

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA INDUSTRIAL

TEMA: “EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO AGROPRODUCTIVO E INDUSTRIAL DE 3 VARIEDADES CERTIFICADAS DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum 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 de grado previa a la obtención del
Título de Ingeniero Agropecuario Industrial**

AUTOR: ALVARO BLADIMIR RAMÓN PATIÑO.

DIRECTOR: Ing. HERNÁN AVILÉS LANDÍVAR Mgst.

CO-DIRECTOR: Ing. FRANCISCO MARTIN ARMAS.

CUENCA-ECUADOR.

2011.

“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO AGROPRODUCTIVO E INDUSTRIAL DE 3 VARIEDADES CERTIFICADAS DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum 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”.

CERTIFICADO

Que el presente trabajo de tesis de grado “**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO AGROPRODUCTIVO E INDUSTRIAL DE 3 VARIEDADES CERTIFICADAS DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum 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**”, cumple con el reglamento de grados y títulos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Politécnica Salesiana, y que ha sido correctamente elaborado por el Egdo. Alvaro Bladimir Ramón Patiño y revisada en cada una de sus etapas, por lo tanto autorizamos su presentación.

Cuenca, Junio de 2011

Ing. Hernán Avilés.

DIRECTOR DE TESIS

RESPONSABILIDAD

Los conceptos desarrollados, los análisis realizados y las conclusiones de este trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Cuenca, Junio de 2011

Egdo. Alvaro Bladimir Ramón Patiño

DEDICATORIA.

Ha sido el omnipotente, quien ha permitido que la sabiduría
dirija y guíe mis pasos.

Ha sido el todopoderoso, quien ha iluminado mi sendero cuando
más oscuro ha estado,

Ha sido el creador de todas las cosas, el que me ha dado
fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por
ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar,
dedico primeramente mi trabajo a Dios.

De igual forma, a mis Padres, que con su tenacidad y lucha
insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y
destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en
general; han sido mis padres quienes han sabido formarme con
buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a
salir adelante buscando siempre el mejor camino.

A mis hermanos Katy, Willi y Vane por escucharme,
soportarme y convertirse en mis mejores amigos.

A mis abuelitos quienes con su cariño y consejo me han
ayudado a caminar firme buscando mis propios ideales.

A mis tíos César, Rosita, Patricio, Magali, Aída y Nelly, por
estar siempre ahí en los momentos que más he necesitado de su
ayuda.

A mis primos Andy y Gi, por contagiarme la alegría de vivir.

Alvaro Bladimir.

AGRADECIMIENTO.

Primero y antes que nada, quiero dar gracias a Dios, por estar siempre conmigo, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a todas aquellas personas que han sido soporte y compañía durante mi vida educativa.

Quiero extender un sincero agradecimiento al Mgtr. Lic. Marcelino Chumpí, Prefecto de Morona Santiago, por brindarme la oportunidad de realizar esta investigación en el **Programa de extensiones y estudio de las variedades de caña de azúcar de origen cubano introducidas a la provincia de Morona Santiago, para el mejoramiento de la Agroindustria Azucarera**. Al mismo tiempo agradezco a todos los funcionarios del Gobierno Autónomo Provincial de Morona Santiago, quienes me colaboraron de manera directa e indirecta: secretarías, choferes y técnicos del Departamento de Gestión de Desarrollo Productivo, Económico y Humano.

Debo agradecer de manera especial y sincera al Ingeniero Francisco Martín Armas y su familia, por su incondicional apoyo y participación activa en el desarrollo de esta investigación. Debo destacar, por encima de todo, su disponibilidad y paciencia, su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas. Ha sido un aporte invaluable, en el desarrollo de esta tesis, siempre generoso y dispuesto como pocos, quién compartió conocimientos y experiencias de tipo profesional y personal que fueron de gran valor. Le agradezco también el haberme facilitado siempre los medios suficientes para llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesis. No cabe duda que su participación ha enriquecido el trabajo realizado y, además, ha significado el surgimiento de una sólida amistad. Muchas gracias Pakito.

Un agradecimiento fraterno al Ingeniero Hernán Avilés, Director de tesis, por su aporte y guía que ha sido fundamental en el desarrollo de esta investigación. A los Docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Administrativos, Secretaría, y personal de granja de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Cuenca ya que dentro de los ámbitos que a cada uno le competen me han colaborado sin ponerme ningún impedimento, al contrario, me han brindado siempre su amistad y respaldo.

Quiero recordar también a mis amigos: Antonio, Carlos, Henry, Millán, Robinson, y a todos los agricultores quienes muy generosamente me han colaborado para que este trabajo llegue a buen puerto.

Y, por supuesto, el agradecimiento más profundo y sentido va para mi familia. Sin su apoyo, colaboración e inspiración habría sido imposible llevar a cabo esta dura tarea.

A mis abuelos Mariana y Rogelio, Carmelina y Luis por su ejemplo de lucha y honestidad; a mis padres Rosario y Alvaro por su tenacidad y ejemplo de superación; a mis hermanas Katheryn y Vanesa por su paciencia, inteligencia y generosidad, y a mi hermano Willi por ser un claro ejemplo de valentía, capacidad y superación.

¡Por ellos y para ellos!

Alvaro Bladimir

INDICE DE CONTENIDOS.

CARATULA	
CERTIFICADO	
RESPONSABILIDAD	
DEDICATORIA.	I
AGRADECIMIENTO.	II
INDICE DE CONTENIDOS.	III
1. MARCO INTRODUCTORIO	IV
3 I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	
¡Error! Marcador no definido.	
A. TEMA.....	¡Error! Marcador no definido.
II. OBJETIVOS.....	¡Error! Marcador no definido.
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	¡Error! Marcador no definido.
H0.	¡Error! Marcador no definido.
H1.	¡Error! Marcador no definido.
IV. MARCO TEÓRICO.....	¡Error! Marcador no definido.
Capítulo 1 CAÑA DE AZUCAR.....	¡Error! Marcador no definido.
1.1. ANTECEDENTES.	¡Error! Marcador no definido.
1.2. TAXONOMÍA DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3. LA PRODUCCIÓN DE CAÑA EN EL ECUADOR...	¡Error! Marcador no definido.
1.4. EL SECTOR CAÑICULTOR EN MORONA SANTIAGO.....	¡Error! Marcador no definido.
1.5. MORFOLOGÍA DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	¡Error! Marcador no definido.
1.5.1. RAÍZ.....	¡Error! Marcador no definido.
1.5.2. TALLO.	¡Error! Marcador no definido.
1.5.3. HOJAS.....	¡Error! Marcador no definido.
1.5.4. INFLORESCENCIA O GÜIN.	¡Error! Marcador no definido.
1.5.5. EL PLANTÓN DE CAÑA DE AZÚCAR.	¡Error! Marcador no definido.

- 1.6. CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE CEPA DE CAÑA DE AZÚCAR.
¡Error! Marcador no definido.
- 1.6.1. CAÑAS NUEVAS..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.6.2. RETOÑOS. **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.6.3. CAÑA QUEDADA. **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.7. ASPECTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS. **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.8. MEJORAMIENTO GENÉTICO..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.8.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES EN ESTUDIO, CANTÓN HUAMBOYA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.....**¡Error! Marcador no definido.**
- 1.8.1.1. VARIEDAD C 132-81. **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.8.1.1.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS. **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.8.1.1.2. COMPORTAMIENTO AGROPRODUCTIVO.**¡Error! Marcador no definido.**
- 1.8.1.1.3. COMPORTAMIENTO FITOSANITARIO. **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.8.1.2. VARIEDAD C 1051-73. **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.8.1.2.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS. **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.8.1.2.3. COMPORTAMIENTO AGROPRODUCTIVO.**¡Error! Marcador no definido.**
- 1.8.1.2.4. COMPORTAMIENTO FITOSANITARIO. **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.8.1.3. VARIEDAD C 8751. **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.8.1.4. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS. **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.8.1.5. COMPORTAMIENTO AGROPRODUCTIVO. ... **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.8.1.5.2. COMPORTAMIENTO FITOSANITARIO. **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.8.1.6. VARIEDAD CRISTALINA (TESTIGO). **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.9. PRINCIPALES LABORES DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR.
¡Error! Marcador no definido.

- 1.9.1. PREPARACIÓN DE LAS TIERRAS PARA LA SIEMBRA.....**¡Error! Marcador no definido.**
- 1.9.2. LA PLANTACIÓN «SIEMBRA» **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.9.3. CONTROL DE MALEZAS. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.9.3.1. Control Manual..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.9.3.2. Control Mecánico. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.9.3.3. Control químico..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.10. FERTILIZACIÓN. **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.11. COSECHA..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.12. COMPOSICIÓN DEL JUGO DE CAÑA. **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.13. PLAGAS Y ENFERMEDADES. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.13.1. PLAGAS. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 1.13.2. ENFERMEDADES. **¡Error! Marcador no definido.**
- 2 LA PANELA. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.1. LA PANELA. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.2. GENERALIDADES. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.3. CARACTERÍSTICAS DE LA PANELA. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.4. USOS. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.7. PRODUCCIÓN **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.8. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.8.1. CORTE. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.8.2. TRANSPORTE..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.8.3. MOLIENDA. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.8.4. PRE-LIMPIEZA. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.8.5. CLARIFICACIÓN. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.8.5.1. Empleo de la Balsa. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.8.6. COCCIÓN. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.8.7. PUNTEO..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.8.8. BATIDO. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 2.8.9. EMPAQUE Y COMERCIALIZACIÓN. **¡Error! Marcador no definido.**
- V. VARIABLES E INDICADORES..... **¡Error! Marcador no definido.**

5.1.	Variables Independientes.....	¡Error! Marcador no definido.
–	Variedades de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>).....	¡Error! Marcador no definido.
5.3.	Indicadores.....	¡Error! Marcador no definido.
VI.	RECURSOS Y METODOLOGÍA.	¡Error! Marcador no definido.
6.1.	RECURSOS.....	¡Error! Marcador no definido.
6.2.	RECURSOS FINANCIEROS.	¡Error! Marcador no definido.
6.3.	RECURSOS HUMANOS.	¡Error! Marcador no definido.
6.4.	RECURSOS MATERIALES.	¡Error! Marcador no definido.
6.4.1.	FÍSICOS.....	¡Error! Marcador no definido.
6.4.4.	EQUIPAMIENTO.	¡Error! Marcador no definido.
7.	METODOLOGÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
7.1.	LOS FACTORES DE ESTUDIO FUERON VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR Y SU PRODUCCIÓN AGRÍCOLA E INDUSTRIAL.	¡Error! Marcador no definido.
7.2.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.	¡Error! Marcador no definido.
7.2.1.	EVALUACIÓN DE CAMPO.....	¡Error! Marcador no definido.
7.2.2.	EVALUACIÓN AGROINDUSTRIAL.	¡Error! Marcador no definido.
7.2.2.4.	BRIX DEL JUGO TOTAL.....	¡Error! Marcador no definido.
7.1.1.	DELIMITACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL Y DURACIÓN.	¡Error! Marcador no definido.
7.1.2.	TÉCNICAS.	¡Error! Marcador no definido.
8.	DISEÑO EXPERIMENTAL.	¡Error! Marcador no definido.
7.2.	TRATAMIENTOS.	¡Error! Marcador no definido.
9.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	¡Error! Marcador no definido.
10.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	¡Error! Marcador no definido.
11.	COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
12.	CONCLUSIONES.	¡Error! Marcador no definido.
13.	RECOMENDACIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
14.	BIBLIOGRAFÍA.	¡Error! Marcador no definido.
15.	ANEXOS.	¡Error! Marcador no definido.
15.1.	GLOSARIO	¡Error! Marcador no definido.

- 15.2. FODA EN LA PRODUCCIÓN DE CAÑA Y PANELA EN HUAMBOYA, MORONA SANTIAGO - ECUADOR.; **Error! Marcador no definido.**
- 15.3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....; **Error! Marcador no definido.**
- 15.4. FOTOS.; **Error! Marcador no definido.**

INDICE DE CUADROS.

Cuadro No. 1. Diseño Experimental.....	6
Cuadro No. 2. Costos de Producción.....	79

INDICE DE GRÁFICOS.

Grafico No. 1. Principales provincias productoras de caña en el Ecuador.....	7
Grafico No. 2. Esquema de un plantón de caña de azúcar.....	13
Grafico No. 3. Dinámica de la altura entre las variedades a los 14 meses de edad cepa Soca #1	57
Grafico No. 4. Dinámica de las variables agrícolas.....	64
Grafico No. 5. Dinámica de las variables agroindustriales.....	64
Grafico No. 6. Índice de madurez y pureza del jugo.....	71
Grafico No. 7. Rendimiento de conversión, TM de panela/ha, TM de POL/ha.....	71

INDICE DE TABLAS.

Tabla No. 1. Taxonomía de la caña de azúcar.....	5
Tabla No. 2. Producción de caña de azúcar.....	8
Tabla No. 3. Ciclo de cultivo, variedad C 132-81.....	17
TablaNo.4. Ciclo de cultivo, variedad C 1051-73.....	18
Tabla No. 5. Tabla del Ciclo de cultivo, variedad C 8751.	19
Tabla No. 6. Composición del jugo de caña.....	25
Tabla No. 7. Tabla de la Composición química promedio de la caña de azúcar.....	25
Tabla No. 8. Tabla de Plagas.....	26
Tabla No. 9. Tabla de las Enfermedades más importantes de la caña.....	26
Tabla No. 10. Localización de las parcelas en estudio.....	39
Tabla No. 11. Tratamientos en la Investigación.	53
Tabla No. 12. ADEVA para la Altura del tallo en (cm)	56
Tabla No. 13. Análisis de significación para la Altura del Tallo (cm) / variedades.....	56

Tabla No. 14. ADEVA para el Diámetro del canuto.....	58
Tabla No. 15. Análisis de significación de la Diámetro del canuto (cm)/var.....	58
Tabla No. 16. ADEVA para el largo del canuto (cm)	60
Tabla No. 17. Análisis de significación del Largo del canuto (cm) / variedades.....	60
Tabla No. 18. ADEVA para el Numero de canutos.....	61
Tabla No. 19. Análisis de significación de Numero de canutos/ variedades.	61
Tabla No. 20. ADEVA para el Numero de hojas activas	62
Tabla No. 21. Análisis de significación del Numero de hojas activas/variedades.....	62
Tabla No. 22. ADEVA para el número de Tallos / m. lineal.....	63
Tabla No. 23. Análisis de significación del Número de Tallos /metro lineal.....	63
Tabla No. 24. ADEVA para los Grados Brix Superior.....	65
Tabla No. 25. Análisis de significación del Brix Superior / variedades.	65
Tabla No. 26. ADEVA para ADEVA para los Grados Brix Inferior.....	66
Tabla No. 27. Análisis de significación de los Grados Brix Inferior.....	66
Tabla No. 28. ADEVA para el Índice de Madurez	67
Tabla No. 29. Análisis de significación del Índice de Madurez.....	67
Tabla No. 30. ADEVA para Brix del jugo.....	68
Tabla No. 31. Análisis de significación del Brix del jugo.....	68
Tabla No. 32. ADEVA para Pol en caña.....	69
Tabla No. 33. Análisis de significación del Pol en caña.....	69
Tabla No. 34. ADEVA para la Pureza del jugo.....	70
Tabla No. 35. Análisis de significación de la Pureza del jugo.....	70
Tabla No. 36. ADEVA para las TM de caña / ha.....	72
Tabla No. 37. Análisis de significación de TM de caña / ha.....	72
Tabla No. 38. ADEVA para Rendimiento de Conversión.....	73
Tabla No. 39. Análisis de significación del Rendimiento de Conversión.	73
Tabla No. 40. ADEVA Toneladas Métricas de panela / ha.....	74
Tabla No. 41. Análisis de significación de las Toneladas Métricas de panela/ha....	74
Tabla No. 42. ADEVA para Toneladas Métricas de POL / ha	75
Tabla No. 43. Análisis de significación de las Toneladas Métricas de POL / ha....	75
Tabla No. 44. ADEVA para el POL de la panela	76
Tabla No. 45. Análisis de significación de POL de la panela.....	76
Tabla No. 46. Resumen del Análisis de significación de las variables agrícolas.....	77
Tabla No. 47. Resumen Análisis de de las variables agroindustriales.....	77

Tabla No. 48. Resumen Análisis de significación de variables agroindustriales.....	78
Tabla No. 49. FODA de la producción de caña y panela en Huamboya, Ecuador...	90

ÍNDICE DE FOTOS.

Ilustración No. 1. La raíz.....	11
Ilustración No. 2. Los tallos.....	11
Ilustración No. 3. Las hojas.....	12
Ilustración No. 4. Inflorescencia.....	12
Ilustración No. 5. Variedad C 132-81.....	16
Ilustración No. 6. Variedad C 1051-73.....	17
Ilustración No. 7. Variedad C 8751.....	19
Ilustración No. 8. Variedad Cristalina.....	20
Ilustración No. 9. Determinación de la Altura del Tallo.....	40
Ilustración No. 10. Determinación del Diámetro del tallo.....	40
Ilustración No. 11. Determinación del largo del canuto	41
Ilustración No. 12. Determinación del Número de canutos.....	41
Ilustración No. 13. Determinación del Número de hojas activas.....	42
Ilustración No. 14. Determinación del Número de tallos por metro lineal.....	42
Ilustración No. 15. Estimación de las TM de caña / hectárea.....	43
Ilustración No. 16. Determinación del Brix Superior.....	44
Ilustración No. 17. Determinación del Brix Inferior.....	44
Ilustración No. 18. Determinación del Brix del Jugo Total.....	47
Ilustración No. 19. Polarímetro Sacarimétrico.....	47
Ilustración No. 20. Determinación de la pureza del jugo.....	48
Ilustración No. 21. Determinación d la Relación de POL.....	48
Ilustración No. 22. Determinación del POL de la Panela.....	49
Ilustración No. 23. Determinación de TM de Panela/ há.....	49
Ilustración No. 24. Determinación del Rendimiento de conversión.....	51
Ilustración No. 25. Evaluación de Campo	94
Ilustración No. 26. Análisis Químico de Laboratorio.....	95
Ilustración No. 27. Evaluación del Brix del Jugo por variedades.....	95
Ilustración No. 28. Granos de panela y miel Observados al Microscopio.....	96

Ilustración No. 29. Visita del Presidente de la (UNCE) Unión Nacional de Cañicultores del Ecuador..... .96

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

A. TEMA.

“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO AGROPRODUCTIVO E INDUSTRIAL DE 3 VARIEDADES CERTIFICADAS DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum 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”.

B. INTRODUCCIÓN.

La producción de caña de azúcar es sin duda uno de los resultados más importantes de toda la actividad agrícola que desarrolla el Gobierno Provincial de Morona Santiago en la actualidad, lo cual constituirá la materia prima fundamental que sustentará la agroindustria azucarera, de aquí su importancia estratégica para el futuro de los cañicultores de la provincia y especialmente del Cantón Huamboya. Actualmente se realiza un programa de extensiones en la siembra de nuevos genotipos de caña de azúcar, que impone una nueva visión en la agricultura cañera, buscando la sostenibilidad sobre la base de un amplio programa de diversificación, con valores agregados a la producción de caña, que faciliten el aprovechamiento óptimo de sus potencialidades agroindustriales, la reducción de sus costos por hectárea y el incremento de la productividad en toneladas métricas de caña por hectárea, para alcanzar la competitividad del cultivo, la producción de panela y sus derivados.

Esto define la misión actual de ésta investigación, del Gobierno Provincial de Morona Santiago, Gobierno Municipal de Huamboya y de los cañicultores en: Producir caña con calidad, de forma creciente, cubriendo eficientemente la demanda de caña de azúcar para la producción de panela y sus derivados, con rendimientos agrícolas de 80 toneladas de caña por hectárea o más, a costos competitivos, protegiendo el medio ambiente, aprovechando las nuevas transferencias de tecnologías y el conocimiento acumulado de los agricultores, mediante el empleo

eficiente del capital humano, elevando sus condiciones de vida y satisfaciendo las expectativas de todos los cañicultores.

C. JUSTIFICACIÓN.

Es intención de esta investigación evaluar el comportamiento de tres variedades de caña de azúcar (C 8751, C 132-81 y C 1051-73), originarias de Cuba, introducidas al Cantón Huamboya, Provincia de Morona Santiago y comparar el rendimiento industrial y agrícola, con la variedad Cristalina (Testigo), que es la más representativa dentro de los cañaverales en la provincia y en toda la región amazónica, conservando debidamente el mismo sistema de producción en las variedades de estudio, para caña de azúcar y panela, aspirando una eficiencia productiva en correspondencia con el desarrollo tecnológico y organizativo de la época actual, conforme a un esquema general del proceso Agroproductivo.

De este estudio se espera que técnicos y cañicultores, ulteriormente puedan elaborar esquemas tecnológicos adecuados para cada unidad productora, conforme a las condiciones específicas del genotipo ambiente. Con esto, se estará en disposición de alcanzar una gestión más eficiente, mayor organización, planificación, control y dirección del proceso de producción de caña y todos sus derivados.

II. OBJETIVOS.

3.1 OBJETIVO GENERAL.

Determinar el rendimiento Agroproductivo e Industrial de tres variedades certificadas de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) de origen cubano, en el Cantón Huamboya, Provincia de Morona Santiago, Ecuador.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar el rendimiento agrícola de caña en toneladas métricas por hectárea y por variedades.

