae.org>

- Cuervo, R; Ledesma, J; Duran, J; Argote, F. 2010. Aislamiento y control microbiológico de leuconostoc mesenteroides, en un ingenio para optimizar el rendimiento de azúcar y etanol. Cali, CO. Revista Bio.Agro, Vol. 8. p. 31-40.
- Daza, E. (2014). Transformación Productiva, Estado y Agronegocio. Coyuntura Agraria (en línea). EC. Consultado, 07 de mar. 2015. Disponible en <http://www.ocaru.org.ec>
- Edison, S., Castillo, F., Molina, J., Benitez, I., Santacruz, A., & Castillo, R. (2011). SELECCIÓN DE PROGENITORES, VARIANZAS GENÉTICAS Y HEREDABILIDAD PARA ACUMULACIÓN TEMPRANA DE SACAROSA EN CAÑA DE AZUCAR. ME.Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 34, núm. 2. Pag 114.
- Estrada, J; Arand, E; Pichard, G; Henao, F. 2013. Ensilaje de caña de azúcar integral enriquecido con porcinaza fresca.Santiago, CH. Revista ORINOQUIA, Vol. 17. p. 38-49.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (En línea). EC. Consultado, 3 de nov. 2014. 2013. p 2. Disponible en <ftp://ftp.fao.org>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Perspectivas alimentarias. Análisis del mercado mundial (En línea). EC. Consultado, 22 de ene. 2015. 2007. p 1. Disponible en <http://www.fao.org>
- FAO, s.f. Extracción de jugos. (En línea). EC. Consultado, 30 de oct. 2015. Formato PDF. Disponible en <ftp://ftp.fao.org>
- Fiallos F. 2008. Reacción de 100 variedades de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) del Banco de Germoplasma del CINCAE, al Carbón (*Ustilago scitaminea* Sydow), Roya (*Puccinia melanocephala* Sydow) y Mosaico (Sugarcane Mosaic Virus) en la zona del Cantón El Triunfo. Tesis. Ing. Agropecuario. ESPOL. Guayaquil, EC. p 20 – 21

- Godoy, G., & Gazón, R. (2015). Diagnóstico del estado de la parcela de conservación de Zamorano: estudio de suelos, producción de cultivos y prácticas de conservación de suelos. Honduras.(En línea).HO. Consultado 14/01/2016. Formato PDF. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu>
- Goyenola, G. 2007. Guía para la utilización de las Valijas Viajeras. Red de Monitoreo. Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos. Consultado, 4 de enero 2015. Disponible En <http://imasd.fcien.edu.uy>
- Goyes, G. 2014. Reingeniería del proceso de clarificación del jugo de caña en el ingenio azucarero del norte iancem. Tesis. ing. química. Universidad central del Ecuador. Quito-Ecuador p 41.
- Héctor, F (2002). Manual agropecuario. Tecnologías orgánicas de la granja integral gautosuficiente. 1 Edición, Bogotá Colombia, EC. p 1019.
- Hernández, A. 2009. Tratado de Nutrición. 2da ed. Tomo II: Composición y calidad Nutritiva de los Alimentos. Ed. Médica Panamericana, 3/02/2015 - 812 páginas.
- Hernández, M. 2007. Tendencias actuales en la producción de bioetanol. Tesis. Universidad Rafael Landívar. (En línea). CU. Consultado, 5 de nov. 2014. Formato PDF. Disponible en <http://www.tec.url.edu.gt>
- INEC, 2012. Datos estadísticos agropecuarios (En línea). EC. Consultado, 30 de oct. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.inec.gob.ec>
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ec 2011.datos estadísticos agropecuario. P 10
- Largo, E., Cortes, M., & Ciro, H. (2013). Termodinámica de adsorción de polvo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) Obtenido mediante la tecnología de secado por aspersion. Medellin.CO. Revista Vitae, Vol. 21. p. 165-177.

- Larrahondo J. (s.f) Guía Técnica de Agroindustria Panelera. (En línea). EC. Consultado, 30 de oct. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.cenicana.org>
- Martín A.F., Velazco. A., Once. F. 2009. C 1051-73 Variedad de caña de azúcar en extensión de origen cubano en la provincia de morona Santiago, Cantón Morona Santiago, Ecuador EC, p 7
- MOCOA, 2002. Guía Técnica de Agroindustria Panelera. (En línea). EC. Consultado, 30 de oct. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co>
- Morales, W; Duarte, O; Bordón, U. 2010. Pérdida del rendimiento agroindustrial de la caña de azúcar asociada al retraso de la molienda en poscosecha. Cali, CO. Revista Investig. Agrar., Vol. 12. p. 75-78.
- Mujica, M; Guerra, M; Soto, N. 2008. Efecto de la variedad, lavado de la caña y temperaturas de punteo sobre la calidad de la panela granulada. Lara. VEN. Revista Interciencia. Vol. 8. p. 568-603
- Netafin. (2012). Caña de azúcar. (En línea).MX.Consultado, 19 de ene. 2010. Formato HTPL. Disponible en <http://www.netafim-latinamerica.com/crop/sugarcane/Intro>
- Perafán, F (2009). Documento Azúcar de caña. El azúcar (en línea). EC. Consultado, 6 de nov. 2014. Disponible en [http// www.perafan.com](http://www.perafan.com)
- Pesca, M. D. (2003). Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Costa Rica: Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola.
- Ramírez, J; Insuasty, O;Viveros, C. 2014. Comportamiento agroindustrial de diez variedades de caña de azúcar para producción de panela en Santander, Colombia. Cali.CO. Revista Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu, Vol. 15. p. 183-195.

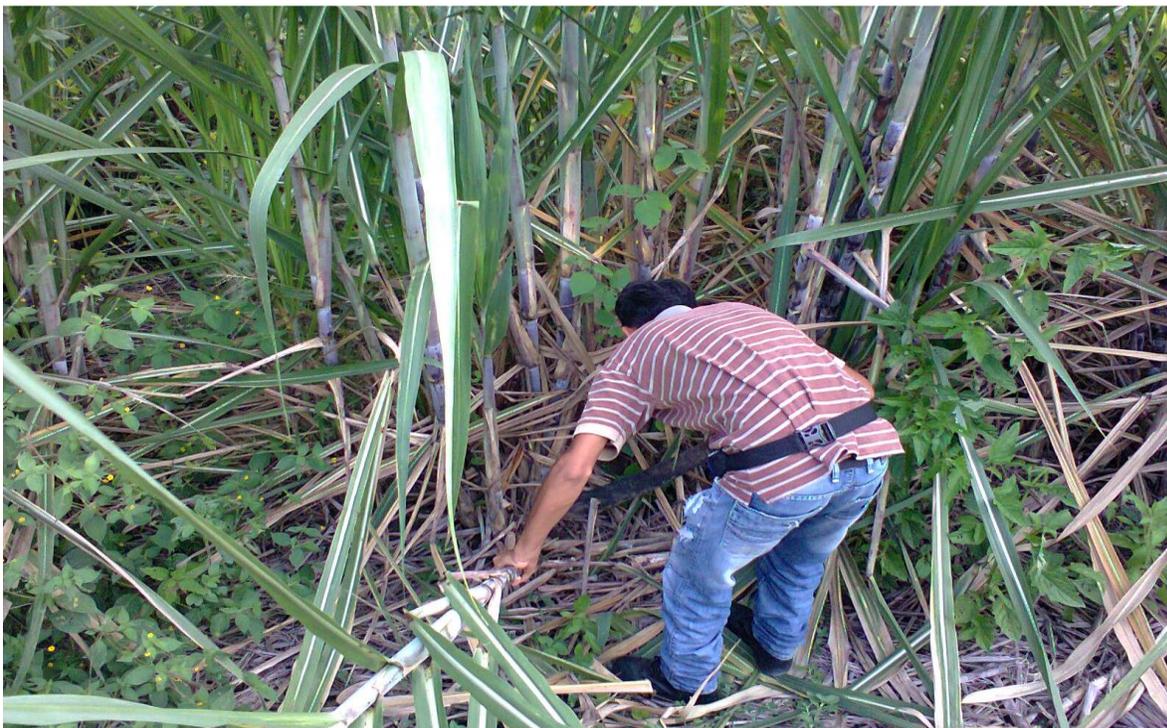
- Ramón A, 2011. Evaluación de rendimiento agro productivo e industrial de 3 variedades certificadas de caña de azúcar (*Sacharum officinarum*) de origen cubano (C 1051 – 73, C 8751, C 132-81), frente al testigo variedad cristalina, en la etapa de cosecha, en el cantón Huamboya, PROVINCIA DE Morona Santiago. Tesis. Ing. Agropecuario industrial. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA. Cuenca, EC. p 35-36
- Ravelo,S; Ramos, E. 2015. Efecto de la edad y la época del año en la calidad de la caña luego del corte. Habana, CU. Revista ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, Vol. 49. p. 27-31.
- Rojas, M; Rodríguez, A; González, Lester; Heydrich, M. 2015. Influencia de diferentes factores en el crecimiento de bacterias endófitas de caña de azúcar. Bogotá, CO. Revista Colombiana de Biotecnología, Vol. 17. p. 149-155
- Sarmiento, J. P. (2008). Caña de Azúcar (*Sacharum officinarum*). Ecuador: ECUAQUIMICA. (En línea). EC. Consultado, 10 de Enero 2015. Formato PDF. Disponible en: [http://www.ecuaquimica.com.ec/info\\_tecnica\\_cana.pdf](http://www.ecuaquimica.com.ec/info_tecnica_cana.pdf)
- Sarria, P; Solano, A; Preston, T... Utilización de jugo de caña y cachaza panelera en la alimentación de cerdos (en línea). EC. Consultado, 24 de oct.2014. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd2/2/sarria.htm>
- Silva, E; Castillo, F; Molina, J; Beníte, I; Santacruz, A; Castillo, R. 2011. Selección de progenitores, varianzas genéticas y heredabilidad para acumulación temprana de sacarosa en caña de azúcar. Chapingo, MX. Revista Fitotec.. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, Vol. 40. p. 45-50.
- Silva, J. D.R.; Silva Neto,H.F.; Tasso Junior,L.C.; Marques,D. Marqués, M.O. 2011. teores de acidez no caldo de cultivares tardios de cana-de-açúcar. Revista Nucleus. v.8, n.1, febrero, p. 413-420