- Determinar el rendimiento de panela en toneladas métricas por hectárea y por variedades.

- Determinar las variables agrícolas de cada variedad que inciden en el rendimiento en toneladas métricas por hectárea.

- Determinar las variables en la calidad del jugo / variedad que inciden en el rendimiento industrial y la producción de toneladas de panela / hectárea.

III. HIPÓTESIS.

H0.

Las variedades de caña de azúcar introducidas no muestran diferencias significativas en cuanto a la producción agronómica e industrial frente al testigo.

H1.

Las variedades de caña de azúcar introducidas muestran diferencias significativas en cuanto a la producción agronómica e industrial frente al testigo.

IV. MARCO TEÓRICO.

Capítulo 1 CAÑA DE AZÚCAR.

1.1. ANTECEDENTES.

Según DEL TORO (1983)¹, La caña de azúcar es una planta del grupo *Saccharum* que comprende las variedades interespecíficas que se agrupan en el género *Saccharum* y también las variedades intergenéricas con géneros próximos; es por tanta vastedad sistémica y cuantitativa que a este grupo se le denomina también “complejo *Saccharum*”.

Mismo autor menciona, “El área geográfica de origen, en donde encontramos las mayores cantidades de variedades que forman a las especies del género *Saccharum*, es gran parte de las islas de la Polinesia, Nueva Guinea y sur de Asia, y se extiende en dirección de Asia menor y norte de África”.

1.2. TAXONOMÍA DE LA CAÑA DE AZÚCAR.

Las variedades de caña nobles que aportan las mejores características azucareras, se encontraron en las islas de la polinesia y notablemente en Nueva Guinea, al cuidado de hombres de cultura paleolítica, no en verdadero estado silvestre.

Tabla # 1: Taxonomía de la caña de azúcar.	
Reino:	Vegetal
División:	Espermatofitas
Subdivisión:	Magnoliofitas
Clase:	Liliatas
Orden:	Poales
Familia:	Poáceas
Género:	<i>Saccharum</i>
Especies:	<i>S. officinarum</i> <i>S. robustum</i> <i>S. spontaneum</i>

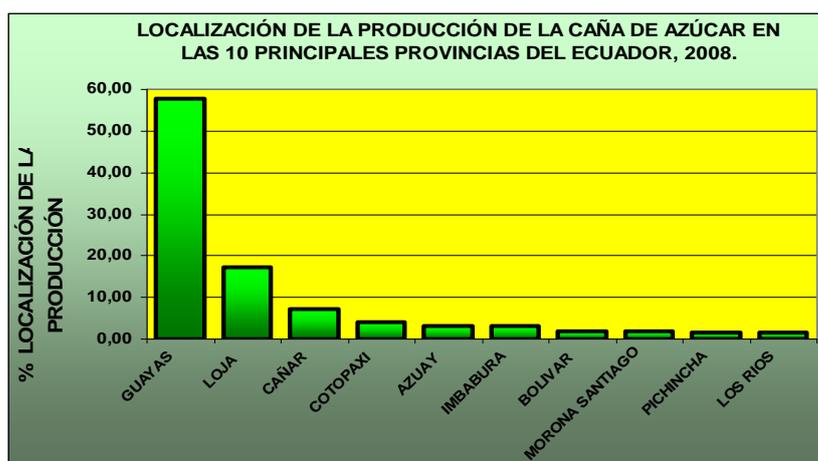
¹ DEL TORO, F. *et Al.* *Botánica de la Caña de Azúcar*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 1983. p, 3,4.

1.3. LA PRODUCCIÓN DE CAÑA EN EL ECUADOR.

CINCAE, (2008)². El área de producción de caña de azúcar en Ecuador es de aproximadamente 110,000 has., de las cuales la mayoría se utiliza para la fabricación de azúcar y el resto para la elaboración artesanal de panela y alcohol. En el 2006 la superficie cosechada para producción de azúcar fue 69,156 ha, de las cuales el 89% se concentra en la Cuenca Baja del Río Guayas, donde están ubicados los ingenios de mayor producción: ECUDOS, San Carlos y Valdez. El 11% restante corresponde a los ingenios IANCEM, en la provincia de Imbabura y Monterrey en la provincia de Loja. El crecimiento de la superficie cultivada de caña para la producción de azúcar ha sido muy notorio en los últimos años, pasando de 48.201 ha en 1990 a 69,156 ha en el 2006.

Según el MAGAP, e INEC (2009)³: La producción de caña en el 2008 se concentró en las siguientes provincias, Guayas 57,79 %, Loja 17,25% y Cañar con el 29 %, que en su conjunto alcanzan una participación del 82,32 %. Sin embargo las provincias con mayor rendimiento productivo fueron Loja con 144,29 TM / Ha y Guayas con 85,90 TM / Ha, seguidas por Cañar y Carchi con 84,79 y 74,22 TM / HA respectivamente, (Ver Gráfico #1.)

Gráfico #1. Distribución de las 10 principales provincias productoras de caña en el Ecuador.



Fuente: MAGAP e INEC. *La caña de azúcar en el Ecuador y su importancia* (2009).

² CINCAE, Centro de investigación de caña de azúcar de Ecuador. <http://www.cincae.org/prueba.htm>, visitada el 07 noviembre 2010.

³ MAGAP e INEC, Elaboración. Estadística y estudios, *La caña de azúcar en el Ecuador y su importancia*, Boletín N°-8- de perspectiva industrial., pág. 4, 2009.

1.4. EL SECTOR CAÑICULTOR EN MORONA SANTIAGO.

ASOCAP (2001)⁴, Explica: “Entre 1969 y 1985, el Estado Ecuatoriano a través de la Ley del control de los Estancos a la producción de todos los derivados de la caña de azúcar y entre ellos de manera especial el aguardiente y la panela, los cañicultores se vieron obligados a evadir los controles y por ende se realizaba la venta de estos productos por medio del contrabando. Este tipo de medidas a las que eran sometidos los cañicultores obligaron a cerrar sus fábricas productoras de aguardiente y panela, razón por lo cual los cultivos fueron descuidados y convertidos en pastizales, causando graves pérdidas económicas a los agricultores de todo el país.

MARTIN A, F. (2010)⁵, afirma que: “A partir de Septiembre del año 2008 en la provincia de Morona Santiago comenzaron los estudios y transferencia de tecnología a diferentes alturas (desde 400 a 1100 m.s.n.m), en la adaptabilidad de 10 variedades de caña de azúcar, 5 de origen cubano, C 8751, C 1051-73, C 132-81, C 8612 y B 7274, que representan el 30,8 % de la composición varietal del área sembrada en Cuba⁶ (172.105 ha). La variedad Ragnar, que según los datos reportados por el MAGAP⁷, es la que más se cultiva en la actualidad en el país, cubriendo el 80% del área cosechada (117.201 has). CENICAÑA es una variedad Colombiana en estudio y extensión en el ingenio “La Troncal y Valdés”; y las variedades locales: Blanca, Morada y Cristalina⁸, cultivadas por más de 70 años en la Provincia de Morona Santiago, las cuales fueron eliminadas de la producción cañera del mundo desde 1750 a 1927”.

⁴ASOCAP. Asociación de cañicultores de Pastaza, *Agroindustria panelera en la provincia de Pastaza*.1996.

⁵ MARTIN A. F. *Estudio de adaptabilidad al genotipo ambiente en las variables agroindustriales de siete variedades de caña de azúcar de origen cubano, en diferentes tipos de cepas, desde los 400 a 1100 msnm., en la provincia de Morona Santiago*. p, 25. Macas -Ecuador. 2010.

⁶ INICA. *Principios y conceptos básicos para el manejo de variedades y semilla de la caña de azúcar en la Agroindustria azucarera cubana.*, La Habana, mayo del 2008. Pág.17.

⁷ MAGAP. *Análisis del sector cañicultor en el Ecuador*. Quito, Julio, 2005.

⁸ VAN DILLEWIJN. *Botánica y Fisiología de la caña de azúcar*, Editorial Pueblo y Educación, p 7. Cuba. 1983.

Tabla #2. Producción de caña en Morona Santiago / Cantones.		
Cantón	UPA	Hectáreas
Morona	370	291
Gualaquiza	631	500
Limón Indanza	480	216
Palora	188	160
Santiago	54	38
Sucúa	141	106
Huamboya	164	145
San Juan Bosco	157	74
Taisha	-	-
Logroño	28	26
TOTAL	2213	1556
UPA: Unidad Productiva Agrícola.		

Fuente: INEC, III Censo Agropecuario Nacional (2001)⁹

Mismo Autor indica que los objetivos de estos trabajos de investigación y transferencia de tecnología partieron de la selección de semilla, preparación de tierra, estudio de la incidencia de las principales plagas y enfermedades y el estudio de las variables del rendimiento agroindustrial, todo esto con resultados preliminares en las cepas: caña planta y caña planta quedada, se continúa en la evaluación de estos indicadores en la cepa Retoño #1, con promedio de edad de corte entre los 12 a 23 meses.

En la zona Centro-Norte de la provincia Morona Santiago, en los Cantones Huamboya, Pablo Sexto y Morona se estima la existencia actual del cultivo de caña de azúcar en 500 has, mientras en la zona sur entre Gualaquiza, San Juan Bosco y Limón Indanza, se cuenta con alrededor de 800 ha, de las cuales más que 60% se encuentra solo en el Cantón Gualaquiza. La tabla #2, muestra el número de hectáreas y UPA's, en la provincia de Morona Santiago.

Mismo Autor señala que, en la actualidad (año 2011) en la provincia de Morona Santiago, la caña de azúcar se siembra tradicionalmente en pequeñas

⁹ INEC, III Censo Agropecuario Nacional, Pág. 47

extensiones de 0.2 - 1 hectárea cosechando un promedio de 30 TM / ha¹⁰”, asimismo que se encuentran plantadas más de 50 hectáreas de estas nuevas variedades con alto potencial agroindustrial, principalmente en los Cantones: Huamboya (1000 m.s.n.m.), Pablo Sexto (1100 m.s.n.m.), Morona (900 m.s.n.m.), Méndez (400 m.s.n.m.) y Gualaquiza (1090 m.s.n.m). La transferencia de nuevas tecnologías y variedades la caña de azúcar, se ha logrado sembrar con tecnología de preparación de tierra y labranza mínima mecanizada, el empleo de marcos de plantación (distancias de siembra de 1, 20 a 1, 40 metros de distancia de surco, para corte manual), y siembra con selección de semilla cumpliendo los parámetros de calidad internacionales, con estacas dobles de tres yemas y las variantes de siembras establecidas para surcos en los países cañeros, (de 5 a 7 TM de caña / hectárea) de acuerdo al sistema de siembra empleado.

Mediante esta nueva iniciativa, los agricultores promedian entre 1 y 3 hectáreas de siembra de las variedades introducidas. Los rendimientos agrícolas en TM de caña / hectárea, se ha obtenido en las cosechas efectuadas hasta la fecha (2010), con la transferencia de tecnología entre las 93 y 124 TM de caña / hectárea, de acuerdo al tipo de cepa y edad de corte, superiores a los rendimientos alcanzados anteriormente por los agricultores (30 TM de caña / ha) y muy similares a los alcanzados por países cañeros como: Cuba¹¹, 70 TM de caña / ha, Brasil 85 TM de caña / ha, Perú 130 TM de caña / ha, Ecuador 78 TM de caña / ha, Colombia 122 TM de caña / ha¹² y otras provincias productoras de caña en el Ecuador¹³, Loja con 144,29 TM de caña / ha, Guayas con 85,90 TM de caña / ha, Cañar y Carchi con 84,79 y 74,22 TM de caña / ha respectivamente.

La implementación de este cultivo en Morona Santiago es para la producción de panela, melaza o miel de caña y aguardiente (alcohol 21°), para su comercialización y autoconsumo, parte de esta producción como la panela y miel es empleada en la alimentación animal. En ninguno de los casos se han realizado análisis bromatológicos y parámetros de comercialización y alimentación humana”.

¹⁰ MAG. Dirección de Información Agropecuaria, Quito. 1999.

¹¹ Torres Paz José: *Fitotecnia de la caña de azúcar*. Facultad de Agronomía, Universidad de Matanzas, Pág. 247. Cuba. 2008.

¹² INEC. *III Censo Agropecuario Nacional*, Pág. 47

¹³ MAGAP e INEC, op. cit.

1.5.MORFOLOGÍA DE LA CAÑA DE AZÚCAR.

VAN DILLEWIJN (1978)¹⁴, indica que: La morfología es el conocimiento de la forma externa que adoptan los diferentes órganos que constituyen una planta de caña, lo cual nos permitirá diferenciar en el cultivo las plantas de un buen desarrollo y las afectadas por plagas y enfermedades o las que estén creciendo en malas condiciones por su manejo agrotécnico. Las características de las diferentes variedades que se cultiven, su identificación, la relación con los procesos tecnológicos o labores agrícolas y familiarizarnos con las diferentes etapas de desarrollo de la planta.

Del toro (1983)¹⁵. Afirma que “Morfológicamente la caña de azúcar se presenta en forma de macollas, plántones de tallos cilíndricos, de tres a cinco metros o más de longitud, con variada cloración (en dependencia de la variedad), desarrollados a partir de yemas situadas en los entrenudos correspondientes a la sección subterránea del tallo primario o rizoma. Su sistema radical está conformado por numerosas raíces que se distribuyen espacialmente con mayor profusión en un radio de aproximadamente 30 centímetros a partir del tallo primario y fundamentalmente en los primeros 30 centímetros de profundidad, aunque alcanzan escalonadamente hasta 60 y más centímetros de profundidad en el suelo.”

1.5.1. RAÍZ.

Las raíces de la caña de azúcar pueden originarse en los primordios radicales de la estaca plantada y también en los primordios del rizoma; las raíces que brotan de la estaca se denominan raíces transitorias, son delgadas y muy ramificadas; las raíces que brotan de los anillos radicales inferiores son gruesas, carnosas, blancas y menos ramificadas. (Ver Ilustración #1).

¹⁴ VAN Dillewijn. *Botánica de la caña de azúcar*. Op. cit. p 9.

¹⁵ Del TORO. F. ét Al. *Botánica de la Caña de Azúcar*. Op. cit. p 14.

1.5.2. TALLO.

El tallo es la unidad morfológica trascendente cuya parte sobre el suelo y libre de cogollo constituye la caña molible. Cada tallo está formado por hojas y canutos que poseen una yema, por tanto cada una de estas unidades tienen función de propagación agámica” (ver Ilustración #2).



1.5.3. HOJAS.

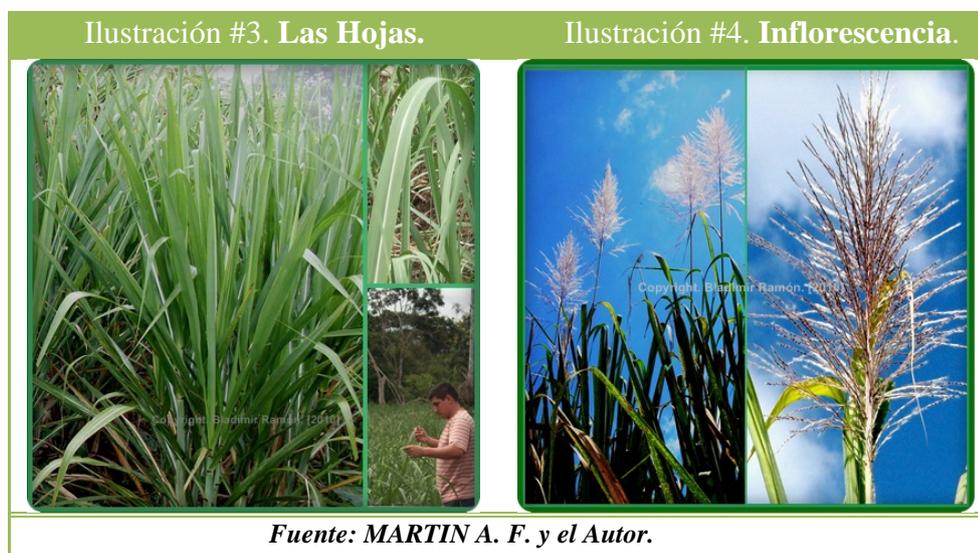
Las hojas de la planta se articulan en cada canuto de forma alterna, a todo lo largo del tallo, las hojas poseen dos partes, limbo o lamina y vaina. La articulación del limbo y la vaina se denomina *dewlap*. Ver ilustración #3, pág. 12)

1.5.4. INFLORESCENCIA O GÜIN.

La inflorescencia de la caña de azúcar es una panícula abierta y ramificada, las flores son pequeñas, cada flor rodea al *güin* que se desarrolla en la planta, (Ver Ilustración #4).

La caña florece de acuerdo a las características del medio ambiente y clima y m.s.n.m. Cuando florece presenta una inflorescencia de panícula

abierta, con un eje central o *güín*, con flores muy pequeñas rodeadas por un anillo veloso que le imprime un aspecto sedoso a la misma.



Fuente: MARTIN A. F. y el Autor.

1.5.5. EL PLANTÓN DE CAÑA DE AZÚCAR.

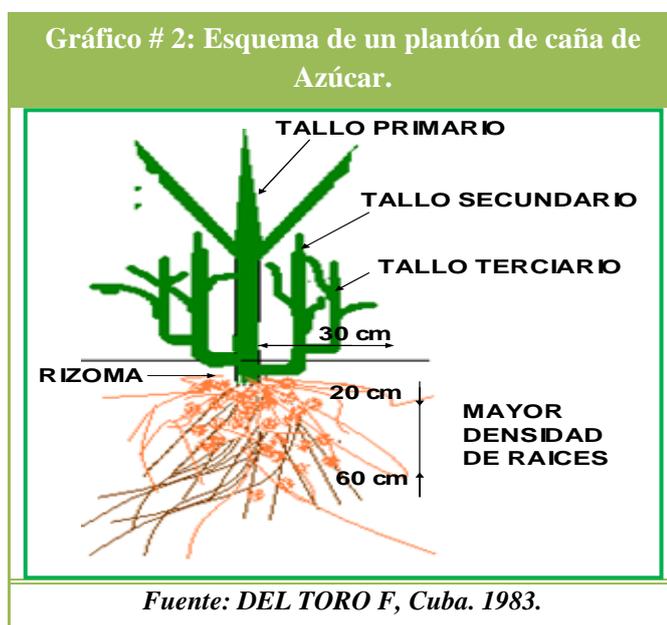
En la medida que aumenta el número de cortes, el proceso de retoñamiento genera declinación de los rendimientos, ya que el rebrote se realiza en la sección superior del rizoma (debajo del suelo), provocándose un ascenso de la base de la cepa, que limita el proceso de formación de vástagos para dar nuevos tallos en el plantón o convertirse los mismos en tallos aéreos formados en la superficie del suelo, que no se desarrollan. Esto conlleva a la demolición y reposición de la plantación.

La revisión de trabajos relacionados con el tema en estudio, la consideración de las proposiciones hechas en los mismos y la manipulación de un extenso volumen de material han contribuido a establecer una metodología, que empleada con cierto rigor permitió diferenciar una variedad de otra.

El esquema de presentación de la información y la guía empleada para su recolección por BRETT (1957)¹⁶, hace énfasis en el hábito de crecimiento y la

¹⁶ BRETT .P.G.C: *The identification of more important Sugar Cane Varieties grown in África*. Sug. Assoc. Bull. No 4.23 p. 1957.

aparición general de la variedad, omitiendo el origen y los progenitores de ellas. Así mismo, describe la variedad en base a los rasgos morfológicos del tallo y la hoja.



ARTSCHVAGER y BRANDES (1958)¹⁷, establecieron patrones morfológicos para caracterizar: entrenudos, nudos, epidermis, yemas, pubescencia, lígulas, aurículas y labio; los cuales fueron usados en la descripción y clasificación de las cañas nobles.

ORTEGA y GONZÁLEZ (1962)¹⁸, describen los clones en pruebas avanzadas de rendimiento, presentando su genealogía, la descripción botánica en base a los rasgos morfológicos más sobresalientes del tallo y de la hoja; además, de mostrar sus características agronómicas más importantes.

GONZÁLEZ-RÍOS (1966)¹⁹, caracterizó botánicamente las variedades de caña, señalando su comportamiento agronómico en Puerto Rico, valiéndose de los esquemas de descripción y patrones morfológicos sugeridos por Artschwager y Brandes, con algunas modificaciones.

¹⁷ ARTSCHVAGER, E. y E.W. BRANDES. *Sugar Cane Saccharum Officinarum L*, USDA, Washington, D.C., Agr. Handbook 122. 307 p. 1958.

¹⁸ ORTEGA, D. y V. GONZÁLEZ. *Clones de Caña de Azúcar en Pruebas Avanzadas*. III Jornadas Agronómicas. Mimeografiado. Cagua, Venezuela. 17p.1962.

¹⁹ GONZÁLEZ - RÍOS, P. *Estudio sobre las Variedades de Caña de Azúcar en Puerto Rico*, Universidad de Puerto Rico, Estación Experimental Agricultura. Vol. No 199.202 p. 1966.