- Solís A., Calleja Z. y Duran M. 2010. Desarrollo de jarabes fructosados de caña de azúcar a partir del guarapo. Cochabamba, Bol. Revista Tecnol. Ciencia. Vol. 25. P. 53-32.
- Trujillo, M., & Pazmillo, V. (2008). Diseño, Cálculo y construcción de un trapiche. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (En línea). EC. Consultado, 10 de Enero 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/42/1/15T00406.pdf>
- UNAL, 2013. Físicoquímica de Alimentos. (En línea). EC. Consultado, 30 de oct. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/>
- Zossi S. Cárdenas G., Sorol N., Sastre M. 2010. Influencia de compuestos azúcares y no azúcares en la calidad industrial de caña de azúcar en Tucumán (R. Argentina) Parte 1: caña limpia y despuntada. Argentina, Revista. Ind. Agric. Tucumán. Vol. 87. P. 15-27

# **ANEXOS**

## **ANEXO N° 1**

### **OBTENCIÓN DE LAS VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR UTILIZADAS PARA LA OBTENCIÓN DEL JUGO**



**Foto a.** Zafra de la caña



**Foto b.** Zafra de la caña

**ANEXO N° 2**

**ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICA DEL JUGO DE CAÑA DE LAS CINCO  
VARIEDADES EN ESTUDIO**



**Foto c.** Preparación de muestras para análisis

**Foto d.** Toma de °Brix





Foto e. Toma de °Brix



Foto f. Toma de pH



**Foto g.** Análisis de sólidos totales



**Foto h.** Análisis de ceniza



**Foto i.** Clarificación para polarimetría



**Foto j.** Homogenización de las muestras



**Foto k.** Filtración



**Foto l.** Filtración

**ANEXO N° 3**

**REPORTE DE LOS ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICA DEL JUGO DE  
CAÑA DE LAS CINCO VARIEDADES EN ESTUDIO**



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

**LABORATORIOS DEL ÁREA AGROINDUSTRIAL**

SEÑORES ESTUDIANTES:	JONATHAN JOSELO COBEÑA MORÁN IVÁN FRANCISCO LOOR CHÁVEZ
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:	01/06/2015
FECHA DE ENTREGA DE LAS MUESTRAS:	12/06/2015
MUESTRAS ENVIADAS:	30 MUESTRAS DE JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR
EXÁMENES SOLICITADO:	CENIZA

**CENIZA: METODOLOGÍA INEN 467. DETERMINACIÓN DE LA CENIZA**

MUESTRAS (TRATAMIENTOS)	REPLICAS	UNIDADES (%)
T1	R1	0,821
	R2	0,802
	R3	0,823
T2	R1	0,700
	R2	0,698
	R3	0,633
T3	R1	0,714
	R2	0,707
	R3	0,642
T4	R1	0,539
	R2	0,567
	R3	0,527
T5	R1	0,695
	R2	0,612
	R3	0,584
T6	R1	0,776
	R2	0,827
	R3	0,780
T7	R1	0,569
	R2	0,708
	R3	0,678
T8	R1	0,543
	R2	0,489
	R3	3,893
T9	R1	0,550
	R2	0,565
	R3	0,547
T10	R1	0,722
	R2	0,669
	R3	0,691

ESPAM

Lic. Cruz Pinarote Zambrano  
**JEFE DE LABORATORIO**

Ing. Jorge Teca Delgado  
**ANALISTA**



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

**LABORATORIOS DEL ÁREA AGROINDUSTRIAL**

SEÑORES ESTUDIANTES:	JONATHAN JOSELO COBEÑA MORÁN IVÁN FRANCISCO LOOR CHÁVEZ
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:	01/06/2015
FECHA DE ENTREGA DE LAS MUESTRAS:	12/06/2015
MUESTRAS ENVIADAS:	30 MUESTRAS DE JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR
EXÁMENES SOLICITADO:	ACIDEZ

**ACIDEZ: METODOLOGÍA VOLUMÉTRICO**

MUESTRAS (TRATAMIENTOS)	REPLICAS	UNIDADES (%)
T1	R1	0,228
	R2	0,388
	R3	0,274
T2	R1	0,274
	R2	0,365
	R3	0,228
T3	R1	0,160
	R2	0,137
	R3	0,137
T4	R1	0,160
	R2	0,137
	R3	0,182
T5	R1	0,182
	R2	0,137
	R3	0,228
T6	R1	0,251
	R2	0,251
	R3	0,274
T7	R1	0,365
	R2	0,524
	R3	0,251
T8	R1	0,251
	R2	0,365
	R3	0,616
T9	R1	0,479
	R2	0,160
	R3	0,228
T10	R1	0,182
	R2	0,365
	R3	0,319

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE MANABÍ  
LABORATORIO DE QUÍMICA  
JEFE  
ESPAM

Lic. Cruz Pinargote Zambrano  
**JEFE DE LABORATORIO**

Ing. Jorge Teca Delgado  
**ANALISTA**



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

**LABORATORIOS DEL ÁREA AGROINDUSTRIAL**

SEÑORES ESTUDIANTES:	JONATHAN JOSELO COBEÑA MORÁN IVÁN FRANCISCO LOOR CHÁVEZ
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:	01/06/2015
FECHA DE ENTREGA DE LAS MUESTRAS:	12/06/2015
MUESTRAS ENVIADAS:	30 MUESTRAS DE JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR
EXÁMENES SOLICITADO:	SÓLIDOS TOTALES

**SÓLIDOS TOTALES: METODOLOGÍA INEN 014. DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES Y CENIZAS.**

MUESTRAS (TRATAMIENTOS)	REPLICAS	UNIDADES (%)
T1	R1	5,395
	R2	5,336
	R3	5,172
T2	R1	5,844
	R2	7,307
	R3	6,055
T3	R1	5,190
	R2	5,339
	R3	5,317
T4	R1	6,308
	R2	5,888
	R3	6,230
T5	R1	8,927
	R2	8,831
	R3	8,807
T6	R1	7,831
	R2	4,917
	R3	11,035
T7	R1	3,714
	R2	3,673
	R3	3,954
T8	R1	4,804
	R2	4,685
	R3	5,108
T9	R1	4,275
	R2	3,939
	R3	4,344
T10	R1	5,931
	R2	4,229
	R3	5,545