MILANÉS et Ál (2002)²⁰, consideran que el estado óptimo de madurez para la cosecha depende de numerosos factores del metabolismo de la planta y de variables ecológicas. Con la iniciación de la floración de la caña se producen cambios fisiológicos, que con el tiempo dan origen a una reducción progresiva en el rendimiento de sacarosa. Esto quiere decir, que la cosecha de tallos se realiza cuando alcanzan el contenido óptimo de azúcar para que la industria asegure un manejo programado de la cosecha, que garantice en tiempo y forma su suministro a los molinos, por lo que la recepción en el trapiche con calidad adecuada para molienda, viene siendo un criterio convencional de aceptación entre los productores y el ingenio azucarero.

HEINZ (1987)²¹ manifiesta que: “El tallo en floración de la caña es, generalmente, una estructura menos efectiva para la síntesis y almacenamiento de sacarosa, debido a que la floración desencadena una serie de procesos y cambios fisiológicos en la planta que demandan un considerable gasto de la energía almacenada como sacarosa, lo que a su vez le resta capacidad como productora de azúcar”.

RODRÍGUEZ (1974)²² Señala que: con el objetivo de establecer prioridades de corte de la caña de azúcar, se manejan como niveles óptimos en tallos para la cosecha 14% de sacarosa, 13% en fibra, 72% de humedad y 0,7% de azúcares reductores. Sin embargo, de acuerdo con el sistema tradicional de cosecha quemada, cualquiera que sea la calidad de la caña, una vez alcanzado el óptimo de madurez se inicia su deterioro, el cual ocurre a partir del momento en que los tallos se cortan en verde o se queman, aumentando las pérdidas durante el transporte, almacenaje y molienda, continuando la inversión de la sacarosa durante la concentración de los jugos.

1.6. CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE CEPA DE CAÑA DE AZÚCAR.

Se tiene en cuenta el número de cortes y la edad de la caña al momento de la cosecha:

²⁰ MILANÉS, et Ál. *Curso de variedades y semillas de la caña de azúcar*. 23 al 27 de septiembre en Peñuela de Amatlán de los Reyes, Ver. p. 77 México. 2002.

²¹ HEINZ, D. J. *Flowering and flower synchronization*. Developments in Crop Science II. Ed. Elsevier. 311 p. New York, USA. 1987.

²² RODRÍGUEZ, C. R.: *El cultivo de la caña de azúcar*. Editorial IMPA-CNIA, p. 119-120. México. 1974.

1.6.1. CAÑAS NUEVAS.

Las que resultan producto de la plantación (siembra), las que no se han cortado nunca. Según la época del año en que fueron plantadas se denominan primavera o frío.

1.6.2. RETOÑOS.

Todas las cañas con más de un corte. Se denomina «socas» al primer retoño después del primer corte. A partir del mismo se denominan segundo retoño, tercer retoño, cuarto retoño y así sucesivamente.

1.6.3. CAÑA QUEDADA.

Las cañas que por no alcanzar la edad mínima de 12 meses, o por otros factores, no se llevan a corte dejándose su cosecha para la siguiente zafra.

1.7. ASPECTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS.

CENTA, (2009)²³ manifestó que: La caña de azúcar es una planta tropical y se desarrolla mejor en lugares calientes y soleados. Cuando prevalecen temperaturas altas, la caña de azúcar alcanza un gran crecimiento vegetativo y bajo estas condiciones la fotosíntesis se desplaza, hacia la producción de carbohidratos de alto peso molecular, como la celulosa y otras materias que constituyen el follaje y el soporte fibroso del tallo. Se tienen reportes que a bajas temperaturas todas las variedades de caña tienen una menor eficiencia y más baja proporción de desarrollo. La caña de azúcar se cultiva con éxito en la mayoría de suelos, estos deben contener materia orgánica y presentar buen drenaje tanto externo como interno, y que su pH oscile entre 5.5 a 7.8 para su óptimo desarrollo.

²³ CENTA, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. *La caña de azúcar*. San Salvador, El Salvador., p 1-3. 2010.

1.8. MEJORAMIENTO GENÉTICO.

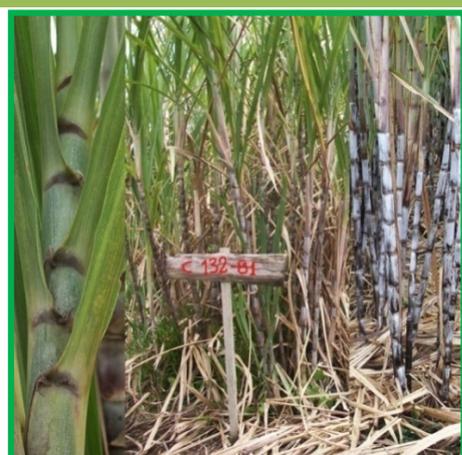
1.8.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES EN ESTUDIO, CANTÓN HUAMBOYA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.

1.8.1.1. VARIEDAD C 132-81.

1.8.1.1.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS.

INICA, Cuba (2010) publica que: El tallo es de color verde con visos morados, entrenudo de forma cilíndrica, de 3.6 cm de diámetro y 240 cm de altura, excelente calidad interna. Yema redonda.

Ilustración #5. Caña de azúcar,
Variedad (C 132-81).



Fuente: el Autor.

1.8.1.1.2. COMPORTAMIENTO AGROPRODUCTIVO.

Buena brotación, hábito de crecimiento erecto, cierre temprano del campo, buen despaje, floración escasa o nula, regular retoñamiento, con una población de 12 a 14 tallos por metro lineal, 12-13 % de contenido de fibra en sus tallos. Presenta alto rendimiento agrícola y aceptable contenido azucarero, así como 54.40 % de digestibilidad de la materia seca, por lo que es factible para la alimentación del ganado vacuno. Variedad tolerante a mal drenaje. Apta para la mecanización.

1.8.1.1.3. COMPORTAMIENTO FITOSANITARIO.

Genotipo resistente a VMCA (virus del mosaico de la caña de azúcar), carbón (*Sporisorium scitamineum* (Syd.) M. (Piepenbr., M. Stoll & Oberw.) y roya (*Puccinia melanocephala*).

Tabla #3. Ciclo de cultivo, variedad C 132-81.

Plantación	Cosecha	Edad (meses)
Enero - Abril	Febrero - Abril	13 – 15
Agosto - Septiembre	Febrero - Marzo	16 – 18
<i>Elaborado/ el Autor. Fuente: INICA. Cuba.</i>		

1.8.1.2. VARIEDAD C 1051-73.

1.8.1.2.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS.

Tallo de color morado con visos amarillo verdosos, entrenudo de forma ligeramente conoidal con 10.5 cm. de longitud, diámetro de 2.7 cm., altura de 290 cm., y buena calidad interna. Yema obovada.



1.8.1.2.3. COMPORTAMIENTO AGROPRODUCTIVO.

Excelente brotación, hábito de crecimiento erecto, buen despaje, floración escasa o nula, buen retoñamiento, población de 12 - 14 tallos por metro lineal. Presenta buen rendimiento agrícola y alto contenido azucarero. Apta para la mecanización.

Tabla #4. Ciclo de cultivo, variedad C 1051-73.

Plantación	Cosecha	Edad (meses)
Mayo - Junio	Diciembre - Enero	18 - 20
Julio - Septiembre	Febrero – Marzo	16 - 18
<i>Elaborado/ el Autor.</i>	<i>Fuente: INICA. Cuba.</i>	

1.8.1.2.4. COMPORTAMIENTO FITOSANITARIO.

Genotipo resistente a VMCA (virus del mosaico de la caña de azúcar) y carbón (*Sporisorium scitamineum* (Syd.) M. Piepenbr., M. Stoll & Oberw.) e intermedio a roya (*Puccinia melanocephala* H. and P. Sydow).

1.8.1.3. VARIEDAD C 8751.

1.8.1.4. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS.

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.

1.8.1.5. COMPORTAMIENTO AGROPRODUCTIVO.

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.

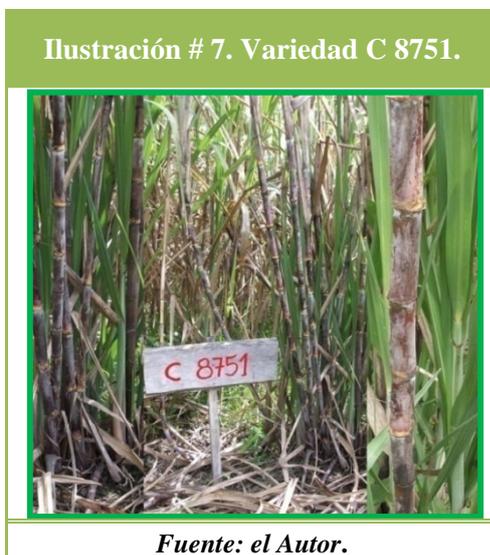


Tabla #5. Ciclo de cultivo, variedad C 8751.

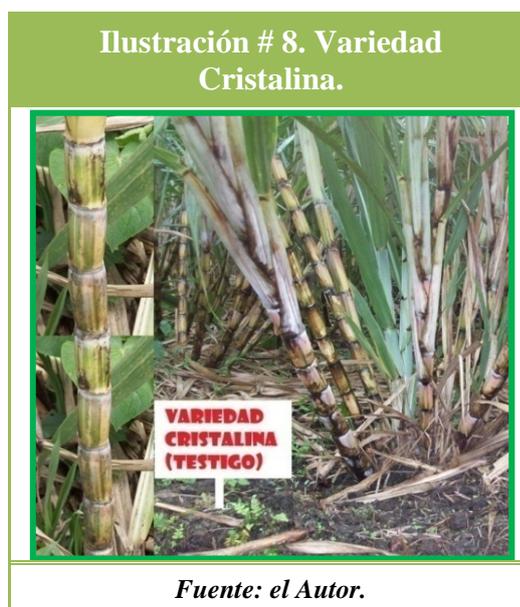
Plantación	Cosecha	Edad (meses)
Mayo - Junio	Diciembre - Enero	18 - 20
Julio - Septiembre	Febrero – Marzo	16- 18
<i>Elaborado/ el Autor.</i>		<i>Fuente: INICA. Cuba.</i>

1.8.1.5.2. COMPORTAMIENTO FITOSANITARIO.

Genotipo resistente a VMCA (virus del mosaico de la caña de azúcar), intermedio a carbón (*Sporisorium scitamineum* (Syd.) M. Piepenbr., M. Stoll & Oberw.), resistente a roya (*Puccinia melanocephala* H. and P. Sydow), susceptible a mancha de ojo (*Helminthosporium sacchari* van Breda de Haan) Butler).

1.8.1.6. VARIEDAD CRISTALINA (TESTIGO).

MARTIN A, F. (2010) sostiene que: la caña cristalina es originaria de Java, pertenece al grupo Cheribon, como la Black Cheribon o caña morada; se la conoce también como With Transparent, Light Preanger, Coledonian, Quee, Rose Bando, etc.



Mismo autor dice: Esta variedad fue introducida a Cuba a partir de 1796, y con mayor extensión entre los años 1820 y 1840, llamándose caña ceniza, la misma que fue sembrada en mayor área en la isla durante ese siglo. También se encuentra entre sus nobles mutaciones espontáneas o Sport Rayados, denominados “Caña de cinta”, “Caña listada” o “Caña de Batavia”. En 1915 se observó la enfermedad del mosaico de la caña, que provocó la terminación de la era de estas cañas nobles (cristalina), iniciando el “boom” de las cañas híbridas con dos especies, y actualmente de tres especies.

Esta variedad de caña, según datos q se han podido rescatar mediante entrevistas y conversaciones con algunas personas de mayor edad en la provincia de Morona Santiago, calculando que fueron introducidas hace 50 y 80 años.

Las características agrotécnicas de estas variedades y su comportamiento agroindustrial es uno de los objetivos de esta tesis, ya que las mismas se las ha realizado un proceso de selección con transferencia de tecnología las cuales han sido sembradas con los mismos marcos de plantación (narigón), (siembra doble trozo o

estaca) con tres yemas, separadas a 30 cm, y una distancia entre surcos (camellón) de 1,20 metros. Con sistema de preparación de suelo mecanizada, sembrada en canteros y semi-canteros.

Debemos señalar que estas variedades que actualmente son sembradas por los agricultores de la provincia fueron eliminadas de la industria cañera en Cuba y otros países, aproximadamente en 1915, por presentar poca resistencia al mosaico de la caña (ScMV).

1.9. PRINCIPALES LABORES DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR.

1.9.1. PREPARACIÓN DE LAS TIERRAS PARA LA SIEMBRA.

El objetivo principal de las labores pre-culturales es: la adecuación del suelo y el área productiva en su conjunto para su posterior plantación; esto comprende:

- a) Crear un lecho adecuado para la brotación, crecimiento y desarrollo de la caña atendiendo a las características de los suelos, del clima y los requerimientos específicos de las variedades a plantar;
- b) Eliminar las poblaciones de malezas establecidas;
- c) Acondicionar y organizar las áreas para las labores de plantación, atenciones culturales y cosecha;
- d) Eliminar obstáculos naturales y antropogénicos, facilitando la mecanización;
- e) Aplicar enmiendas químicas y orgánicas para mejorar la fertilidad;
- f) Ejecutar obras y labores que mejoren las condiciones del drenaje y,
- g) Trazar los surcos y guardarrayas, teniendo en cuenta la mecanización de las operaciones posteriores y los principios de conservación y uso adecuado del los suelos.

1.9.2. LA PLANTACIÓN «SIEMBRA»

En el cultivo de la caña de azúcar el término que debe usarse es plantación y no siembra, pues comercialmente la reproducción de la caña es asexual, a través de esquejes (reproducción agámica) y no a través de semilla sexual (reproducción gámica), caso este último en el que es correcto el término siembra. Sin embargo es de uso extendido entre los cañicultores el término *siembra* para designar la plantación.

La época de plantación depende del clima y de factores técnico económicos. Entre los factores climáticos que intervienen para definir la época de siembra se encuentran: la temperatura, la humedad relativa y las precipitaciones.

1.9.3. CONTROL DE MALEZAS.

1.9.3.1. Control Manual.

Se utiliza en explotaciones pequeñas de difícil mecanización por la topografía del terreno, también es usado en explotaciones medianas, y cuando la aplicación de productos químicos no ha sido eficaz.

1.9.3.2. Control Mecánico.

Basado en el efecto que sobre las malezas ejercen los implementos acoplados al tractor. Una buena preparación de tierras permite a la plantía emerger con muy pocas malezas, que con un método efectivo de control, puede llevar al cultivo al cierre, es decir cubrir la superficie con el follaje y controlar las malezas por sombrero. Pases sucesivos de cultivadores o labores de aporque, ayudan también a controlar las malezas. Este método de control de malezas se usa en explotaciones que cuentan con maquinaria adecuada y un clima y topografía favorable.

1.9.3.3. Control químico.

La gran mayoría de los productos químicos requieren que las malezas estén comenzando su germinación, o estén en etapas iniciales de crecimiento, y que haya suficiente humedad en el suelo, para actuar eficientemente. El producto o productos químicos a utilizar deberán ser seleccionados en función de los tipos de malezas predominantes.

1.10. FERTILIZACIÓN.

La aplicación de fertilizantes minerales durante los últimos 25 años en la agricultura cañera refleja un alto grado de correspondencia con la producción, lo que reafirma el rol estratégico que ha representado esta actividad en los niveles de producción a obtener.

La caña de azúcar, como toda especie vegetal, requiere de un conjunto de nutrientes para su crecimiento y desarrollo, cuyas necesidades varían cuantitativamente, ya que algunos elementos que se consumen en cantidades muy pequeñas son también indispensables para el desarrollo de las plantaciones.

Se consideran como elementos esenciales el Nitrógeno, el Fósforo y el Potasio.

- **Nitrógeno (N).** Fundamental para el crecimiento y desarrollo vegetativo, vinculado a la formación de la biomasa (tallos y hojas principalmente).
- **Fósforo (P).** Necesario para el desarrollo radical y todo el proceso bioenergético.
- **Potasio (K).** Fundamental como regulador hídrico y enzimático vinculado a la acumulación de sacarosa en los tallos.

PRIMAVESI A.M. (1982)²⁴, expresa. “La agroindustria de la caña de azúcar en su proceso genera una gama de residuos tanto líquidos como sólidos que pueden emplearse como fertilizantes orgánicos para el cultivo, constituyendo una alternativa ecológica de perspectivas para el mejoramiento de suelos. Dentro de los principales subproductos se encuentran: a) cachaza. b) Líquidos residuales de destilerías, plantas de levadura y de limpieza de los centrales, generalmente aplicables con técnicas de fertirrigación” [...].

1.11. COSECHA.

La cosecha es el momento culminante en el que el productor de caña recoge el fruto del trabajo realizado durante un año al menos, fuente de ingreso y vida, con el cuál cubrirá todos los gastos que ha tenido, financiará una nueva cosecha y obtendrá ganancias. La cosecha constituye alrededor de 40 por ciento de los gastos en que se incurre para producir caña molible, por lo que la organización y la coordinación entre las distintas partes implicadas en esta actividad deben ser objeto de suma atención desde el campo hasta el basculador.

Para tener una mejor cosecha se recomienda los siguientes principios:

- 1) Cosechar la caña en su máximo punto de madurez.
- 2) Moler la caña cortada, fresca verde o quemada, en el mínimo de tiempo.
- 3) Cortar la caña a ras del suelo, para reducir las pérdidas por tallos dejados en el campo.

²⁴ PRIMAVESI A.M. 1982. Manejo ecológico del suelo. Librería Nobel, S.A. Sao Paulo, Brasil. Quinta edición.

1.12. COMPOSICIÓN DEL JUGO DE CAÑA.

Veamos los componentes del jugo de la caña de azúcar.

Tabla #6. Composición del jugo de caña.

Componente	Agua	Fibra	Sólidos	Solubles
Porcentaje	73 - 76 %	11 - 16 %	24 - 27 %	10 - 16 %
<i>Elaboración: MARTIN A. F, y el Autor.</i>				

Tabla # 7. Composición química promedio de la caña de azúcar.

Componentes	Porcentaje	Sólidos Solubles (%)
Azucres	75-92 %	-
Sacarosa	-	78-88 %
Glucosa	-	2 - 4 %
Fructuosa	-	2 - 4 %
Sales	3,0 - 7,5%	-
Ácidos Inorgánicos	-	1,5 - 4,5 %
Ácidos Orgánicos	-	1,0 - 3,0 %
Ácidos Orgánicos Libres	0,5 - 2,5%	-
Ácidos Carboxílicos	-	0,1 - 0,5 %
Aminoácidos	-	0,5 - 2,0 %
Proteínas	-	0,5 - 0,6 %
Almidón	-	0,001-0,05 %
Gomas	-	0,30 - 0,60 %
Ceras, grasas fosfáticas	-	0,05 - 0,15 %
Azucres no identificados	-	3,0 - 5,0 %
<i>Elaborado: MARTIN A. F, y el Autor. 2010. Fuente: INICA. Cuba. 2008.</i>		

1.13. PLAGAS Y ENFERMEDADES.

1.13.1. PLAGAS.

Nombre común	Nombre científico	Control	
Barrenador de la caña.	<i>Diatraea saccharalis</i>	Control biológico principalmente con <i>Cotesia flavipes</i> .	Medios biológicos de primer orden para el control de plagas son: <i>Lixophaga diatraeae</i> Tow., <i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill., <i>Tetrastichus hawardi</i> Olliff, <i>Aprostocetus</i> sp.
Gorgojo picudo del cuello de la raíz.	<i>Metamasius aniceps</i>	Nuvacron 1 lt/ha; Malathion 1.5 kg/ha o Supracid 0.2 lt/ha.	
Salivazo.	<i>Deois</i> sp.	Se recomienda efectuar el despaje y limpieza de malezas hospederas, se recomienda efectuar control biológico.	

1.13.2. ENFERMEDADES.

Nombre común	Nombre científico	Control
Pudrición roja	<i>Colletotrichum falcatum</i>	Aplicar Daconil 2.2 kg/ha.
Cercosporosis	<i>Cercospora koepkei</i>	Dithane 2 Kg/ha.
Carbón	<i>Ustilago scitaminea</i>	Utilizar variedades resistentes.
Pudrición de la semilla	<i>Physalospora tucumanensis</i>	Desinfección de semillas y evitar encharcamientos.
Roya	<i>Puccinia melanocephala</i> (Sydow & P.Sydow)	Variedades resistentes, tratamiento termoquímico.
Raquitismo de los retoños (RSD)	<i>Leifsonia xyli</i> subsp. <i>xyli</i>	
Escaldadura foliar	<i>Xanthomonas albilineans</i> (Ashby) Dowson	
Mancha de ojo	<i>Drechslera sacchari</i> (Butl.) Subram. y Jain	
Pokkah boeng	<i>Fusarium moniliforme</i> Sheldon	
Raya parda	<i>Drechslera stenospila</i> Drechs. Subram. y Jain	

4 LA PANELA.

2.1.LA PANELA.

La panela es un ingrediente muy importante en la gastronomía de Mesoamérica, Perú, Colombia, Venezuela, Argentina y Ecuador. Se utiliza para la elaboración del melado o miel de panela (una especie de caramelo), que es base de muchos postres y dulces tradicionales.

2.2.GENERALIDADES.

Según FEDEPANELA (2010)²⁵. La panela, también es conocida como: raspadura, rapadura, atado dulce, chancaca (del quechua chankaka), empanizao, papelón, piloncillo o panocha, es un alimento típico de Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, México, Panamá, Perú, Venezuela, y varios lugares de Centro América, también de algunas provincias de Bolivia, y Argentina (Tucumán, Misiones), cuyo único ingrediente es el jugo de la caña de azúcar.