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
LABORATORIO DE QUÍMICA

Lic. Cruz Pimargote Zambrano  
JEFE E LABORATORIO

Ing. Jorge Teca Delgado  
ANALISTA



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

**LABORATORIOS DEL ÁREA AGROINDUSTRIAL**

SEÑORES ESTUDIANTES:	JONATHAN JOSELO COBEÑA MORÁN IVÁN FRANCISCO LOOR CHÁVEZ
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:	01/06/2015
FECHA DE ENTREGA DE LAS MUESTRAS:	12/06/2015
MUESTRAS ENVIADAS:	30 MUESTRAS DE JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR
EXÁMENES SOLICITADO:	pH

**pH: METODOLOGÍA DEL POTENCIÓMETRO DIGITAL**

MUESTRAS (TRATAMIENTOS)	REPLICAS	UNIDADES (%)
T1	R1	5,680
	R2	5,630
	R3	5,600
T2	R1	5,510
	R2	5,500
	R3	5,490
T3	R1	5,420
	R2	5,420
	R3	5,430
T4	R1	5,600
	R2	5,630
	R3	5,620
T5	R1	5,280
	R2	5,300
	R3	5,300
T6	R1	5,390
	R2	5,310
	R3	5,370
T7	R1	5,450
	R2	5,450
	R3	4,440
T8	R1	5,570
	R2	5,530
	R3	5,540
T9	R1	5,340
	R2	5,340
	R3	5,340
T10	R1	5,450
	R2	5,430
	R3	5,430

**JEFA-**  
**ESPAM**

Lic. Cruz Pinargote Zambrano  
**JEFE DE LABORATORIO**

Ing. Jorge Teca Delgado  
**ANALISTA**



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DEL ECUADOR**  
**LABORATORIO DE QUÍMICA**  
**Reporte de análisis de CALIDAD DE CAÑA**  
**Método de la Prensa**

Responsable: Sr. Iván Looor

REPORTE N°: 07

Fecha recepción muestra: 15 de diciembre de 2015  
 Fecha entrega de resultados: 18 de diciembre de 2015

**Identificación de la muestra:**

N°	Ident. Muestra	Brix jugo	Poj jugo	Pureza	AR% caña
S-443	REPLICA 2 CUBA 8751 ABAJO	21,80	19,08	87,52	1,08
S-444	REPLICA 1 CUBA 8751 ARRIBA	21,30	17,07	80,13	1,52
S-445	REPLICA 3 CUBA 1051-73 ABAJO	21,70	19,06	87,82	0,64
S-446	REPLICA 1 CUBA 8751 ABAJO	22,01	18,35	83,36	1,43
S-447	REPLICA 2 CUBA 8751 ARRIBA	20,78	17,27	83,10	1,31
S-448	REPLICA 3 CUBA 8751 ABAJO	21,60	17,69	81,91	1,52
S-449	REPLICA 2 CUBA 1051-73 ARRIBA	19,70	16,69	84,75	1,17
S-450	REPLICA 3 BARBADO 7274 ABAJO	20,73	17,08	82,37	1,47
S-451	REPLICA 1 BARBADO 7274 ABAJO	19,17	15,83	82,56	1,47
S-452	REPLICA 1 CUBA 1051-73 ARRIBA	23,48	20,33	86,58	1,17
S-453	REPLICA 3 CUBA 8751 ARRIBA	22,23	18,05	81,21	2,50
S-454	REPLICA 1 CENICANA 8592 ARRIBA	24,76	22,19	89,60	0,70
S-455	REPLICA 2 CENICANA 8592 ABAJO	22,70	19,04	83,89	1,35
S-456	REPLICA 1 CUBA 1051-73 ABAJO	22,91	19,69	85,97	1,11
S-457	REPLICA 2 BARBADO 7274 ARRIBA	18,60	14,16	76,15	2,37
S-458	REPLICA 2 CUBA 1051-73 ABAJO	22,07	18,26	82,75	1,56
S-459	REPLICA 3 CUBA 1051-73 ARRIBA	22,87	19,74	86,29	1,14
S-460	REPLICA 1 CENICANA 8592 ABAJO	24,16	17,29	71,56	3,30
S-461	REPLICA 3 CENICANA 8592 ABAJO	23,97	23,47	97,90	0,55
S-462	REPLICA 2 CENICANA 8592 ARRIBA	24,75	21,68	87,60	1,35
S-463	REPLICA 1 RAGNAR ABAJO	20,15	15,71	77,99	2,24
S-464	REPLICA 2 RAGNAR ABAJO	20,64	17,41	84,36	1,17
S-465	REPLICA 1 RAGNAR ARRIBA	20,67	16,79	81,20	1,67
S-466	REOLICA 3 RAGNAR ARRIBA	18,20	14,50	79,65	1,73
S-467	REPLICA 1 BARBADO 7274 ARRIBA	20,70	16,79	81,12	1,80
S-468	REPLICA 2 RAGNAR ARRIBA	17,40	11,60	66,66	3,30
S-469	REPLICA 3 RAGNAR ABAJO	19,43	14,90	76,71	2,24
S-470	REPLICA 3 CENICANA ARRIBA	23,81	20,90	87,77	1,27
S-471	REPLICA 2 BARBADO 7274 ABAJO	22,12	16,86	76,22	2,12
S-472	REPLICA 3 BARBADO 7274 ARRIBA	18,02	12,99	72,07	2,60

**Ubicación: Calceta, Manabí**

Tonigá Gladys Solís  
 ANALISTA

Dr. Bolívar Aucatoma.  
 QUÍMICO JEFE

**ANEXO N° 4**

**DISEÑO DE FICHA TÉCNICA**

 <b>FICHA TÉCNICA DE AGROINDUSTRIA</b> 		
<b>Producto Específico:</b>		
<b>Variedad</b>		
<b>Nombre Comercial:</b>		
	<b>PROPIEDADES GENERALES</b>	
<b>Descripción :</b>		
<b>Usos:</b>		
<b>Magnitud:</b>		
<b>Unidad de Medida</b>		
<b>Presentación Comercial</b>		
	<b>PROPIEDADES ESPECÍFICAS</b>	
	<b>PARTE SUPERIOR</b>	<b>PARTE INFERIOR</b>
<b>Grados Brix</b>		
<b>Ceniza</b>		
<b>Sólidos totales</b>		
<b>pH</b>		
<b>Humedad</b>		
<b>Polarimetría</b>		
<b>Azúcares reductores</b>		