Su nombre se debe al acto de panificar el jugo de caña, deshidratándolo y solidificándolo en paneles rectangulares o moldes de diferentes formas. Para producir la panela, el jugo de caña de azúcar es cocido a altas temperaturas hasta formar una melaza bastante densa, luego se pasa a unos moldes, donde se deja secar hasta que se solidifica o cuaja. La panela también es producida en algunos países asiáticos, como la India y Pakistán, donde se le denomina gur o jaggery.

²⁵ FEDEPANELA., Federación Nacional de Productores de Panela. Bogota Colombia., Fuente: (http://www.fedepanela.org.co/index.php?option=com_content&view=article&id=71:proceso&catid=58:articulos&Itemid=68), visitada el 08 de Noviembre de 2010.

2.3.CARACTERÍSTICAS DE LA PANELA.

La panela se considera un alimento que, a diferencia del azúcar, que es básicamente sacarosa, presenta además significativos contenidos de glucosa, fructosa, proteínas, minerales como el calcio, el hierro y el fósforo y vitaminas como el ácido ascórbico.

La elaboración de la panela, por lo general, se realiza en pequeñas fábricas comúnmente denominadas trapiches, en procesos de agroindustria rural que involucran a múltiples trabajadores agrícolas y operarios de proceso, aunque en la actualidad en muchos países se produce industrialmente y a grandes volúmenes.

Posee carbohidratos, proteínas y vitaminas esenciales para el organismo. Dentro de los carbohidratos presentes en la panela se encuentra en mayor proporción la sacarosa y en menor cantidad los azúcares reductores o invertidos como la glucosa y la fructuosa, encontrándose también cantidades notables de sales minerales, entre las principales se tienen: Calcio, Potasio, Magnesio, Cobre, Hierro y Fósforo como también pequeñas proporciones de Flúor y Selenio.

2.4.USOS.

La panela figura entre los productos de la dieta alimentaria de la población de Morona Santiago, conserva los elementos del jugo de la caña en concentraciones mayores comparada con la azúcar morena y refinada, es soluble en cualquier líquido y la podemos definir como un alimento nutricionalmente excelente, ya que reúne elementos esenciales para el organismo en las proporciones o cantidades adecuadas, suministra la energía para el desarrollo de los procesos metabólicos y está libre de sustancias nocivas para el consumidor, en su valor nutricional tiene incidencias numerosos factores que van desde la variedad de caña de azúcar, tipo de suelo y las características edafoclimáticas, la edad de su cosecha, sistema de corte, apronte y las condiciones del proceso de producción.

A la panela se le atribuyen efectos muy benéficos en el tratamiento de resfriados, también es utilizada como una bebida hidratante que refresca, aporta calorías y sales minerales, para un mejor rendimiento corporal y una mayor resistencia física.

2.5.VALOR NUTRICIONAL.

Entre los grupos de nutrientes esenciales de la panela deben mencionarse el agua, los carbohidratos, minerales, las proteínas, las vitaminas y las grasas.

- **Carbohidratos:**, Aparece en mayor proporción la sacarosa y otros componentes menores denominados azúcares reductores o invertidos como la glucosa y la fructuosa; los cuales poseen un mayor valor biológico para el organismo que la sacarosa, componente principal del azúcar morena y refinado.
- **Minerales:** Los principales minerales que contiene la panela son: calcio (Ca), Potasio (K), Magnesio (Mg), Cobre (Cu), Hierro (Fe) y Fósforo (P), y trazas de Flúor (F) y Selenio (Se). Las sales minerales presentes en la panela son 5 veces mayores que las del azúcar morena y 50 veces más que las del azúcar refinada.
- **Vitaminas:** Vitamina A, Vitaminas del complejo B, Vitaminas D y C.

“No existen elementos de comparación entre la Panela y el azúcar refinada, principal sustituto de la panela empleada por la población en la actualidad, dado que la azúcar refinada, está constituida en su totalidad por sacarosa con carencia absoluta de minerales y vitaminas; en el presente, con la disminución en la cultura alimentaria del consumo de la panela y consumiendo exclusivamente el azúcar refinada...”²⁶.

²⁶ FEDEPANELA, Op *cit.* web site.

2.6.PRODUCCIÓN DE PANELA EN EL ECUADOR.

PINCA Y F. A. (2010)²⁷, Presidente de la Unión Nacional de Cañicultores del Ecuador (UNCE), expresa que en el Ecuador a nivel nacional existen 150.000 hectáreas de caña, más de 80.000 para producir azúcar y sus derivados, y el saldo lo trabajan trapiches artesanales para producción de panela y aguardiente y más de 6.000 productores de caña de azúcar, 12.000 familias que trabajan permanentemente y el 50% de estas familias labora en la industria panelera y la de etanol.

Los principales indicadores de la cadena productiva de esta agroindustria en el Ecuador son los siguientes: Se cuenta con 6 ingenios azucareros en funcionamiento: San Carlos, La Troncal, Valdez, Isabel María, IANCEM y Monterrey, cuyo representante es la Federación Nacional de Azucareros FENAZUCAR y próximamente se contara con dos más: uno en Playas, del grupo Hidalgo e Hidalgo; y otro en El Triunfo de la empresa SONINO los cuales no solo se concentrarán en la producción de azúcar sino también de etanol.

2.7. PRODUCCIÓN PANELA EN MORONA SANTIAGO.

MARTIN A, F. (2010)²⁸, expresa que: “En la fase de proceso y fabricación de la panela se observan altos costos de cosecha y del transporte de la caña y pérdidas en la extracción de jugo en el molino; estos pueden ser de madera, movidos por caballos o mulos, otros molinos de hierro fundido ó acero, de tres masas, con fuerza motriz a combustión, o motores eléctricos; todos, con bajo índice de extracción de los jugos (menos del 60 %), deficiencias en la limpieza y clarificación del jugo, ineficiencia energética de las hornillas para la evaporación del agua y la

²⁷ Diario el Universo. **Sección: Agropecuarios.**,

<http://www.eluniverso.com/2010/08/14/1/1416/nuevo-precio-cana-endulza>, 14 de agosto de 2010

²⁸ MARTIN ARMAS F, *Estudio de 10 genotipos de caña de azúcar en Morona Stgo, Ecuador*. Op. cit.

concentración de la panela, deficientes condiciones de calidad e higiene, no existe empaque y presentación del producto final.

Algunos factores que influyen en el deterioro de la panela se relacionan con la humedad, la composición y las condiciones del medio ambiente. A medida que aumenta la absorción de humedad, la panela se ablanda, cambia de color, aumenta los azúcares reductores y se disminuye el contenido de sacarosa.

A partir del punto de vista de sostenibilidad ambiental, a pesar de las múltiples ventajas de la caña, un impacto indeseable de la agroindustria panelera es el consumo de grandes cantidades de leña, como combustible en la elaboración de la panela para la evaporación del agua presente en los jugos de la caña para su concentración, debido a la ineficiencia energética de las hornillas adicionales, el bagazo es la fuente más razonable en esta actividad.

2.8.DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PANELA.

El proceso de fabricación de la panela está compuesto por una serie de pasos desde el cañaveral con el corte de la caña, transporte a la molienda para su posterior extracción de jugos en el trapiche, pre-limpieza, descachazado y evaporación, concentración, el punteo, posteriormente se realiza la concentración y enfriado, finalizando con el empaque y comercialización de la panela.

Para la elaboración de la panela a partir de la caña de azúcar se sigue el diagrama mostrado en el gráfico #3, pág. 34.

Gráfico # 3. Diagrama de la elaboración de la panela en Huamboya - Ecuador.



Diseño & Fotografías/ el Autor.

2.8.1. CORTE.

El proceso inicia con el corte y almacenamiento de la caña. Los productores de caña de la zona, tienen como actividad cultural el corte por entesaque (solo las cañas maduras). Además no tienen controles técnicos de medida para determinar en qué época se debe cosechar la caña, sino que lo hacen por observación, por la época o por la necesidad económica de procesar antes de tiempo.

2.8.2. TRANSPORTE.

Una vez cortada la caña se transporta al trapiche, generalmente por tracción (caballos o camión), dadas las condiciones topográficas de la zona que dificultan el ingreso de vehículos, especialmente en épocas de invierno. En algunas ocasiones, la caña debe almacenarse en el lugar de corte, mientras es transportada al trapiche. Cuando llega, se apronta en el área de recepción de la materia prima; en algunos casos es almacenada por tiempos prolongados.

2.8.3. MOLIENDA.

Se realiza la extracción de los jugos por compresión física de la caña al pasar a través de los rodillos del molino, obteniéndose, el bagazo verde (utilizado como materia combustible) cuya humedad fluctúa entre 50 y 60%, depende del grado de extracción del molino, la variedad y grosor de la caña, etc.

Este bagazo es llevado por el operario, hacia la bagacera, donde se almacena bajo cubierta, favoreciendo la eliminación de humedad.

2.8.4. PRE-LIMPIEZA.

SANDOVAL Gilberto, (1996)²⁹ manifiesta que “Luego de la extracción de los jugos, se realiza una pre-limpieza, donde las partículas grandes de impurezas son sedimentadas en el pre-limpiador y retiradas de forma manual, esta separación evita que las sustancias precursoras del color se liberen por efecto del calor y disminuya la cantidad de incrustaciones sólidas de las pailas, aumentando su vida útil y la tasa de transferencia de calor. El jugo proveniente del pre limpiador pasa al tanque de almacenamiento, donde se sedimentan los lodos que son extraídos por medio de un orificio hacia tanques de plástico. [...]

2.8.5. CLARIFICACIÓN.

Mismo autor menciona: “La clarificación de los jugos que se realiza con el fin de eliminar impurezas en suspensión, las sustancias coloidales y algunos compuestos de color, por medio de aglomeración (coagulación) inicialmente y, luego por floculación, mediante la adición de sustancias mucilaginosas como la balsa diluida en agua...”.

2.8.5.1. Empleo de la Balsa.

VASQUEZ E. (1987)³⁰. Afirma que “La Balsa (*Ochroma pyramidale*), Familia *Bombaceae*. Es un árbol de clima tropical, común en la Costa y en toda la región Amazónica ecuatoriana. El mucílago vegetal extraído de la corteza de este árbol utilizado en el proceso de clarificación de los jugos de la caña, permitiendo el aglutinamiento y la floculación de las impurezas contenidas en los mismos.

Los mucílagos se preparan macerando la planta y disolviéndola en la menor cantidad de agua posible, entre mayor sea la concentración, menor cantidad debe aplicarse, es decir menor cantidad de agua que se adiciona al proceso. El mucílago es

²⁹ SANDOVAL Gilberto, CORPOICA – CIMPA. II Encuentro Internacional sobre la Agroindustria Panelera. Puyo-Ecuador, 1996.

³⁰ VASQUEZ E. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Programa Nacional Forestal. *Usos probables de algunas maderas del Ecuador*. Quito, Ecuador. 1980.

un producto orgánico de origen vegetal, de peso molecular elevado, superior a 200.000 g/g.mol, cuya estructura molecular completa es desconocida. Están conformados por polisacáridos celulósicos que contienen el mismo número de azúcares que las gomas y pectinas.

En algunos trapiches, en la preparación externa del mucílago se sustituye el agua por jugo clarificado lo cual constituye una práctica aconsejable. Es importante anotar que el exceso de mucílago es perjudicial, pues en la fase de batido la panela presentará problemas con el grano al tener una consistencia blanda y babosa.

2.8.6. COCCIÓN.

El jugo clarificado pasa a la zona de cocción donde se encuentran las hornillas, la chimenea y el pre-calentador. Es aquí donde se realiza el proceso de evaporación y concentración del jugo que proviene de la molienda.

Las etapas de evaporación y concentración, así como la fase anterior a la clarificación, se llevan a cabo en la hornilla para aumentar el contenido de los sólidos solubles desde 16 a 21 °Brix hasta 90 o 94 °Brix en el que se alcanza el punto de miel o panela. Las mieles alcanzan una temperatura promedio de 120 °C.

El volumen de jugo clarificado (cochada) pasa a una paila en la que se divide en dos o tres partes, dependiendo de las costumbres del melero (operario a cargo del proceso), y cantidad de jugo clarificado, con el fin de facilitar su manejo, mejorar la eficiencia de la evaporación y aumentar la calidad final de la panela.

2.8.7. PUNTEO.

En el proceso de punteo, el punto final se puede identificar visualmente por la formación de grandes burbujas, o películas muy finas y transparentes o tomando una muestra de miel con una espátula e introduciéndola inmediatamente en un recipiente con agua fría y se evalúa su fragilidad o quebrado. El punteador toma la decisión de retirarla o no del fondo de acuerdo con estos resultados.

Para la determinación del punto final se requiere de equipos de alta precisión y rapidez (Refractómetro). El punto para mieles se obtiene entre 100°C y 102°C que corresponde a un porcentaje de sólidos solubles entre 66° y 70° Brix. Para la panela, el punto se logra entre 118°C y 125°C, que corresponden a una concentración de sólidos solubles de 88° a 94° Brix.

Cuando la concentración final (°Brix) sobrepasa el valor ideal, se agrega agua rápidamente a las mieles que están en la batea, con el fin de disminuir la concentración de sólidos solubles.

2.8.8. BATIDO.

Esto se realiza en recipientes de madera o acero inoxidable mediante la agitación vigorosa e intermitentemente con una pala de madera durante aproximadamente 15 minutos.

Después de un período de agitación inicial de unos tres a cuatro minutos, las mieles se dejan en reposo; gracias al aire incorporado, comienzan a crecer en la batea; se reinicia la agitación; este proceso se repite dos o tres veces. El tiempo de batido y volumen alcanzado por las mieles depende del grano o textura, el cual básicamente se relaciona con los °Brix y la pureza de las mieles.

2.8.9. EMPAQUE Y COMERCIALIZACIÓN.

Cuando la panela se ha secado y enfriado, se empaca, usualmente en bolsas plásticas, si está destinada para almacenes de cadena o en bolsas de papel reciclado, o si va dirigido al mercado local, el almacenamiento del producto final se hace en bodegas comunitarias por un lapso de dos o tres días.

V. VARIABLES E INDICADORES.

5.1. Variables Independientes.

- Variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

5.2. Variables Dependientes.

- Cultivos anteriores.
- Tipo de suelo.
- Condiciones Medioambientales.

5.3. Indicadores.

- a) Altura del tallo (cm).
- b) Diámetro del tallo.
- c) Largo del canuto (cm).
- d) Número de canutos.
- e) Número de Hojas activas.
- f) Número de tallos por metro lineal.
- g) Toneladas métricas de caña por hectárea.
- h) Brix Superior.
- i) Brix Inferior.
- j) Índice de Madurez.
- k) Brix del jugo total.
- l) Porcentaje de POL en caña.
- m) Pureza del jugo.
- n) Toneladas de POL por Hectárea (relación de Pol).
- o) Porcentaje de Pol de la panela.
- p) Toneladas métricas de panela por hectárea.
- q) Rendimiento de conversión por variedades.

VI. RECURSOS Y METODOLOGÍA.

1.1.RECURSOS.

1.2.RECURSOS FINANCIEROS.

En el cuadro N° 2 (Pág. 79), consta los costos totales de la investigación.

1.3.RECURSOS HUMANOS.

- **Responsable de la investigación.**
Alvaro Bladimir Ramón Patiño.
- **Director de la investigación.**
Ing. Hernán Avilés.
- **Co-Director de la investigación.**
Ing. Agr. Msc. Francisco Martin Armas. (Técnico cubano, Consultor del Gobierno Provincial de Morona Santiago).

1.4. RECURSOS MATERIALES.

1.4.1. FÍSICOS.

- Trapiche.
- Panelera.
- Laboratorio.

1.4.2. QUÍMICOS.

- Reactivos (Octapol).

1.4.3. BIOLÓGICOS.

- Caña de azúcar.
- Mucílago de Balsa.

1.4.4. EQUIPAMIENTO.

- Calculadora.
- Computador.
- Cámara fotográfica.
- GPS.
- Fichas de control.
- Balanza.
- Cinta métrica.
- Calibrador (Pie de rey).
- Técnicas de análisis químico de laboratorio para determinar el POL.
- Polarímetro sacarímetro (Para Determinación de Pol en Caña).
- Refractómetro digital para la determinación de Brix.

II. METODOLOGÍA.

2.1.LOS FACTORES DE ESTUDIO FUERON VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR Y SU PRODUCCIÓN AGRÍCOLA E INDUSTRIAL.

- Variedad C 132-81.
- Variedad C 8751.
- Variedad C 1051-73.
- Variedad Cristalina. (Testigo).

Tabla # 10. Localización de las parcelas en estudio.

VARIEDAD. C 1051 – 73.	VARIEDAD. C 132-81.	VARIEDAD C 8751.	VARIEDAD CRISTALINA (Testigo)
Henry Gualpa <i>Huamboya.</i>	Carlos Quezada <i>Huamboya.</i>	Henry Gualpa <i>Huamboya.</i>	Carlos Quezada <i>Huamboya.</i>
Raúl Chinkin. <i>Ma. Auxiliad.</i>	Henry Gualpa <i>Huamboya.</i>	Graciano Katan <i>Ma.Auxiliad.</i>	Henry Gualpa <i>Huamboya.</i>
Segundo Ortega <i>Huamboya.</i>	Pablo Ushap. <i>San Pablo.</i>	Henry Gualpa <i>Huamboya.</i>	Carlos Quezada <i>Huamboya.</i>

2.2.DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.

2.2.1. EVALUACIÓN DE CAMPO.

2.2.1.1.ALTURA DEL TALLO.

Denominado también altura del tallo aparente, consiste en medir desde el tallo desde el *Dewlap Visible + 1* (hoja + 1 de la caña de azúcar), hasta el primer canuto visible del suelo, en cuanto a la altura real del tallo se denomina a la medición desde la base del rizoma hasta el punto apical de crecimiento, como este punto se encuentra protegido por las hojas verdes, no es posible alcanzarlo, sin destruirlas, por lo que, para realizar diferentes muestreos de esta variable, se toma el crecimiento aparente. Ver ilustración #10.



La altura aparente del tallo de la caña de azúcar, la podemos representar gráficamente en su incremento en tamaño (cm.), o sea su incremento en la unidad del tiempo, en este caso su evaluación fue a los 14 meses en la cepa Soca 1 (retoño) en la cosecha.

2.2.1.2.DIÁMETRO DEL TALLO.

Para la determinación del diámetro del tallo se utilizó un calibrador o pie de rey, en todas las cañas cortadas en 1 m lineal / variedades y 3 réplicas.

En cuanto al diámetro de la caña de azúcar, a lo largo del tallo y su tendencia, varios autores³¹ plantan que puede ser considerado de importancia para los agricultores y profesionales, especialmente en lo que se refiere al peligro del encamado, dado que el espesor gradualmente creciente en la sección basal indica mayor resistencia a la inclinación en esta parte del tallo, en efecto mientras más se encuentre de la punta el diámetro máximo, más patente se hace el encamado, esto en la provincia lo podemos identificar en las variedades llamadas por los agricultores como: caña de fruta (Cristalina, Cristalina Cinta), las mismas presentan encamado en su desarrollo. (Ver ilustración #8, pág. 20).

2.2.1.3.LARGO DEL CANUTO (CM).

Cada entrenudo constituye una unidad separada cuyo largo y diámetro están determinados por factores internos y externos, no obstante a ello, las variedades tiene en el largo de los canutos una característica morfológica de importancia y variable. Utilizando una regla o metro (flexómetro), se midió el largo de los canutos en todas las cañas cortadas en 1 m lineal / variedades y 3 réplicas. Ilustración #11.



2.2.1.4.NÚMERO DE CANUTOS.

Comprende el conteo de todos los canutos del tallo en todas las cañas evaluadas y cortadas en 1 m lineal / variedades y 3 réplicas. Este indicador estará en

³¹ DEL TORO, Flavio. ét Al. Op. cit.

dependencia de la edad de la planta hasta la cosecha, dependiendo de las condiciones de desarrollo del cultivo. Ver ilustración #12, pág. 41.

2.2.1.5. NUMERO DE HOJAS ACTIVAS.

La evaluación se realizó a todas las hojas activas a partir de la **hoja + 1** de la caña de azúcar, cortadas en 1 metro lineal, determinado por el primer **Dewlap + 1** visible del tallo en todas las cañas evaluadas / variedades y 3 réplicas.



La variabilidad del número de hojas, es uno de los aspectos a evaluar en el momento de la cosecha de la caña de azúcar, ya que en la etapa de maduración óptima, la caña cuenta con un cogollo verde no molible formado entre 4 a 7 hojas verdes y diez hojas que se desarrollan a partir del punto apical, resultados similares a los alcanzados obtuvo MILANES³², en Cuba en estas variedades. Ver ilustración #18.

2.2.1.6. NÚMERO DE TALLOS POR METRO LINEAL.

Esta variable es de gran importancia para alcanzar rendimientos agrícolas altos y estables / ha. Una adecuada cobertura del suelo se logra con determinadas cantidades de tallos, por área y por metro lineal, lo que evita los espacios vacíos que favorecen el desarrollo de las malezas, la distancia de camellón es otro factor que

³² MILANÉS, R.N.; et Al: *Curso de variedades y semillas de la caña de azúcar*. 23 al 27 de Septiembre, en Peñuela de Amatlán de los Reyes, Veracruz., México 77 p. 2002.

influye en esta variable, la empleada en el sistema de siembra en el estudio fue de 1,20 m.

La composición de tallos / metro lineal en las socas 1 (retoños), la heterogeneidad poblacional de los tallos no se manifiesta en tal alto grado como en la cepa (caña planta), ya que los tallos originarios de las yemas del rizoma por ahijamiento constituyen una fracción mínima del total, el porcentaje mayor de tallos son originados por brotación, o sea, yemas que se encontraban en estado latente o en reposo en el rizoma subterráneo, brotando casi a la vez, disminuyendo la diferencia de edad, tamaño del tallo y maduración. Ver ilustración #19, pág. 42.

De cada una de las parcelas / variedades y 3 réplicas, se midió 30 metros lineales, y se contabilizó los tallos movibles (> 60 cm), se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Tallos / m lineal} = \frac{\text{Total de tallos en 30 m.}}{30\text{m}}$$

2.2.1.7. TONELADAS MÉTRICAS DE CAÑA POR HECTÁREA.

La cosecha constituye alrededor de 40 % de los gastos en que se incurre para producir caña molible, por lo que la organización y la coordinación entre las distintas partes implicadas en esta actividad deben ser objeto de suma atención desde el campo hasta la producción de panela, otro producto o derivado.



Para determinar las Toneladas Métricas de caña por hectárea se realiza una medición, corte y posterior pesaje de la caña producida en 48 m² y 3 réplicas, con la conversión y cálculo a una hectárea de cultivo.

La programación de corte consiste en ordenar la cosecha de la caña, atendiendo al período de mayor potencial azucarero de la misma, para lo cual se parte de la influencia que ejercen los factores variedad, cepa, edad y suelo, los que constituyen los fundamentos técnicos para el programa de corte.

La edad de corte estará en un intervalo de 12 a 22 meses de acuerdo con el tipo de cepa, salvo excepciones obligadas. En general es deseable que la edad media ponderada de corte de cualquier cepa esté entre 13 y 14 meses.

2.2.2. EVALUACIÓN AGROINDUSTRIAL.

2.2.2.1. BRIX SUPERIOR.

En el mundo cañero se ha utilizado varios procedimientos para caracterizar el grado de madurez de la caña de azúcar tales como: los °Brix, Pol y Pureza.

En la Determinación del Brix Superior se toma una muestra del jugo en el canuto + 7 (*canuto + 7 de la caña de azúcar a partir del Primer Dewlap + 1 visible del tallo*).

Los grados Brix se determinaron con el refractómetro digital Atago, Brix [grados] Brix. %, 0 – 93, RI: 1,3306 – 1,5284.

Ilustración #16. Determinación del Brix Superior.



Ilustración #17. Determinación del Brix Inferior.



Fotografía: el Autor.

2.2.2.2. BRIX INFERIOR.

Toma de muestra del jugo en el segundo canuto visible del suelo de un tallo de caña de azúcar. El Brix se determinó con el refractómetro digital Atago, Brix [grados] Brix. %, 0 – 93, RI: 1,3306 – 1,5284. Ver ilustración #17, pág. 44.

VISIVA, J y KASINATH, S. (1935)³³, desarrollaron el método de la determinación del Brix de los entrenudos extremos del tallo con el refractómetro de mano y establecieron una relación de cociente entre los mismos. Este método conocido con el nombre de relación (tope / base), es de gran utilidad en el campo, pues permite seguir el proceso y planificar incluso el corte.

2.2.2.3. ÍNDICE DE MADUREZ.

El estimador de la madurez por excelencia ha sido denominado Índice de Madurez refractométrico (IM). Este se obtiene por la división de la lectura de los °Brix del guarapo con una espátula o pincho en el centro del entrenudo superior (canuto + 7) y el segundo canuto visible del suelo del tallo; y multiplicado por 100. Lo podemos generalizar con la formula siguiente:

$$\text{Índice de Madurez (\%)} = \frac{\text{Brix Superior}}{\text{Brix Inferior}} \times 100$$

El índice de madurez de la caña es de vital importancia porque este es el indicador para realizar el corte de la caña tanto para semilla, como para la zafra, y es el resultado de: la división de la lectura del Brix Superior para el Brix Inferior x 100, se expresa en porcentaje.

El fundamento del Índice de Madurez está en el hecho de que el proceso de maduración y de enriquecimiento va produciéndose a través del tiempo en sentido acrópeto en la sucesión de canutos del tallo. Es por este hecho que en la caña madura se encuentran todos los canutos igualmente ricos; para alcanzar este estado, hubo de tener lugar estados intermedios durante los cuales los canutos basales fueron los

³³ VISIVA J., KASINATH S. 1935. *The top / bottom ratio method for determining the maturity of sugarcane*. ISSCT 5:172-189.

primeros en alcanzar este nivel de riqueza; entonces encontramos diferencia entre el Brix Superior y el Brix Inferior.

Para la medición del índice de madurez con el refractómetro en las cañas, antes de su corte se recomienda tomar una muestra representativa de diez cañas completas de las diferentes partes del lote que se va a moler.

Los resultados se expresarán como índice, de la siguiente manera.

- °Brix menor a 0.95 = Caña inmadura
- °Brix mayor a 1.00 = Caña sobre madura
- °Brix entre 0.95 y 1 = Caña madura.

Finalmente, si no se cortó la caña en estado óptimo (o sea, razonablemente madura) al demorar su corte pueden tener lugar procesos irreversibles de movilización de sacarosa almacenada, los que producen en los canutos basales.

La acumulación de azúcar y el Índice de Madurez, están relacionados con la interacción de procesos de síntesis y degradación de la sacarosa, reguladas por la fructosa 2,6 - difosfato (citado por STITT³⁴, 1997 y DEL TORO), el proceso de maduración ocurre cuando se detiene aparentemente el crecimiento del tallo, el aumento en la concentración de los Sólidos Totales en todos sus canutos, (> °Brix Superiores e Inferiores).

2.2.2.4.BRIX DEL JUGO TOTAL.

Los cambios cuantitativos que se distinguen en la caña de azúcar y su calidad en los jugos, son bien conocidos por la experiencia adquirida de los agricultores en su cultivo y procesos de producción en el Cantón Huamboya, fortaleza que nos da para capacitarles de estas nuevas técnicas en el manejo de las caña de azúcar de fácil conducción y análisis a partir de la introducción de estas nuevas variedades, constituyendo para estos, una vía en el conocimiento de la fisiología de este cultivo, que posibilita acercarnos a la comprensión entre el crecimiento y la productividad.

³⁴ STITT M. 1997. *The flux of carbon between the chloroplast and cytoplasm. In: Plant Metabolism.* Ed. by D.T. Dennis, D.H. Turpi, D.D. Lefebvre y D.B. Layzell. p. 631.

El Brix del Jugo total es el Brix refractométrico del jugo de todas las cañas molidas / variedades. Ver ilustración #15, pág.47.



2.2.2.5. PORCENTAJE DE POL EN EL JUGO DE CAÑA.

El POL es la valoración de sacarosa aparente del jugo de todas las cañas molidas / variedades, empleando métodos ópticos (Polarímetro Sacarimétrico). Ver ilustración #19.

DEVER (1988)³⁵ manifiesta que “En el procesamiento agroindustrial de la caña de azúcar se puede considerar el estado de maduración, desde el punto de vista económico o cuando adquiere la calidad para industrializarse, a partir del momento en que presenta un contenido mínimo de sacarosa y un Pol en jugo por encima de 13%).

MILANÉS, *et Al.* (1996)³⁶. Los menores porcentajes de POL en caña encontrados en condiciones de sobresaturación de agua, son atribuidos al efecto que induce este tipo de estrés en la calidad de los jugos de los tallos de la caña de azúcar, debido a que este indicador es regulado por los genotipos y el ambiente imperante, estando la humedad del suelo entre los más influyentes, debido a que el proceso de maduración de este cultivo no siempre va paralelo con la edad, por otro lado, de mantenerse el

³⁵ DEVER, R. 1988. *Maduración de la caña de azúcar en la región sudeste de Brasil*. Seminario de Tecnología Agronómica. Coper. Sucar., Sao Paulo. p. 33-40.

³⁶ MILANÉS, R N.; M. Mesa; M. M. C. Balance. *Efectos ambientales en la selección de la caña de azúcar en Cuba*. Memorias. En: Congreso Internacional sobre Azúcar y derivados de la Caña de Azúcar. Diversificación 96. La Habana, Cuba. 1996.

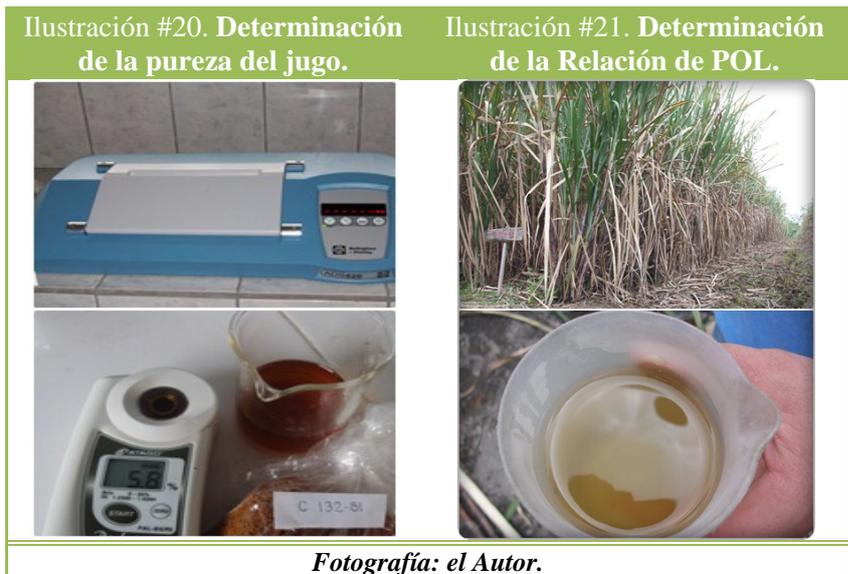
agua abundante en el suelo, la planta nunca madura completamente, debido a que el estímulo de la maduración se debe a un déficit de humedad acumulativo en el suelo. Además, la carencia de oxígeno en el suelo reduce la producción de TP en la célula y la glucólisis se convierte en la única ruta para la producción de ATP, la cual es menos eficiente, lo que requiere del consumo de cantidades de carbohidratos elevadas por la planta.

2.2.2.6.PUREZA DEL JUGO.

DEL TORO (1983), indica que “La pureza recibe también el nombre de Coeficiente de Pureza, y se obtiene dividiendo el porcentaje de Pol entre el porcentaje de Brix y multiplicando por cien.”, así:

$$\text{Pureza del Jugo} = \frac{\text{Pol del Jugo}}{\text{Brix del Jugo}} \times 100$$

Si sólo se observa la Pureza del Jugo para determinar la programación de corte de la cosecha de la caña, puede conducir a errores por la naturaleza del cálculo de la pureza, lo cual se puede inducir valores entre los rangos promedios que determinan la maduración óptima de la caña de azúcar y variedad (95 a 100 %) para su cosecha. Ver Ilustración #20.



2.2.2.7.TONELADAS DE POL POR HECTÁREA (RELACIÓN DE POL).

Las TM de sacarosa aparente en una hectárea, se puede definir como las potencialidades azucareras de una variedad determinada en un periodo determinado, también se puede identificar como TM de Pol / ha en las evaluaciones de las variedades en un tiempo dado de evaluación.

$$\text{TM de Pol / ha} = \frac{\text{TM de caña / ha} \times \text{Pol en Jugo}}{100}$$

A partir de los primeros análisis de Pol y Brix del jugo en las variedades introducidas y locales, podemos calcular con mayor exactitud el comportamiento de la Pureza del jugo / variedades, y la calidad azucarera de cada variedad y su relación con la altitud (m.s.n.m), estas variables definen el Indicador de Producción de Sacarosa para calcular la producción de azúcar expresado en TM Pol / ha, los análisis periódicos mensuales nos proporcionan el comportamiento e incremento de las TM de Pol / ha / mes, indicador agro-azucarero de importancia en el comportamiento varietal y su definición en la programación de corte y determinación del momento óptimo de cosecha / variedades. Ver ilustración #21, pág. 48.

2.2.2.8.PORCENTAJE DE POL DE LA PANELA.

Esta variable nos refleja el contenido de sacarosa presente en el cristal de azúcar, en este proceso la podemos comparar con la azúcar morena por su similar composición. El (%) de Sacarosa Aparente presente en la panela, se determina por métodos ópticos (Polarímetro Sacarimétrico). (Ver Ilustración #19, pág. 47)



2.2.2.9. TONELADAS MÉTRICAS DE PANELA POR HECTÁREA.

La producción de TM de panela / ha, es uno de los indicadores de mayor importancia en los análisis del comportamiento de las variedades. Debido a lo anteriormente planteado se justifica el desarrollo de un programa de mejora genética de este cultivo, para el cual los estudios fisiológicos del proceso de crecimiento y desarrollo son una etapa indispensable en dicho programa de mejora, y para esto empleamos la siguiente fórmula:

$$\text{TM de panela / HA} = \frac{\text{TM de caña} \times \text{Rendimiento de Conversión (RC)}}{100}$$

Reportes de FEDEPANELA en Colombia (2001)³⁷, en los departamentos de Cundinamarca, Antioquia Santander, Boyacá, Tolima, Cauca, Caldas y Nariño en este indicador de la producción de panela/ ha, afirman que a medida que los rendimientos por hectárea crecieron en forma importante, obtuvieron de 5.5 TM/ ha de panela en 1990, a 6.5 TM de panela / ha en el 2001, con un rendimiento de Conversión o de Eficiencia de 5,45 y 6,78.

Podemos señalar, que los resultados en las producciones de TM de panela / ha en el Cantón Huamboya, (ver Ilustración #22, pág. 49.), son superiores a los reportados por FEDEPANELA en Colombia (2001).

2.2.2.10. RENDIMIENTO DE CONVERSION.

Producción física de Panela obtenida en una unidad de medida a partir de una unidad de caña molida y procesa TM de caña molidas por TM de panela producidas; dividido para 100. Como lo explica la formula:

$$\text{Rendimiento de Conversión (RC)} = \frac{\text{TM de caña molida} \times \text{TM de Panela producida}}{100}$$

El rendimiento de Conversión calculado lo podemos definir como Rendimiento Industrial Físico, en comparación con la producción de un ingenio

³⁷ FEDEPANELA, *Producción de caña panelera en algunos Departamentos de Colombia. Superficie sembrada y rendimientos por hectárea*. Bogotá, Colombia. 2001.

azucarero, el cual expresa la relación existente entre la panela producido y la caña molida con su polarización real, por lo cual no lo expresamos como Rendimiento industrial base 96°, que es la relación existente entre el azúcar estandarizada a 96° de polarización y la caña molida.

La Producción de azúcar crudo base 96° de polarización, representa las toneladas de azúcar producido, a 96 grados de polarización. Se calcula mediante la división del POL recobrado entre 0,96.

Ilustración #24. Rendimiento de conversión.



Fotografías: el Autor.

7.1.1. DELIMITACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL Y DURACIÓN.

La duración de la investigación fue de 10 meses en la parte práctica, previos a la aprobación del proyecto, y de 5 meses posteriores en la tabulación de los resultados.

7.1.2. TÉCNICAS.

- **Observación y Medición:** Mediante esta técnica se verificó cada proceso realizado durante la evaluación de campo y la toma de datos medibles y de peso.
- **Análisis de Laboratorio:** A través de esto se obtuvo datos de °Brix, POL y Pureza del jugo de caña.
- **Estadística:** Empleada para la valoración de los resultados.

VII. DISEÑO EXPERIMENTAL.

La investigación se desarrolló en las fincas de 11 (once) agricultores del Cantón Huamboya, en el programa de extensiones aprobado por el Gobierno Provincial de Morona Santiago, para esto se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DCA), empleando para el análisis de Varianza, Prueba de Fisher, MDS y Prueba de Duncan, una vez comprobada la distribución normal de cada muestra (Prado³⁸ y Lerch³⁹ $p < 0,05$) y la homogeneidad de las variancias ($p < 0,05$), se determinó las diferencias significativas / variable y variedad.

Cuadro N° 1.- Diseño Experimental.

TRAT.	C 8751	C 1051- 73	C 132- 81	Cristalina	C 1051- 73	C 8751	Cristalina	C 132- 81	Cristalina	C 132- 81	C 1051- 73	C 8751
REP.	1	2	3	4	2	1	4	3	4	3	2	1

7.2. TRATAMIENTOS.

Tabla #11. Tratamientos en la investigación.

Tratamientos	Repeticiones
Variedad C 1051-73.	3
Variedad C 8751.	3
Variedad C 132-81.	3
Variedad Cristalina (Testigo).	3

³⁸PRADO. L, CARBALLO, M: *Bioestadística*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 1980.

³⁹LERCH, G: *La experimentación en las Ciencias Biológicas y Agrícolas*. Editorial Científico Técnica, La Habana, Cuba, 1977.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS.

El estudio se desarrolló en las áreas de extensión tecnológica del Gobierno Provincial de Morona Santiago, en el Cantón Huamboya a 1000 m.s.n.m, en suelos con las siguientes características: textura: francos, franco-arcillosos; poco profundos, capa arable de 15 a 25 cm. de profundidad; excelente capacidad de campo y un pH entre 4.5 y 5.5.

Fueron estudiados 4 genotipos; 3 variedades de origen cubano C 1051-73, C 8751 y C 132-81, y la variedad Cristalina como testigo, ésta cultivada por los agricultores de la provincia desde hace más de 50 años; (proscripta en los países cañeros del mundo desde el siglo pasado)⁴⁰. Manejadas bajo los mismos sistemas de siembra y labores culturales que se emplean en la actualidad en los países de desarrollo cañero, distancias de siembra entre estacas de: 0,30 m (doble estaca con tres yemas cada una), y una distancia entre surcos de 1,20 m, con el propósito de incrementar la variabilidad en la población evaluada, con vistas a su recomendación para la producción de panela cada variedad. Se evaluó en un área bruta en las parcelas de 72 m² (6 surcos de 1,20m de distancia x 10 m lineales) y un área neta de evaluación e investigación de 48 m² x 3 réplicas (evitando los efectos de bordes o efectos marginales en la toma de datos agrícolas), 4 surcos de 1,20 m x 10 m lineales.

Para el muestreo de las variables agrícolas y químico azucareros / variedades, se tomó 1 metro lineal de tallos x 3 réplicas / variedad y se utilizó la metodología del INICA⁴¹ (Instituto de Investigaciones de la caña de azúcar) Cuba; y Del Toro⁴² (Universidad Central de Las Villas, Cuba). De cada una de las 3 réplicas / variedades se tomaron muestras representativas de 12 a 17 tallos de cepas completas en 3 surcos continuos en 1 metro lineal (entre 36 y 51 tallos / replica), se cosechó los tallos en verde, previa contabilización de todos los tallos primarios, secundarios y terciarios, florecidos y sin flor, mayores a 0,60 m (tallos molibles), tomando los datos fenotípicos y genotípicos a cada uno de los tallos muestreados, de la muestra molida

⁴⁰ MARTIN A. F. *Entrevista Personal. Macas, Nov-09 de 2010.*

⁴¹ INICA, INICA. *Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar.* Cuba 2002

⁴² DEL TORO, Flavio. y otros. *Botánica de la Caña de Azúcar.* Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 1983.

se determinaron las variables de la calidad del jugo (Brix, POL y se calculó la pureza).

Una vez en el laboratorio de azucarería, las muestras por variedades, se separan las réplicas representativas, para los efectos de medición de las variables por tallos, se determinó las siguientes variables: Altura del tallo, Diámetro, Número y Largo del Canuto, Número de Hojas Activas y Análisis azucarero, Brix Superior e Inferior, Brix del Jugo, Pol, Cálculo del Índice de Madurez y Pureza. Para los análisis de producción de panela y cálculos del Rendimiento de Conversión / variedades, se cortó 1 Tonelada Métrica de caña / variedad x 3 réplicas, mediante la cual se valoró de la siguiente manera: El muestreo para la determinación de las TM de caña / ha, se cosechó 48 m² / 3 réplicas por variedad, pesando todas las cañas molibles, se determinó las variables agroindustriales a 30 tallos, subdivididas en 3 muestras representativas, se molió 3 TM de caña por variedad, para la producción de panela, pesando la producción física, calculando a partir de estos datos primarios: TM de caña / ha, TM de panela / ha, y el Rendimiento de conversión para cada una de las variedades en estudio en la cepa Soca 1 (retoño 1), la determinación del Pol de la panela se realizó mediante el empleo del polarímetro sacarimétrico.

Los avances obtenidos en las últimas décadas en todas las ramas de las ciencias y técnicas de análisis Bioestadístico, han logrado que cada día sea más necesaria la fundamentación sobre bases profundas y científicas de cada una de las investigaciones en las producciones agrícolas, como un instrumento de trabajo en el camino investigativo y de los resultados a implementar y desarrollar. La dinámica de las variaciones de todas las variables estudiadas respecto a la edad de la plantación hasta los 14 meses en la cosecha, se ilustran mediante gráficos y tablas.

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

A. VARIABLES AGRICOLAS.

a. ALTURA DEL TALLO.