## **ANEXO Nº 5**

### **RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICA DEL JUGO DE LAS VARIEDADES DE CAÑA EN ESTUDIO**

Tratamiento Bloque*A	Descripción	REPLICAS	SÓLIDOS TOTALES	CENIZA	ACIDEZ	pH	° BRIX	POL	AZÚCARES REDUCTORES
T1	Cuba 1051-73 PS	R1	5,395	0,821	0,228	5,680	23,480	20,330	1,170
		R2	5,336	0,802	0,388	5,630	19,700	16,690	1,170
		R3	5,172	0,823	0,274	5,600	22,870	19,740	1,140
T2	Cuba 1051-73 PI	R1	5,844	0,700	0,274	5,510	22,910	19,690	1,110
		R2	7,307	0,698	0,365	5,500	22,070	18,260	1,560
		R3	6,055	0,633	0,228	5,490	21,700	19,060	0,640
T3	Barbados 7274 PS	R1	5,190	0,714	0,160	5,420	20,700	16,790	1,800
		R2	5,339	0,707	0,137	5,420	18,600	14,160	2,370
		R3	5,317	0,642	0,137	5,430	18,020	12,990	2,600
T4	Barbados 7274 PI	R1	6,308	0,539	0,160	5,600	19,170	15,830	1,470
		R2	5,888	0,567	0,137	5,630	22,120	16,860	2,120
		R3	6,230	0,527	0,182	5,620	20,730	17,080	1,470
T5	Ragnar PS	R1	8,927	0,695	0,182	5,280	20,670	16,790	1,670
		R2	8,831	0,612	0,137	5,300	17,400	11,600	3,300
		R3	8,807	0,584	0,228	5,300	18,200	14,500	1,730
T6	Ragnar PI	R1	7,831	0,776	0,251	5,390	20,150	15,710	2,240
		R2	4,917	0,827	0,251	5,310	20,640	17,410	1,170
		R3	11,035	0,780	0,274	5,370	19,430	14,900	2,240
T7	Cenicafña 8592 PS	R1	3,714	0,569	0,365	5,450	24,730	22,190	0,700
		R2	3,673	0,708	0,524	5,450	24,750	21,680	1,350
		R3	3,954	0,678	0,251	4,440	23,810	20,900	1,270
T8	Cenicafña 8592 PI	R1	4,804	0,543	0,251	5,570	24,160	17,290	3,300
		R2	4,685	0,489	0,365	5,530	22,700	19,040	1,350
		R3	5,108	3,893	0,616	5,540	23,970	23,470	0,550
T9	Cuba 8751 PS	R1	4,275	0,550	0,479	5,340	21,300	17,070	1,520
		R2	3,939	0,565	0,160	5,340	20,780	17,270	1,310
		R3	4,344	0,547	0,228	5,340	22,230	18,050	2,500
T10	Cuba 8751 PI	R1	5,931	0,722	0,182	5,450	22,010	18,350	1,430
		R2	4,229	0,669	0,365	5,430	21,600	19,080	1,080
		R3	5,545	0,691	0,319	5,430	21,600	17,690	1,520

Análisis físico-química del jugo de la caña de azúcar

## **ANEXO N° 6**

### **RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICA DEL JUGO DE LAS VARIEDADES DE CAÑA EN ESTUDIO**

Pruebas de normalidad<sup>b</sup>

	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Potencial de hidrógeno	T1	,232	3	.	,980	3	,726
	T2	,175	3	.	1,000	3	1,000
	T3	,385	3	.	,750	3	,000
	T4	,253	3	.	,964	3	,637
	T5	,385	3	.	,750	3	,000
	T6	,292	3	.	,923	3	,463
	T7	,385	3	.	,750	3	,000
	T8	,292	3	.	,923	3	,463
	T10	,385	3	.	,750	3	,000
	°Brix	T1	,330	3	.	,867	3
T2		,266	3	.	,952	3	,579
T3		,307	3	.	,903	3	,396
T4		,182	3	.	,999	3	,936
T5		,295	3	.	,920	3	,452
T6		,217	3	.	,988	3	,791
T7		,378	3	.	,766	3	,036
T8		,342	3	.	,846	3	,229
T9		,240	3	.	,974	3	,691
T10		,385	3	.	,750	3	,000
Ácido cítrico	T1	,276	3	.	,942	3	,537
	T2	,253	3	.	,964	3	,637
	T3	,385	3	.	,750	3	,000
	T4	,175	3	.	1,000	3	1,000
	T5	,175	3	.	1,000	3	1,000
	T6	,385	3	.	,750	3	,000
	T7	,211	3	.	,991	3	,817
	T8	,263	3	.	,955	3	,593
	T9	,308	3	.	,902	3	,391
	T10	,292	3	.	,923	3	,463
Sólidos totales	T1	,285	3	.	,931	3	,494
	T2	,336	3	.	,856	3	,256
	T3	,336	3	.	,857	3	,258
	T4	,319	3	.	,885	3	,338
	T5	,312	3	.	,896	3	,371
	T6	,179	3	.	,999	3	,948