Tabla # 12. ADEVA para la Altura del tallo en (cm).					
Variedad	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C 132-81	309,60	226,85	268,23	804,68	268,23
C 8751	313,40	262,40	287,00	862,80	287,60
C 1051-74	346,27	253,90	300,82	900,99	300,33
Cristalina	300,40	301,12	302,30	903,82	301,27
Total	1269,67	1044,27	1158,35	3472,29	
X	317,42	261,07	289,59		

La tabla # 9 indica que la mayor Altura del tallo (cm) corresponde a la variedad Cristalina con una media de 301,27 cm, en tanto que el menor corresponde a la variedad C 132-81, con una media de 268,23 cm.

Tabla # 13: Análisis de varianza para la Altura del Tallo (cm) / variedades.

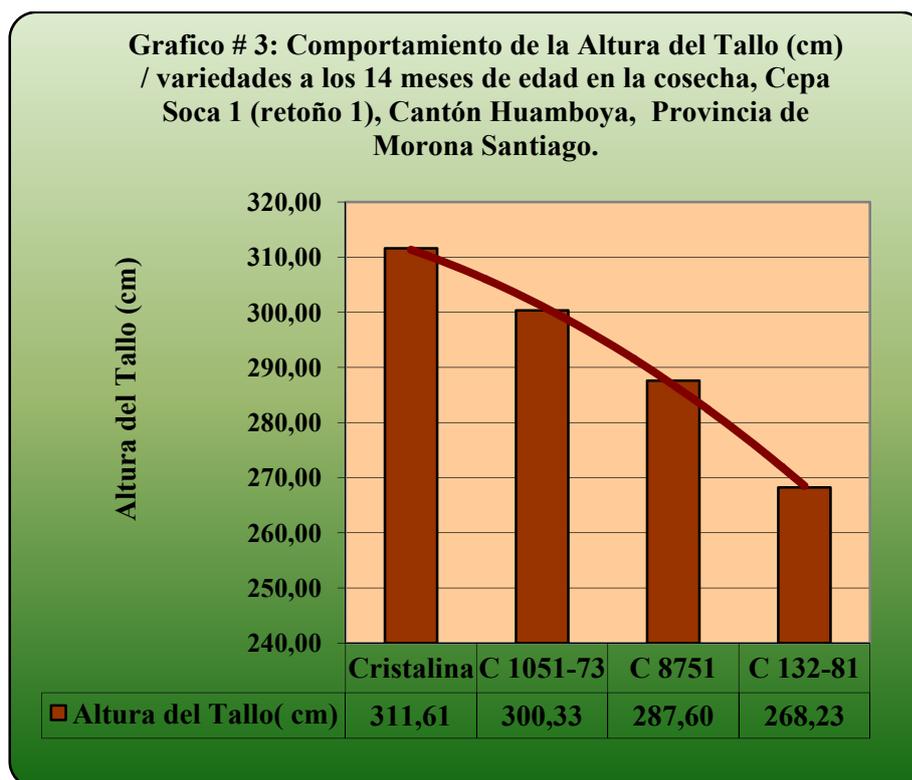
F. de V.	SC	GL	σ^2	FC	Ft	
					0,05%	0,01%
Variedades	2135,95	3	711,98	1,61 ^{ns}	4,76	9,78
Réplicas	6350,96	2	3175,48	7,21 ^{ns}	4,76	9,78
Error E.	2642,17	6	440,36			
Total	11129,08	11				
C.V.= 7,25%						

El Valor de “F” Calculado = 1,61 es menor a los valores de “F” Tabular al 0,5% = 4,76 y al 0,1% = 9,78. Lo cual indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto a la altura del tallo por lo tanto aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alternativa.

Al contrastar la altura de los tallos con las potencialidades de este parámetro en las distintas variedades de origen cubano, los valores no difieren respecto a resultados reportados por otros autores en Cuba⁴³, lo cual influye en la producción de masa fresca (TM de caña / ha) bajo las condiciones evaluadas.

Con relación a la altura promedio del tallo., según plantea Van Dillewijn (1978)⁴⁴, “en las zonas cañeras de Java, donde la caña se corta a una edad entre 14 a 18 meses, (los primeros retoños), pueden obtenerse valores considerables de alturas superiores a los 300 cm, lo cual se producen grandes variaciones en la longitud de los tallos”, estos resultados corroboran los obtenidos en las variedades estudiadas.

Grafico # 3. Dinámica de la altura entre las variedades a los 14 meses de edad cepa Soca #1 (retoño) (CV = 7,25 %, S_{xv} = 12,12).



⁴³ INICA. *Manual de Variedades de la Caña de Azúcar*. Op. cit.

⁴⁴ VAN. DILLEWIJN: *Botánica de la caña de azúcar*. Op. cit.

b. DIAMETRO DEL TALLO.

La variabilidad del diámetro del tallo se muestra en la siguiente tabla.

Tabla #14. ADEVA para el Diámetro del canuto.					
Variedad	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C 132-81	2,92	2,96	3,03	8,91	2,97
C 8751	2,16	2,47	2,33	6,96	2,32
C 1051-73	2,83	2,66	2,87	8,36	2,79
Cristalina	3,39	3,74	3,66	10,79	3,60
TOTAL	11,30	11,83	11,89	35,02	11,67
X	2,83	2,96	2,97		

La tabla # 12 indica que el mayor Diámetro del tallo (cm) corresponde a la variedad Cristalina con una media de 3,60 cm, en tanto que el menor corresponde a la variedad C 8752, con una media de 2,32 cm.

Tabla # 15: Análisis de significación de la Diámetro del canuto (cm) / variedades.

F. de V.	SC	GL	σ^2	FC	Ft	
					0,05%	0,01%
Variedades	2,51	3	0,84	53,60 **	4,76	9,78
Réplicas	0,05	2	0,03	1,68	4,76	9,78
Error E	0,09	6	0,02			
Total	2,66	11				
CV = 6,62 %						

El Valor de “F” Calculado = 53,60 es mayor a los valores de “F” Tabular al 0,5% = 4,76 y al 0,1% = 9,78. Lo cual indica que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos en cuanto al diámetro del canuto por lo tanto aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.

La tendencia, tanto en altura como el diámetro del tallo, de los canutos sucesivos, varía ampliamente en las distintas variedades y bajo condiciones genóticas iguales ó diferentes, estos valores se pueden observar en su variabilidad / variedades en este estudio.

Al comparar la altura de los tallos con las potencialidades de este parámetro en las distintas variedades, los valores son superiores respecto a otras edades evaluadas, lo cual influye en la producción de masa fresca (TM de caña / ha) bajo las condiciones evaluadas. Sin embargo, los diámetros obtenidos fueron prácticamente los determinados para estas variedades según los reportes obtenidos en observaciones realizadas por Verissimo (1999)⁴⁵ a esta edad y cepa.

⁴⁵VERISSIMO, L. A. 1999. *Cultivos azucareros*. Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería. Océano Centrum. España. p. 425- 435.

c. **LARGO DEL CANUTO.**

Tabla #16. ADEVA para el Largo del canuto en (cm).					
Variedad	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C 132-81	8,80	8,97	9,04	26,81	8,94
C 8751	11,41	12,54	11,98	35,93	11,98
C 1051-73	17,93	13,69	15,81	47,43	15,81
Cristalina	10,9	11,37	11,22	33,49	11,16
Total	49,04	46,57	48,05	143,66	47,89
X	12,26	11,64	12,01		

La tabla # 14 muestra que el mayor Largo del canuto corresponde a la variedad C 1051-73 con una media de 15,81 cm, en tanto que el menor corresponde a la variedad C 132-81 con una media de 8,94 cm.

Tabla # 17: Análisis de significación de la largo del canuto (cm) / variedades.

F. de V.	SC	GL	σ^2	FC	Ft	
					0,05%	0,01%
Variedades	73,79	3	24,60	16,39 **	4,76	9,78
Réplicas	0,77	2	0,39	0,25		
Error E.	9,00	6	1,50			
Total	83,57	11				
C.V = 10,23						

El Valor de “F” Calculado = 16,39 es mayor a los valores de “F” Tabular al 0,5% = 4,76 y al 0,1% = 9,78. Lo cual indica que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos en cuanto al largo del canuto, por lo tanto aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.

d. NÚMERO DE CANUTOS.

Tabla #18. ADEVA para el Número de canutos.					
Variedad	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C 132-81	31,00	28,00	31,00	90,00	30,00
C 8751	23,00	25,00	24,00	72,00	24,00
C 1051-73	18,00	21,00	18,00	57,00	19,00
Cristalina	27,00	26,00	28,00	81,00	27,00
Total	99,00	100,00	101,00	300,00	100,00
X	24,75	25,00	25,25		

La tabla #16 enseña que el mayor Número de canutos por tallo corresponde a la variedad C 132-81 con una media de 30, en tanto que el menor corresponde a la variedad C 1051-73, con una media de 19 canutos por tallo.

Tabla # 19: Análisis de significación de la Número de canutos / variedades.

Factor de V.	SC	GL	σ^2	FC	Ft	
					0,05%	0,01%
Variedades	198,00	3	66,00	25,54 **	4,76	9,78
Réplicas	0,50	2	0,25	0,09		
Error E.	15,50	6	2,58			
Total	214,00	11				
C.V= 6,4						

El Valor de “F” Calculado = 25,54 es mayor a los valores de “F” Tabular al 0,5% = 4,76 y al 0,1% = 9,78. Lo cual indica que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos en cuanto al número de canutos / variedad, por lo tanto aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.

e. NÚMERO DE HOJAS ACTIVAS.

Tabla #20. ADEVA para el Número de hojas activas.					
VARIEDAD	REPETICIONES			TOTAL	X
	I	II	III		
C 132-81	4,00	9,00	5,00	18,00	6,00
C 8751	5,00	5,00	8,00	18,00	6,00
C 1051-73	6,00	8,00	7,00	21,00	7,00
Cristalina	11,00	10,00	9,00	30,00	10,00
TOTAL	26,00	32,00	29,00	87,00	29,00
X	6,50	8,00	7,25		

La tabla # 18 dice que el mayor Número de hojas corresponde a la variedad Cristalina con una media de 10 hojas, en tanto que el menor corresponde a las variedades C 132-81 y C 8751; con una media de 6 hojas activas por tallo de caña.

Tabla #21. Análisis de significación de la Numero de hojas activas / variedades.

Factor. de V.	SC	GL	σ^2	FC	Ft	
					0,05%	0,01%
Variedades	32,25	3	10,75	3,30	4,76	9,78
Réplicas	4,50	2	2,25	0,69		
Error E.	19,50	6	3,25			
Total	157,70	11				
C.V = 24,87						

El Valor de “F” Calculado = 3,30 es menor a los valores de “F” Tabular al 0,5% = 4,76 y al 0,1% = 9,78. Lo cual indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto al número de hojas activas por tallo, por lo tanto aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alternativa.

Esta variabilidad del número de hojas es uno de los aspectos a evaluar en el momento de la cosecha de la caña de azúcar, ya que en la etapa de maduración óptima la caña cuenta con un cogollo verde no molible formado entre 4 a 7 hojas verdes y diez hojas que se desarrollan a partir del punto apical, resultados similares a los alcanzados obtuvo MILANES⁴⁶, en Cuba en estas variedades.

⁴⁶ MILANÉS, R.N.; et Al: *Curso de variedades y semillas de la caña de azúcar*. 23 al 27 de Septiembre, en Peñuela de Amatlán de los Reyes, Veracruz., México 77 p. 2002.

f. **NÚMERO DE TALLOS / METRO LINEAL.**

Tabla # 22. ADEVA para el número de Tallos / m. lineal .					
Variedad	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C 132-81	11,67	12,80	11,94	36,41	12,14
C 8751	13,43	11,86	12,00	37,29	12,43
C 1051-73	12,33	11,81	12,85	36,99	12,33
Cristalina	10,71	10,02	11,78	32,51	10,84
Total	48,14	46,49	48,57	143,20	47,73
X	12,04	11,62	12,14		

La tabla #20 se aprecia que la variedad C 8751 alcanzó las mayores densidades de población de tallos a esta edad (12,43 tallos / m lineal) en tanto que la variedad Cristalina fue la de menor tallos / m lineal con 10,84.

Tabla # 23: Análisis de significación del Número de Tallos / metro lineal / variedades.

F. de V.	SC	GL	σ^2	FC	Ft	
					0,05%	0,01%
Variedades	4,94	3	1,65	2,66	4,76	9,78
Réplicas	0,60	2	0,30	0,48		
Error E.	3,72	6	0,62			
Total	9,26	11				
C.V = 6,6						

El Valor de “F” Calculado = 2,66 es menor a los valores de “F” Tabular al 0,5% = 4,76 y al 0,1% = 9,78. Lo cual indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto al número de tallos / metro lineal, por lo tanto aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alternativa.

Gráfico #4. Dinámica de las variables agrícolas.

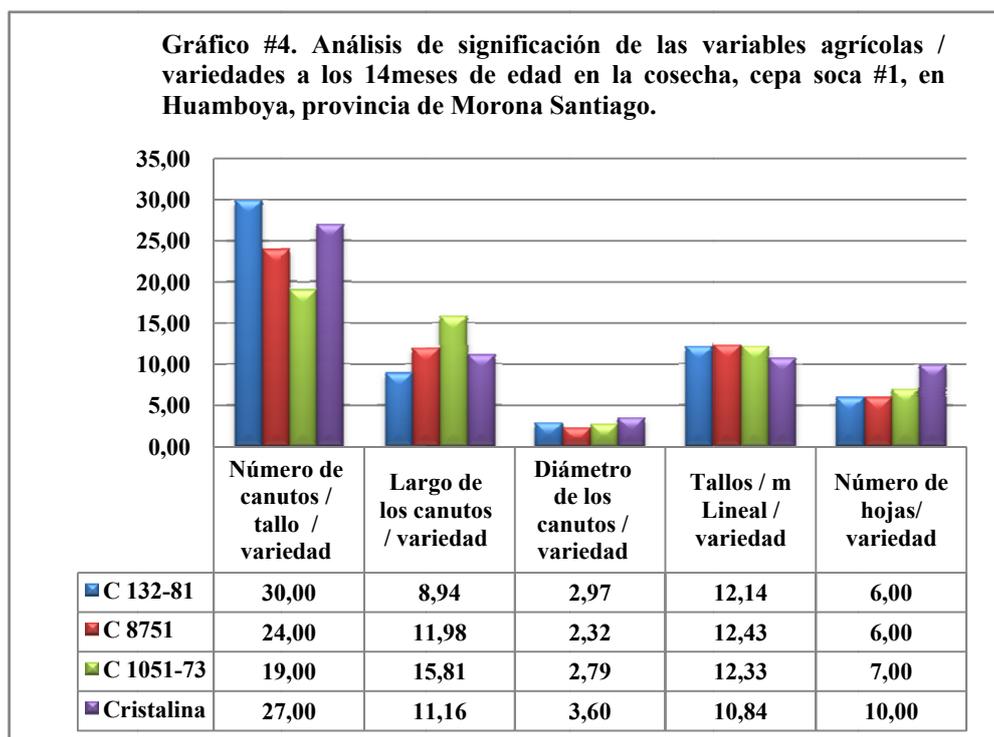
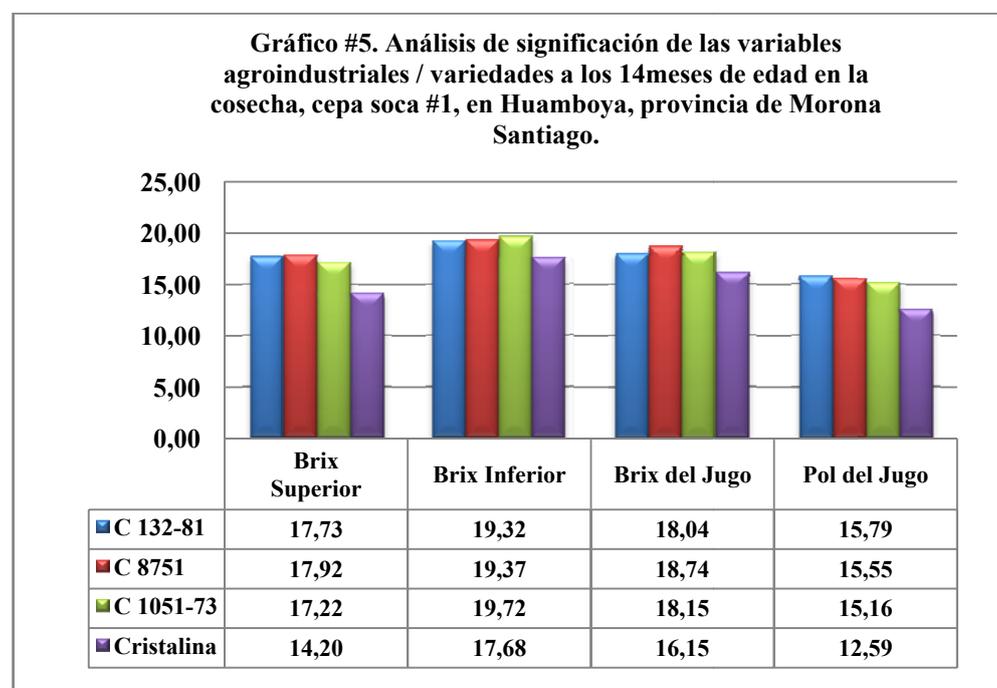


Gráfico #5. Dinámica de las variables agroindustriales.



B. VARIABLES AGROINDUSTRIALES.

g.ºBRIX SUPERIOR.

Tabla #24. ADEVA para los Grados Brix Superior.					
Variedad	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C 132-81	17,52	17,81	17,86	53,19	17,73
C 8751	17,86	17,75	18,15	53,76	17,92
C 1051-73	17,07	16,77	17,81	51,65	17,22
Cristalina	13,20	15,10	14,30	42,60	14,20
Total	65,65	67,43	68,12	201,20	67,07
X	16,41	16,86	17,03		

Los resultados de la evaluación de los ºBrix Superior se observan en la tabla #22, mostrando que los mayores valores corresponden a la variedad C 8751, con una media de 17,92 grados Brix, en tanto que el menor corresponde a la variedad Cristalina, con una media de 14,20 grados Brix.

Tabla #25. Análisis de significación del Brix Superior / variedades.

F. de V.	SC	GL	σ^2	FC	Ft	
					0,05%	0,01%
Variedades	27,15	3	9,05	31,31 **	4,76	9,78
Réplicas	0,81	2	0,41	1,4	4,76	9,78
Error E.	1,73	6	0,29			
Total	29,69	11				
C.V.= 3,21						

El Valor de “F” Calculado = 31,31 es mayor a los valores de “F” Tabular al 0,5% = 4,76 y al 0,1% = 9,78. Lo cual indica que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos en cuanto al ºBrix Superior, por lo tanto aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.

h. °BRIX INFERIOR.

Tabla # 26. ADEVA para Grados Brix Inferior.					
Variedad	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C 132-81	19,21	19,49	19,27	57,97	19,32
C 8751	18,98	19,49	19,64	58,11	19,37
C 1051-73	19,72	19,85	19,58	59,15	19,72
Cristalina	15,70	18,30	19,03	53,03	17,68
Total	73,61	77,13	77,52	228,26	76,09
X	18,40	19,28	19,38		

Los resultados de la evaluación de los °Brix Inferior se observan en la tabla #24, exhibiendo que los mayores valores corresponden a la variedad C 1051-73 con una media de 19,72 grados Brix, en tanto que el menor corresponde a la variedad Cristalina, con una media de 17,68 grados Brix.

Tabla # 27: Análisis de significación del Brix Inferior / variedades.

F. de V.	SC	GL	σ^2	FC	Ft	
					0,05%	0,01%
Variedades	7,51	3	2,50	3,64	4,76	9,78
Réplicas	2,32	2	1,16	1,68		
Error E.	4,13	6	0,69			
Total	13,96	11				
C.V = 4,37						

El Valor de “F” Calculado = 3,64 es menor a los valores de “F” Tabular al 0,5% = 4,76 y al 0,1% = 9,78. Lo cual indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto a los por lo tanto aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alternativa.

i. INDICE DE MADUREZ.

Tabla # 28. ADEVA para el Índice de Madurez.					
Variedad	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C 132-81	90,43	91,97	93,60	276,00	92,00
C 8751	91,99	93,30	93,71	279,00	93,00
C 1051-73	86,44	87,37	87,20	261,01	87,00
Cristalina	79,6	79,10	81,30	240,00	80,00
Total	348,46	351,74	355,81	1056,01	352,00
X	87,12	87,94	88,95		

La tabla # 26 indica que el mayor Índice de Madurez corresponde a la variedad C 8751, con una media de 93,00, en tanto que el menor corresponde a la variedad Cristalina, con una media de 80,00.

Tabla # 29: Análisis de significación del Índice de Madurez / variedades.

F. de V.	SC	GL	σ^2	FC	Ft	
					0,05%	0,01%
Variedades	7,51	3	2,50	211,16 **	4,76	9,78
Réplicas	2,32	2	1,16	6,75		
Error E.	4,13	6	0,69			
Total	13,96	11				
C.V = 0,8						

El Valor de “F” Calculado = 211,16 es mayor a los valores de “F” Tabular al 0,5% = 4,76 y al 0,1% = 9,78. Lo cual indica que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos en cuanto a la altura del tallo por lo tanto aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.

j. °BRIX DEL JUGO.

Tabla #30. ADEVA para Brix del jugo.					
Variedad	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C 132-81	17,8	18,33	18	54,13	18,04
C 8751	18,9	18,7	18,62	56,22	18,74
C 1051-73	18,02	18,25	18,18	54,45	18,15
Cristalina	16,40	16,62	15,43	48,45	16,15
Total	71,12	71,90	70,23	213,25	71,08
X	17,78	17,98	17,56		

La tabla # 28 revela que la mayor concentración de sólidos totales (°Brix del Jugo) corresponde a la variedad C 8751 con una media de 18,74 cm, en tanto que el menor corresponde a la variedad Cristalina, con una media de 16,15 °Brix.

Tabla #31: Análisis de significación del Brix del jugo / variedades.

F. de V.	SC	GL	σ^2	FC	Ft	
					0,05%	0,01%
Variedades	13,46	3	4,49	52,69**	4,76	9,78
Réplicas	0,03	2	0,02	0,19		
Error E.	0,51	6	0,09			
TOTAL	13,49	11				
C.V = 1,87						

El Valor de “F” Calculado = 52,69 es mayor a los valores de “F” Tabular al 0,5% = 4,76 y al 0,1% = 9,78. Lo cual indica que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos en cuanto al Brix del jugo, por lo tanto aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.

k. POL EN CAÑA (Jugo)

Tabla # 32. ADEVA para Pol en caña.					
Variedad	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C 132-81	15,55	15,84	15,97	47,36	15,79
C 8751	15,50	15,47	15,68	46,65	15,55
C 1051-73	14,73	15,32	15,43	45,48	15,16
Cristalina	12,73	12,91	12,14	37,78	12,59
Total	58,51	59,54	59,22	177,27	59,09
X	14,63	14,89	14,81		

La tabla # 30 señala que el mayor porcentaje de POL en caña corresponde a la variedad C 132-81 con una media de 15,79%, en tanto que el menor corresponde a la variedad Cristalina, con una media de 12,59%.

Tabla # 33: Análisis de significación del POL en caña (jugo) / variedades.

F. de V.	SC	GL	σ^2	FC	Ft	
					0,05%	0,01%
Variedades	19,60	3	6,53	66,74 **	4,76	9,78
Réplicas	0,14	2	0,07	0,70		
Error E.	0,59	6	0,10			
Total	20,32	11				
C.V = 2,14						

El Valor de “F” Calculado = 66,74 es mayor a los valores de “F” Tabular al 0,5% = 4,76 y al 0,1% = 9,78. Lo cual indica que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos en cuanto al porcentaje de POL en jugo, por lo tanto aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.

I. PUREZA DEL JUGO.

Tabla # 34. ADEVA para Pureza del jugo.					
Variedad	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C 132-81	88,76	86,05	89,20	264,01	88,00
C 8751	83,30	83,10	82,59	248,99	83,00
C 1051-73	83,40	84,05	84,55	252,00	84,00
Cristalina	77,61	78,01	78,38	234,00	78,00
TOTAL	333,07	331,21	334,72	999,00	333,00
X	83,27	82,80	83,68		

La tabla #32 enseña que los valores con mayor Pureza de los jugos corresponden a la variedad C 132-81 con una media de 88 %, en tanto que el menor corresponde a la variedad Cristalina, con una media de 78 %.

Tabla # 35: Análisis de significación de la pureza del jugo / variedades.

F. de V.	SC	GL	σ^2	FC	Ft	
					0,05%	0,01%
Variedades	152,35	3	50,78	55,32**	4,76	9,78
Réplicas	1,54	2	0,77	0,83		
Error E.	5,51	6	0,92			
Total	65,03	11				
C.V = 1,15						

El Valor de “F” Calculado = 55,32 es mayor a los valores de “F” Tabular al 0,5% = 4,76 y al 0,1% = 9,78. Lo cual indica que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos en cuanto a la pureza del jugo, por lo tanto aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.

Gráfico #6: Índice de madurez y pureza del jugo.

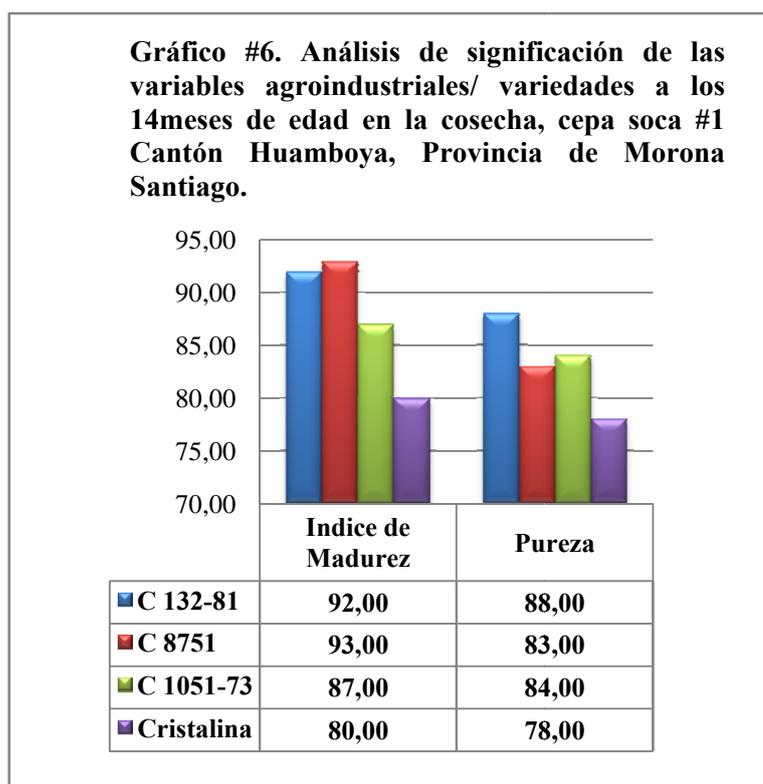
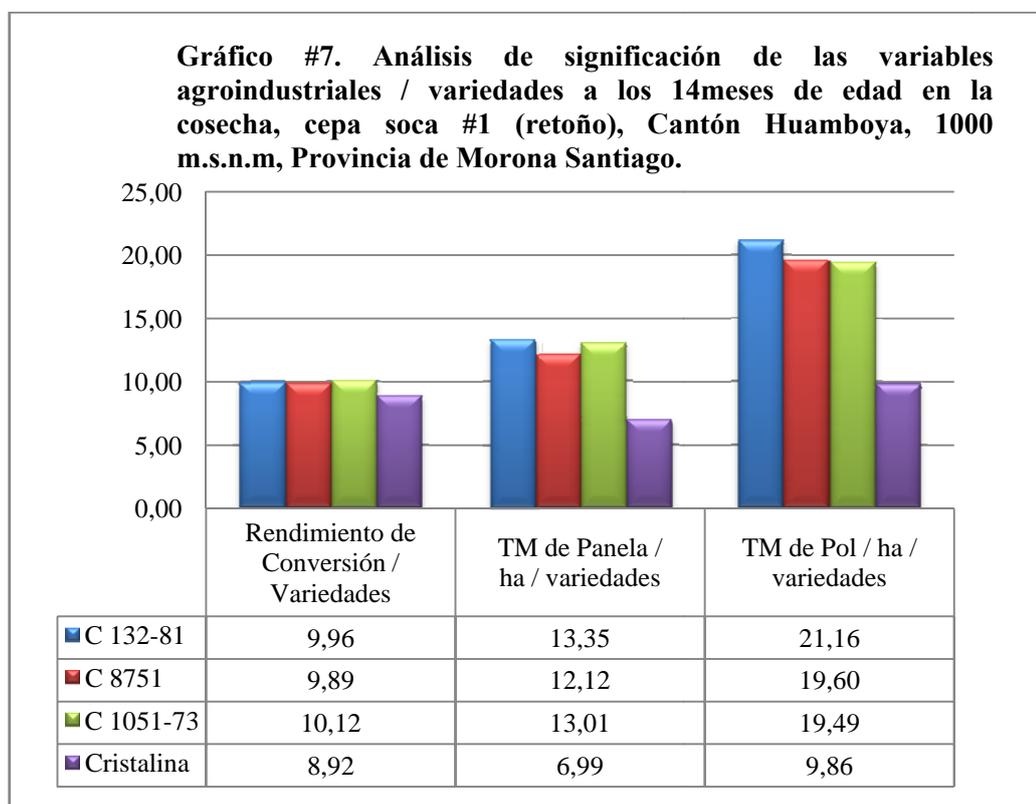


Gráfico #7: Rendimiento de conversión, TM de panela/ha, TM de POL/ha.



El grafico # 7, pág. 71 Representa las variaciones en las variables del rendimiento industrial, su manejo y utilidad están basados en las potencialidades genéticas de las variedades y su potencial Agroproductivo, conducido por una agrotécnia eficiente y la resistencia a las principales plagas y enfermedades. Para el rendimiento agrícola (TM caña/ha) y agroindustrial (TM Pol/ha), los tratamientos alcanzaron resultados semejantes con relación al porcentaje de POL en caña en cuanto al orden de mérito de los mismos, basado en la dependencia que tiene el rendimiento en TM de caña/ ha en esta variable.

m. TM DE CAÑA POR HECTAREA.

Tabla #36. ADEVA para TM de caña / ha.					
Variedad	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C 132-81	139,41	131	131,63	402,04	134,01
C 8751	98,57	147	122,16	367,73	122,58
C 1051-73	112,86	136	136,92	385,78	128,59
Cristalina	68,4	81,4	85,25	235,05	78,35
TOTAL	419,24	495,40	475,96	1390,60	463,53
X	104,81	123,85	118,99		

La tabla # 34 enseña que el mayor valor en Toneladas Métricas de caña por hectárea corresponde a la variedad C 132-81 con una media de 134,01, en tanto que el menor corresponde a la variedad Cristalina, con una media de 78,35 TM/Ha.

Tabla #37: Análisis de significación de las TM caña / hectárea / variedades.

F. de V.	SC	GL	σ^2	FC	Ft	
					0,05%	0,01%
Variedades	5831,38	3	1943,79	12,12 **	4,76	9,78
Réplicas	782,95	2	391,48	2,44		
Error E.	961,57	6	160,26			
Total	7575,90	11				
C.V = 10,92						

El Valor de “F” Calculado = 12,12 es mayor a los valores de “F” Tabular al 0,5% = 4,76 y al 0,1% = 9,78. Lo cual indica que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos en cuanto a las TM de caña/ha, por lo tanto aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.

n. RENDIMIENTO DE CONVERSION.

Tabla #38. ADEVA para Rendimiento de Conversión.					
Variedad	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C 132-81	9,79	10,02	10,06	29,87	9,96
C 8751	9,81	9,85	10,01	29,67	9,89
C 1051-73	9,78	10,26	10,32	30,36	10,12
Cristalina	8,61	9,01	9,14	26,76	8,92
Total	37,99	39,14	39,53	116,66	38,89
X	9,50	9,79	9,88		

La tabla # 36 demuestra que el mayor Rendimiento de conversión corresponde a la variedad 1051-73, con una media de 10,12 en tanto que el menor corresponde a la variedad Cristalina, con una media de 8,92.

Tabla # 39. Análisis del Rendimiento de conversión / variedades.

F. de V.	SC	GL	σ^2	FC	Ft	
					0,05%	0,01%
Variedades	2,65	3	0,88	73,58 **	4,76	9,78
Réplicas	0,32	2	0,16	13,32		
Error E.	0,07	6	0,01			
Total	3,05	11				
C.V = 1,03						

El Valor de “F” Calculado = 73,58 es mayor a los valores de “F” Tabular al 0,5% = 4,76 y al 0,1% = 9,78. Lo cual indica que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos en cuanto al Rendimiento de conversión / variedades, por lo tanto aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.

o.TM DE PANELA POR HECTAREA.

La producción de TM de panela / ha, es uno de los indicadores de mayor importancia en los análisis del comportamiento de las variedades. Debido a lo anteriormente planteado se justifica el desarrollo de un programa de mejora genética de este cultivo, para el cual los estudios fisiológicos del proceso de crecimiento y desarrollo son una etapa indispensable en dicho programa de mejora.

Tabla #40. ADEVA para Toneladas Métricas de panela / ha.					
Variedad	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C 132-81	13,26	13,46	13,32	40,04	13,35
C 8751	11,55	12,45	12,35	36,35	12,12
C 1051-73	12,76	13,15	13,12	39,03	13,01
Cristalina	6,10	7,26	7,60	20,96	6,99
Total	43,67	46,32	46,39	136,38	45,46
X	10,92	11,58	11,60		

La tabla #38 indica que la media más alta en TM de Panela / ha corresponde a la variedad C 132-81 con una media de 13,35 en tanto que el menor corresponde a la variedad Cristalina, con una media de 6,99.

Tabla #41. Análisis de las TM panela / ha / variedades.

F. de V.	SC	GL	σ^2	FC	Ft	
					0,05%	0,01%
Variedades	79,10	3	26,37	248,42	4,76	9,78
Réplicas	1,20	2	0,60	5,66 **		
Error E.	0,64	6	0,11			
Total	80,94	11				
C.V =						

El Valor de “F” Calculado = 248,42 es mayor a los valores de “F” Tabular al 0,5% = 4,76 y al 0,1% = 9,78. Lo cual indica que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos en cuanto a TM de panela / ha / variedades, por lo tanto aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.

p. **TM DE POL POR HECTAREA.**

Tabla #42. ADEVA para Toneladas Métricas de POL / ha.					
Variedad	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C 132-81	21,87	20,81	20,79	63,47	21,16
C 8751	16,32	22,50	19,99	58,81	19,60
C 1051-73	17,30	20,69	20,48	58,47	19,49
Cristalina	8,72	10,51	10,35	29,58	9,86
TOTAL	64,21	74,51	71,61	210,33	70,11
X	16,05	18,63	17,90		

La tabla #40 indica que la media más alta en TM de POL / ha corresponde a la variedad C 132-81 con una media de 21,16 en tanto que el menor corresponde a la variedad Cristalina, con una media de 9,86.

Tabla # 43. Análisis de TM Pol/ ha/ variedades.

Factor. de V.	SC	GL	σ^2	FC	Ft	
					0,05%	0,01%
Variedades	240,37	3	80,12	31,71 **	4,76	9,78
Réplicas	14,11	2	7,05	2,79		
Error E.	15,16	6	2,53			
Total	269,63	11				
C.V = 9,07						

El Valor de “F” Calculado = 31,71 es mayor a los valores de “F” Tabular al 0,5% = 4,76 y al 0,1% = 9,78. Lo cual indica que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos en cuanto a las TM/ Pol por Hectárea por lo tanto aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alternativa.

q. POL DE LA PANELA.

Tabla #44. ADEVA para POL de la panela.					
Variedad	Repeticiones			Total	X
	I	II	III		
C 132-81	94,53	91,42	96,48	282,43	94,14
C 8751	94,86	91,89	96,92	283,67	94,56
C 1051-73	93,06	91,41	95,39	279,86	93,29
Cristalina	92,98	90,34	94,96	278,28	92,76
Total	375,43	365,06	383,75	1124,24	374,75
X	93,86	91,27	95,94		

La tabla #42 revela que la media más alta en TM de POL de la Panela / ha corresponde a la variedad C 132-81 con una media de 94,14 en tanto que el menor corresponde a la variedad Cristalina, con una media de 92,76.

Tabla #45. Análisis del Pol de la panela / variedades.

Factor. de V.	SC	GL	σ^2	FC	Ft	
					0,05%	0,01%
Variedades	5,95	3	1,98	16,60**	4,76	9,78
Réplicas	43,84	2	21,92	183,43**		
Error E.	0,72	6	0,12			
TOTAL	50,51	11				
C.V = 0,37						

El Valor de “F” Calculado = 16,60 es mayor a los valores de “F” Tabular al 0,5% = 4,76 y al 0,1% = 9,78. Lo cual indica que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos en cuanto a las TM de POL de la panela, por lo tanto aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alternativa.

TABLA SÍNTESIS ADEVA DE LAS VARIABLES AGRICOLAS.

Tabla # 46: Análisis de significación de las variables agrícolas / variedades, cepa soca #1, a los 14 meses de edad, en el Cantón Huamboya, provincia de Morona Santiago.

Variables Variedades	Altura del Tallo	Número canutos / tallo	Largo de los canutos	Diámetro de los canutos	Tallos / metro Lineal	Número de Hojas activas.
<i>C 132-81</i>	268,23	30a	8,94c	2,97b	12,14a	6bc
<i>C 8751</i>	287,60	24bc	11,98b	2,32c	12,43a	6bc
<i>C 1051-73</i>	300,33	19d	15,81a	2,79b	12,33a	7ab
<i>Cristalina</i>	301,27	27ab	11,16b	3,6a	10,84b	10a
Media general	289,36	25,00	11,97	2,92	11,93	7,25
S x	12,12	0,93	0,71	0,08	0,45	1,04
CV.	7,25	6,42	10,23	4,84	6,6	24,87
Elaborado / el autor	Medias con letras iguales en las columnas no difieren (ANOVA, Duncan, p< 0.05).					

TABLA SÍNTESIS ADEVA DE LAS VARIABLES AGROINDUSTRIALES.

Tabla # 47: Análisis de significación de las Variables Agroindustriales / variedades, cepa soca #1, a los 14 meses de edad, Cantón Huamboya, Provincia de Morona Santiago.

Variables Variedades	Brix Superior	Brix Inferior	Índice de Madurez	Brix del Jugo	Pol del Jugo	Pureza
<i>C 132-81</i>	17,73a	19,32a	92a	18,04b	15,79a	88a
<i>C 8751</i>	17,92a	19,37a	93a	18,74	15,55a	83b
<i>C 1051-73</i>	17,22a	19,72a	87c	18,15b	15,16b	84b
<i>Cristalina</i>	14,2b	17,68b	80d	16,15c	12,59c	78c
Media general	16,77	19,02	88,00	17,72	14,77	83,25
S x	0,31	0,48	0,41	0,19	0,18	0,55
CV.	3,21	4,37	0,8	1,87	2,14	1,15
Elaborado / el Autor	Medias con letras iguales en las columnas no difieren (ANOVA, Duncan, p< 0.05).					

Continúa.

Continuación. Variables Agroindustriales.

Tabla # 48: Análisis de significación de las Variables Agroindustriales / variedades, cepa soca #1, a los 14 meses de edad, Cantón Huamboya, Provincia de Morona Santiago.

Variables Variedades	TM de Caña / ha	Rendimiento de Conversión	TM de Panela / ha	TM de POL / ha	POL de la Panela
<i>C 132-81</i>	134,01a	9,96ab	13,35a	21,16a	94,14a
<i>C 8751</i>	122,58a	9,89bc	12,12b	19,60a	94,56a
<i>C 1051-73</i>	128,59a	10,12a	13,01a	19,49a	93,29b
<i>Cristalina</i>	78,35b	8,92d	6,99c	9,86b	92,76bc
Media general	115,88	9,72	11,37	17,53	93,69
S x	7,31	0,06	0,19	0,92	0,2
CV.	10,92	1,03	2,92	9,07	0,37
Elaborado / el Autor	Medias con letras iguales en las columnas no difieren (ANOVA, Duncan, $p < 0.05$).				

X. COSTOS DE PRODUCCIÓN.

Cuadro N° 2. Costos de Producción.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	COSTO EFECTIVO	COSTO FINANCIAD	V. TOTAL
a. PERSONAL						
Director de tesis	Horas	20				---
Investigación	Horas	160	2	320		320
Co tutor	Horas	40				---
Evaluación de campo	Horas	60	10	600	600	600
Movilización	Flete	40	5	200	200	200
b. ELABORACIÓN DE PANELA						
Corte de la caña	Jornal	12	10	120.00		120
Transporte	Flete	12	10	120		120
Molienda	Jornal	12	20	240		240
Productos orgánicos	Kg.	12 (CaO2)	10	120		120
(CaO2 y Balsa)	Kg.	12 (Balsa)	0,05	0,6		0,6
Leña	m3	50	4,5	225		225
c. LABORATORIO						
Reactivos (Octapol)	Kg	2.00	15	30.00	30	
d. EQUIPOS DE OFICINA						
Libreta de campo	Unidad	1	1	1		1
Hojas de impresión	Paquete	1	5	5		5
Lápiz	Unidad	1	0,25	0.25		0.25
Empastado del trabajo	Unidad	3	10	30		30
CD	Unidad	1	1	1		1
Sub Total					830	----
Imprevistos (10%)					-----	
TOTAL						1982,6

XI. CONCLUSIONES.

1. Las variedades en estudio no difieren en la altura del tallo en el transcurso del chequeo en el ciclo vegetativo de 14 meses en la cosecha, cepa soca 1.
2. El diámetro mayor de los tallos se alcanzó en la variedad Cristalina (3,6 cm) y el menor en la variedad C 8751 con 2,32 cm, las restantes variedades (C 132-81 y C 1051-73 no difieren entre sí.
3. Las variables largo del canuto y número de canutos muestran diferentes comportamientos, la variedad C 1051-73 presenta el mejor comportamiento respecto al largo del canuto (15,85 cm) con diferencias altamente significativas, mientras la variedad C 132-81 y Cristalina presentan diferencias significativas con las demás variedades en estudio, las variedades C132-81 y Cristalina presentan el mejor comportamiento en el numero de canutos.
4. El número de hojas activas la variedad Cristalina presenta diferencias significativas con todas las variedades, en cuanto a los tallos / metro lineal las variedades C 132-81, C 1051-73 y C 8741 no difieren, presentando el mejor comportamiento.
5. En la calidad de los jugos los grados Brix, tanto Superior como Inferior, las variedades C 8751, C 132-81 y C 1051-73 superan con diferencias significativas con la variedad testigo (Cristalina).
6. Las variedades C 132-81, C 8751 y C 1051-73 presentan valores superiores a 15 % de Pol en caña y por lo tanto, mejores rendimientos de Conversión (9,99), las cuales requieren menores unidades de caña para producir una unidad de azúcar. comparado con el testigo Cristalina (8,72).
7. La Producción de TM de Pol / ha promedio, es de 20,22 TM / ha en las variedades C 132-81, C 8751 y C 1051-73 las cuales tienen diferencias significativas con la variedad cristalina (testigo), con 9,86, el mejor comportamiento lo obtuvo la variedad C 132-81 (21,16).