	T7	,335	3	.	,858	3	,262
	T8	,278	3	.	,940	3	,529
	T9	,326	3	.	,874	3	,307
	T10	,303	3	.	,909	3	,416
	T1	,385	3	.	,750	3	,000
	T2	,176	3	.	1,000	3	,976
	T3	,275	3	.	,943	3	,540
	T4	,385	3	.	,750	3	,000
azúcares reductores	T5	,374	3	.	,778	3	,062
	T6	,385	3	.	,750	3	,000
	T7	,344	3	.	,841	3	,216
	T8	,273	3	.	,945	3	,548
	T9	,324	3	.	,878	3	,317
	T10	,312	3	.	,896	3	,372
	T1	,347	3	.	,836	3	,203
	T2	,372	3	.	,782	3	,071
	T3	,355	3	.	,819	3	,161
	T4	,269	3	.	,949	3	,565
Cenizas	T5	,293	3	.	,922	3	,459
	T6	,361	3	.	,807	3	,131
	T7	,306	3	.	,905	3	,402
	T8	,380	3	.	,762	3	,026
	T9	,337	3	.	,855	3	,253
	T10	,213	3	.	,990	3	,806
	T1	,329	3	.	,868	3	,289
	T2	,198	3	.	,995	3	,869
	T3	,265	3	.	,953	3	,583
	T4	,324	3	.	,877	3	,316
Polarimetría	T5	,198	3	.	,995	3	,871
	T6	,258	3	.	,960	3	,614
	T7	,222	3	.	,986	3	,770
	T8	,277	3	.	,941	3	,531
	T9	,312	3	.	,895	3	,371
	T10	,180	3	.	,999	3	,944

a. Corrección de la significación de Lilliefors

b. Potencial de hidrógeno es una constante cuando Tratamientos = T9 y se ha desestimado.



## ANOVA de un factor

Prueba de homogeneidad de varianzas				
	Estadístico de	gl1	gl2	Sig.
	Levene			
Sólidos totales	3,685	9	20	,007
Polarimetría	2,500	9	20	,042

## PRUEBA NO PARAMÉTRICA PARA BLOQUE

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Potencial de hidrógeno es la misma entre las categorías de Variedad de caña.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,002	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de °Brix es la misma entre las categorías de Variedad de caña.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.
3	La distribución de Ácido cítrico es la misma entre las categorías de Variedad de caña.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,003	Rechazar la hipótesis nula.
4	La distribución de Sólidos totales es la misma entre las categorías de Variedad de caña.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,001	Rechazar la hipótesis nula.
5	La distribución de azúcares reductores es la misma entre las categorías de Variedad de caña.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,025	Rechazar la hipótesis nula.
6	La distribución de Cenizas es la misma entre las categorías de Variedad de caña.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,145	Retener la hipótesis nula.
7	La distribución de Polarimetría es la misma entre las categorías de Variedad de caña.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,001	Rechazar la hipótesis nula.

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

## PRUEBA NO PARAMÉTRICA PARA TIPOS DE CORTE

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Potencial de hidrógeno es la misma entre las categorías de Cortes.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,053	Retener la hipótesis nula.
2	La distribución de °Brix es la misma entre las categorías de Cortes.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,575	Retener la hipótesis nula.
3	La distribución de Ácido cítrico es la misma entre las categorías de Cortes.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,370	Retener la hipótesis nula.
4	La distribución de Sólidos totales es la misma entre las categorías de Cortes.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,110	Retener la hipótesis nula.
5	La distribución de azúcares reductores es la misma entre las categorías de Cortes.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,480	Retener la hipótesis nula.
6	La distribución de Cenizas es la misma entre las categorías de Cortes.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,852	Retener la hipótesis nula.
7	La distribución de Polarimetría es la misma entre las categorías de Cortes.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,494	Retener la hipótesis nula.
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.				

## PRUEBA NO PARAMÉTRICA PARA TRATAMIENTO

Resumen de prueba de hipótesis				
	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Potencial de hidrógeno es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,002	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de °Brix es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,007	Rechazar la hipótesis nula.
3	La distribución de Ácido cítrico es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,034	Rechazar la hipótesis nula.
4	La distribución de Sólidos totales es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,005	Rechazar la hipótesis nula.
5	La distribución de azúcares reductores es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,116	Retener la hipótesis nula.
6	La distribución de Cenizas es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,024	Rechazar la hipótesis nula.
7	La distribución de Polarimetría es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,009	Rechazar la hipótesis nula.
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.				