8. Los resultados de la Pureza de los jugos manifiestan relación con los alcanzados con el Índice de Madurez, con una diferencia promedio en la Pureza de 1,25 (9,62 %), a favor de la variedad C 1051- 73, el Índice de Madurez promedio de las variedades es de 83,25 %, siendo inferior a este resultado la variedad Cristalina (78 %).

9. El indicador fundamental de la producción agrícola, TM de caña / ha alcanza una media de 115,88; el mejor comportamiento lo obtiene la variedad C 132-81 (134,01 TM/ha), sin diferencias significativas con la variedad C 1051-73 (128,59) y C 8751 (122,58), la variedad Testigo alcanza en esta variable 78,3 t de caña / ha.

10. A partir de los primeros análisis de Pol y Brix del jugo en las variedades introducidas y locales, podemos calcular con mayor exactitud el comportamiento de la Pureza del jugo / variedades y calidad azucarera de cada variedad y su relación a los m.s.n.m., estas variables definen el Indicador de Producción de Sacarosa y poder calcular la producción de azúcar expresado en **TM Pol / ha**, los análisis periódicos mensuales nos va proporcionando el comportamiento e incremento de las **TM de Pol / ha / mes**, indicador agro azucarero de importancia en el comportamiento varietal y su definición en la programación de corte y determinación del momento óptimo de cosecha / variedades.

XII. RECOMENDACIONES.

- Continuar los estudios en las siguientes cepas (retoños 2) para estas condiciones edafoclimáticas y altura (1000 m.s.n.m.), así como las posibles cañas quedadas en el Cantón Huamboya en el comportamiento agroindustrial de estas variedades introducidas y evaluadas.
- Continuar el proceso de capacitación a los agricultores, en el manejo agrotécnico y fitosanitario de estas variedades de origen cubano.
- Empleo y reciclado de los valores agregados de la producción de panela como: cachaza, ceniza y bagazo, como abonos orgánicos.
- De la misma manera, es importante conocer la composición físico química de los suelos donde se cultiva la caña, para determinar los niveles de fertilización que deben utilizarse, y garantizar de este modo una composición del jugo apta para producir una panela de buena calidad, preservar las reservas naturales del suelo y continuar alcanzando los rendimientos agrícolas en TM de caña.
- Se recomienda continuar la cosecha de la caña por la determinación del Índice de Madurez y menor tiempo de estadía de la caña en las instalaciones de los trapiches antes de la molienda, puesto que el sol deshidrata el tallo generando acidificación de los jugos y aceleración del desdoblamiento de la sacarosa, con lo que aumenta la concentración de azúcares reductores o invertidos en los jugos.
- El producto final (Panela) debe almacenarse en cajas de cartón y bodegas cubiertas en ambientes secos y con buena ventilación durante el día, sobre plataformas o estibas y separada sobre las paredes para protegerlas de la humedad, el derrame de líquidos y la contaminación.

- Se recomienda realizar los análisis en la Panela de su composición físico-química para su consumo y los parámetros y normas de la comercialización para la exportación.

XIII. BIBLIOGRAFÍA.

1. ARTSGHWAGER, E. y E.W. BRANDES. *Sugar Cane Saccharum Officinarum L*, USDA, Washington, D.C., Agr. Handbook 122. 307 p. 1958.
2. BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. BCE, 2009: Cálculos Proexport. *Las exportaciones de panela de Ecuador entre 2007 y 2008*:
3. BANCO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA. BANREP, *Producción de caña panelera en algunos Departamentos. Superficie sembrada y rendimientos por hectárea*. Colombia 2001.
4. BRETT .P.G.C: *The identification of more important Sugar Gane Varieties grown in África*. Sug. Assoc. Bull. No 4.23 p. 1957.
5. CAMPO ZABALA, R.; F. MORALES BATISTA y G. PÉREZ OROMAS. *Varietades de la caña de azúcar en Cuba*. Instituto de Investigación de la Caña de Azúcar de la Academia de Ciencias de Cuba. Dir. Gen. de la Agr. Cañera - INRA. 87 p. 1976.
6. CENTA, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. *La caña de azúcar*. San Salvador, El Salvador., p 1-3. 2010.
7. CNIAA: Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y Alcohólica. *Desarrollo Agroindustrial*. CNIAA-Sep. 1998. p, 80.
8. CORPEI – CBI “*Expansión de la oferta exportable del Ecuador*”, Mayo del 2003”
9. CORPOICA, FEDEPANELA. Manual de caña de azúcar para la producción de panela. Bogota DC. Colombia, 2000.
10. DEL TORO, Flavio. y otros. *Botánica de la Caña de Azúcar*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 1983.
11. DEVER, R. 1988. *Maduración de la caña de azúcar en la región sudeste de Brasil*. Seminario de Tecnología Agronómica. Coper. Sucar., Sao Paulo. p. 33-40.
12. FEDEPANELA, *Producción de caña panelera en algunos Departamentos de Colombia. Superficie sembrada y rendimientos por hectárea*. Bogota, Colombia, 2001.

13. GARCÍA, B. H. *Oportunidades de producción más limpia en la agroindustria panelera. Programa de procesos agroindustriales.* CORPOICA. C. I. Tibaitatá. Mosquera, Cundinamarca (Colombia). 102 pp. 2004.
14. GONZÁLEZ - RÍOS, P. *Estudio sobre las Variedades de Caña de Azúcar en Puerto Rico*, Universidad de Puerto Rico, Estación Experimental Agricultura. Bol. No 199.202 p. 1966.
15. HEINZ, D. J. *Flowering and flower synchronization.* Developments in Crop Science II. Ed. Elsevier. New York, USA. 311 p. 1987.
16. INICA. (2008). Instituto de Investigaciones de la caña de azúcar. *Manual de Variedades de la Caña de Azúcar.* Cuba.
17. INICA. (2002) *Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar.* Cuba.
18. INTERNET.
 - <http://www.cincae.org/prueba.htm>, visitada el 07 Noviembre de 2010.
 - <http://www.eluniverso.com/2010/08/14/1/1416/nuevo-precio-cana-endulza>, visitada el 14 de agosto de 2010.
 - www.huamboya.gov.ec, visitada el 25 de Octubre de 2010.
 - http://aplicaciones.mipro.gov.ec/sim/administrador/upload/Bol_Boletin_La_cana_de_azucar%20y%20su%20importancia%20para%20el%20Ecuador.pdf, Visitada el 20 de noviembre de 2010.
 - www.moronasantiago.gov.ec, visitada el 17 de Diciembre de 2010.
19. LAUREANO, P., CARBALLO, M: *Bioestadística.* Editorial Pueblo y Educación. Ciudad Habana, Cuba. 1980.
20. LERCH, G: *La experimentación en las Ciencias Biológicas y Agrícolas.* Editorial Científico Técnica, La Habana, Cuba, 1977.
21. MARTIN ARMAS, Francisco. *Estudio de adaptabilidad al genotipo ambiente en las variables agroindustriales de siete variedades de caña de azúcar de origen cubano, en diferentes tipos de cepas, desde los 400 a 1100 msnm., en la provincia de Morona Santiago, Macas - Ecuador.* 2009.

22. MARTIN ARMAS, Francisco. *El cultivo de la caña de azúcar*. Manual técnico para el pequeño agricultor. GAPMS Macas - Ecuador 2009.
23. MILANÉS, R.N.; R. E. MERCADO; M. A. CASTILLO: *Curso de variedades y semillas de la caña de azúcar*. 23 al 27 de septiembre en Peñuela de Amatlán de los Reyes, Ver. México 77 p. 2002.
24. MILANÉS, R N.; M. MESA; M. M. C: *Efectos ambientales en la selección de la caña de azúcar en Cuba*. Memorias. En: Congreso Internacional sobre Azúcar y derivados de la Caña de Azúcar. Diversificación, 1996. La Habana, Cuba.
25. MINAZ, Ministerio de la Industria Azucarera: *Instructivo técnico de la caña de azúcar*. La Habana Cuba. 2008.
26. ORTEGA, D. y V. GONZÁLEZ. *Clones de Caña de Azúcar en Pruebas Avanzadas*. III Jornadas Agronómicas. Mimeografiado. Cagua, Venezuela. 17p.1962.
27. PRIMAVESI M. 1982. Manejo ecológico del suelo. Librería Nobel, S.A. Sao Paulo, Brasil. Quinta edición. p 499.
28. REINOSO, A: 1980: *El cultivo de la caña de azúcar*. Editorial Pueblo y Educación. Cuba.
29. RINCONES L., C. *Descripción de quince variedades de caña de azúcar en las condiciones del Estado Portuguesa*. Rev. CIARCO. 9(3-4):61-75. Venezuela. 1979.
30. RODRÍGUEZ, C. R.: *El cultivo de la caña de azúcar*. Editorial IMPA-CNIA, México. p. 119-120. 1974.
31. ROQUE R, SOSA E, GÓMEZ E. “*La caña de azúcar*”: *una opción para la sostenibilidad de la unidad productiva*. En: Foro Internacional “La caña de azúcar y sus derivados en la producción de leche y carne. (Del 11-13 nov., 2002, La Habana, Cuba). Memorias versión CD-R. 2002.
32. SANDOVAL Gilberto, Manejo de jugos, limpieza, clarificación, evaporación y concentración, CORPOICA – CIMPA. II Encuentro Internacional sobre la Agroindustria Panelera. Puyo-Ecuador, 22 al 25 de julio de 1996.
33. SUBIRÓS R, Fermín. *El cultivo de la caña de azúcar*. EUNED, 1 reimpr., de la 1 ed., San José, Costa Rica. 2000.

34. SPENCER, L.S.; MEADE, G.P. *Manual del azúcar de caña*. Instituto del Libro. 2da edición. La Habana., Cuba 1974
35. STITT M. 1997. *The flux of carbon between the chloroplast and cytoplasm*. In: *Plant Metabolism*. Ed. by D.T. Dennis, D.H. Turpi, D.D. Lefebvre y D.B. Layzell. p. 631.
36. UNCE. *La caña de azúcar en el Ecuador y su importancia*. Boletín de perspectiva industrial, No-8 2008.
37. VALDEZ, T. *Algunos factores que influyen en la germinación de la caña de azúcar*. Rev. Cuba – Azúcar. p 14 – 20. Abril – junio. 1976.
38. VAN. DILLEWIJN: *Botánica de la caña de azúcar*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba, ICL. 1978.
39. VASQUEZ E. *Usos probables de algunas maderas del Ecuador*. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Programa Nacional Forestal. Quito, Ecuador. 1980.
40. VERISSIMO, L. A. 1999. *Cultivos azucareros*. Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería. Océano Centrum. España. p. 425- 435.
41. VISIVA J., KASINATH S. 1935. *The top / bottom ratio method for determining the maturity of sugarcane*. ISSCT 5:172-189.

XIV. ANEXOS.

a. GLOSARIO

BAGAZO: Es el residuo después de la extracción del jugo de la caña por cualquier medio, molino o presa.

BRIX (°Brix): Es el porcentaje de sólidos solubles presentes en la caña.

CANUTO: Nudo, del tallo de caña de azúcar.

CAÑA: Es la materia prima normalmente suministrada a la fábrica y que comprende la caña propiamente dicha, la paja, el agua y otras materias extrañas.

JUGO ABSOLUTO: Son todas las materias disueltas en la caña, más el agua total de la caña.

JUGO RESIDUAL: Es la fracción de jugo que no ha podido ser extraída y que queda en el bagazo.

PAJA: Es la materia seca de la caña, insoluble en agua.

POL: Es el porcentaje de sacarosa: se le llama así a la valoración de sacarosa utilizando métodos ópticos (polarímetro), pero también la sacarosa se valora utilizando métodos químicos.

PUREZA: La pureza recibe también el nombre de Coeficiente de Pureza, y se obtiene dividiendo el porcentaje de Pol entre el porcentaje de Brix y multiplicando por cien.

SACAROSA: Azúcar que se obtiene del tallo de caña.

MELAO: Fluido que contiene gran cantidad de sacarosa parcialmente hidrolizada.

ZAFRA: Corte generalizado del cultivo de la caña de azúcar.

b. FODA EN LA PRODUCCIÓN DE CAÑA Y PANELA EN HUAMBOYA, MORONA SANTIAGO - ECUADOR.

FORTALEZAS.

- Huamboya cuenta con áreas agroecológicas aptas para el cultivo y buen desarrollo de la caña de azúcar.
- Existe una cultura para la elaboración y producción de panela; comunidades con tradición panelera.
- Capacidad de procesamiento de la producción a nivel artesanal para obtener productos elaborados.
- La panela tiene demanda para el consumo interno. La producción abastece los mercados locales y regionales.
- El cultivo de la caña es un gran generador de empleo, se trabaja con mano de obra familiar.
- La aplicación de agroquímicos es muy reducida.
- Comienza a haber conocimiento sobre valor agregado de la panela.
- La caña activa e integra otros sectores económicos.
- Existe capacidad institucional (Gobierno Provincial de Morona Santiago), para continuar la investigación requerida para el manejo del cultivo y el proceso de beneficio de la caña.
- Los grupos de productores son receptivos a organizarse y recibir la asistencia técnica.

OPORTUNIDADES.

- Se tienen proyectos para impulsar el desarrollo productivo de la caña y la producción de panela.
- Instituciones estatales apoyan con capacitación y transferencia de tecnología; y existe apoyo para la constitución de microempresas económicamente viables.
- Apoyo a las cadenas productivas por parte del Gobierno Provincial y Nacional.
- El MAGAP, apoya con la legalización de las organizaciones comunitarias.
- Existen corporaciones encargadas de regular y orientar los procesos productivos bajo sistemas ecológicos.
- Existen procesos de concertación para fijar metas de reducción de contaminación con las comunidades, a través de los convenios de producción más limpia.
- Apoyo a proyectos productivos y generación de empleo por parte del gobierno y organizaciones internacionales.
- Hay demanda en el mercado por subproductos de la caña (combustibles, fibra, papel, ceras, etc.).

<ul style="list-style-type: none"> • Hay demanda por productos más limpios, tanto a nivel nacional como internacional.
<ul style="list-style-type: none"> • Entidades estatales y privadas brindan capacitación empresarial.
<ul style="list-style-type: none"> • Se realizan alianzas para comercializar en cadena la panela que proviene de las diferentes regiones productoras (MIES – INFA 2010).
<ul style="list-style-type: none"> • Acceder a cooperación de entidades internacionales en capacitación y asistencia técnica.
<ul style="list-style-type: none"> • Participar en foros internacionales para promover y promocionar los productos.

DEBILIDADES.

<ul style="list-style-type: none"> • Tecnología: variedades tradicionales con bajas densidades de siembra, poca o nula fertilización, baja productividad (kg/ha), y susceptibles a plagas y enfermedades.
<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento empírico del manejo del cultivo.
<ul style="list-style-type: none"> • Semilla de mala calidad para renovación de cultivos.
<ul style="list-style-type: none"> • Trapiches ineficientes; ramadas en mal estado.
<ul style="list-style-type: none"> • Vaporadoras tradicionales de baja eficiencia térmica.
<ul style="list-style-type: none"> • No manejar normas de higiene en la elaboración de panela.
<ul style="list-style-type: none"> • Poco valor agregado al producto final.
<ul style="list-style-type: none"> • Algunos productores reacios al cambio tecnológico.
<ul style="list-style-type: none"> • Organizaciones de productores poco fortalecidas; poco compromiso frente a las organizaciones comunitarias.
<ul style="list-style-type: none"> • Se asume el cultivo de la caña sólo como subsistencia.
<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de capacidad para la autogestión y la incidencia en las decisiones de política.
<ul style="list-style-type: none"> • Bajos ingresos familiares.
<ul style="list-style-type: none"> • Altos costos de producción por desconocimiento.
<ul style="list-style-type: none"> • Limitaciones económicas para acceder individualmente a tecnologías de punta.
<ul style="list-style-type: none"> • No disponer de información suficiente información para la toma de decisiones (no llevar registros).
<ul style="list-style-type: none"> • Falta planificación de la finca.
<ul style="list-style-type: none"> • La unidad productiva no se maneja como empresa; sin costos de producción.
<ul style="list-style-type: none"> • Consumo excesivo de leña para la producción de panela.
<ul style="list-style-type: none"> • Poca diversificación del sistema productivo.
<ul style="list-style-type: none"> • Poca conciencia en la conservación de aguas.
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de vías de comunicación para la extracción del producto y la

comercialización.
<ul style="list-style-type: none"> • Desaprovechamiento de los subproductos de la caña.
<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de especies vegetales aglutinantes (balsa).
<ul style="list-style-type: none"> • Producción poco estable para atender un mercado continuamente.
<ul style="list-style-type: none"> • Unidades productivas alejadas de los centros de comercialización.
AMENAZAS.
<ul style="list-style-type: none"> • Inestabilidad laboral del personal que presta la asistencia técnica al cultivo y producción de la panela.
<ul style="list-style-type: none"> • Restricciones ambientales para mercados externos.
<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro ambiental por deforestación, quemas y contaminación de aguas por agentes externos.
<ul style="list-style-type: none"> • Fluctuaciones de los precios de la panela en el mercado.
<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de productos sustitutos (gaseosas y otras bebidas), con alta publicidad para su consumo.
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de sello verde para la comercialización internacional del producto.
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de programas preventivos contra plagas y enfermedades del cultivo de caña (controles biológicos).
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de un programa de investigación científica.
<ul style="list-style-type: none"> • Crédito agrícola con tasas de intereses muy altos y períodos de financiamiento reducidos.
<ul style="list-style-type: none"> • Escaso apoyo de los gobiernos seccionales en vialidad.

c. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES										
ACTIV. MESES	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Inicio de actividades pre tesis, evaluación agroindustrial.	X X X X	X X X X	X X							
Aprobación Gobierno Provincial.		X								
Aprobación del proyecto.				X						
Ejecución del proyecto.				X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	
Análisis de variables agrícolas (campo)				X X X X	X X X X					
Análisis de variables de Producción (Industrial)				X X X X	X X X X					
Elaboración de tablas comparativas.					X X X X	X X X X				
Redacción del proyecto.						X X X X	X X X X	X X X X	X X	
Evaluación del proyecto.									X X	
Presentación										X

d. FOTOS.

TOMA DE MUESTRAS PARA VARIABLES AGRÍCOLAS.

Ilustración#25. Evaluación de campo.



Fotografía 1: Determinación del Numero de tallos / m. lineal. **2:** Medición del Largo del Tallo. **3:** Diámetro del tallo (pie de rey). **4:** Contéo de Número de Hojas activas.

TOMA DE MUESTRAS PARA VARIABLES AGROINDUSTRIALES.

Ilustración #26. Análisis Químico de laboratorio.



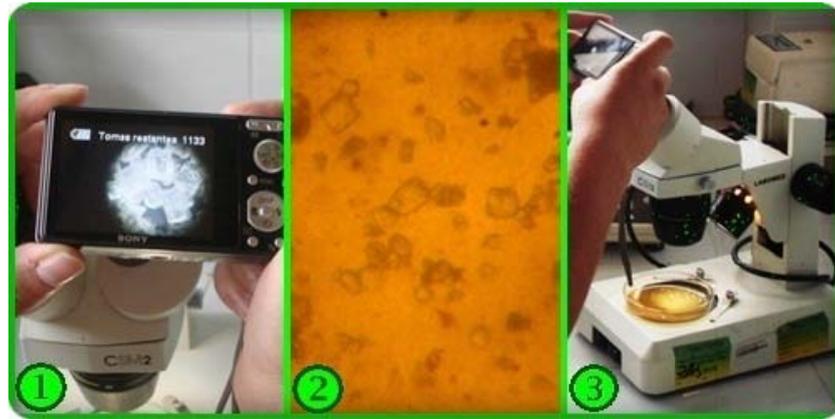
Fotografía 1.- Reactivo Químico. 2 y 3.- Clarificación del Jugo. 4.- Filtrado. 5.- Jugo clarificado. 6.- Determinación del Pol en el Polarímetro Sacarimétrico.

Ilustración #27. Evaluación del Brix del Jugo por variedades.



Fotografía 1.- C 1051-73. 2.- C 132-81. 3.- C 8751. 4.- Cristalina

Ilustración #28. Granos de panela y miel observados al microscopio.



Fotografía 1,2,3.- Grano de cristal de la Panela en el Microscopio Electrónico, en panela y en la miel.

**Ilustración #29. Visita del Presidente de la UNCE
(Union Nacional de Cañicultores del Ecuador)**



Fotografías: (izq.) Bladimir Ramón & Astolfo Pincay F. (Presidente - UNCE)
(Der. Sup.) Ing. Francisco Martin Armas (MAGAP - MS), Carlos Quezada (Agricultor.)

LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

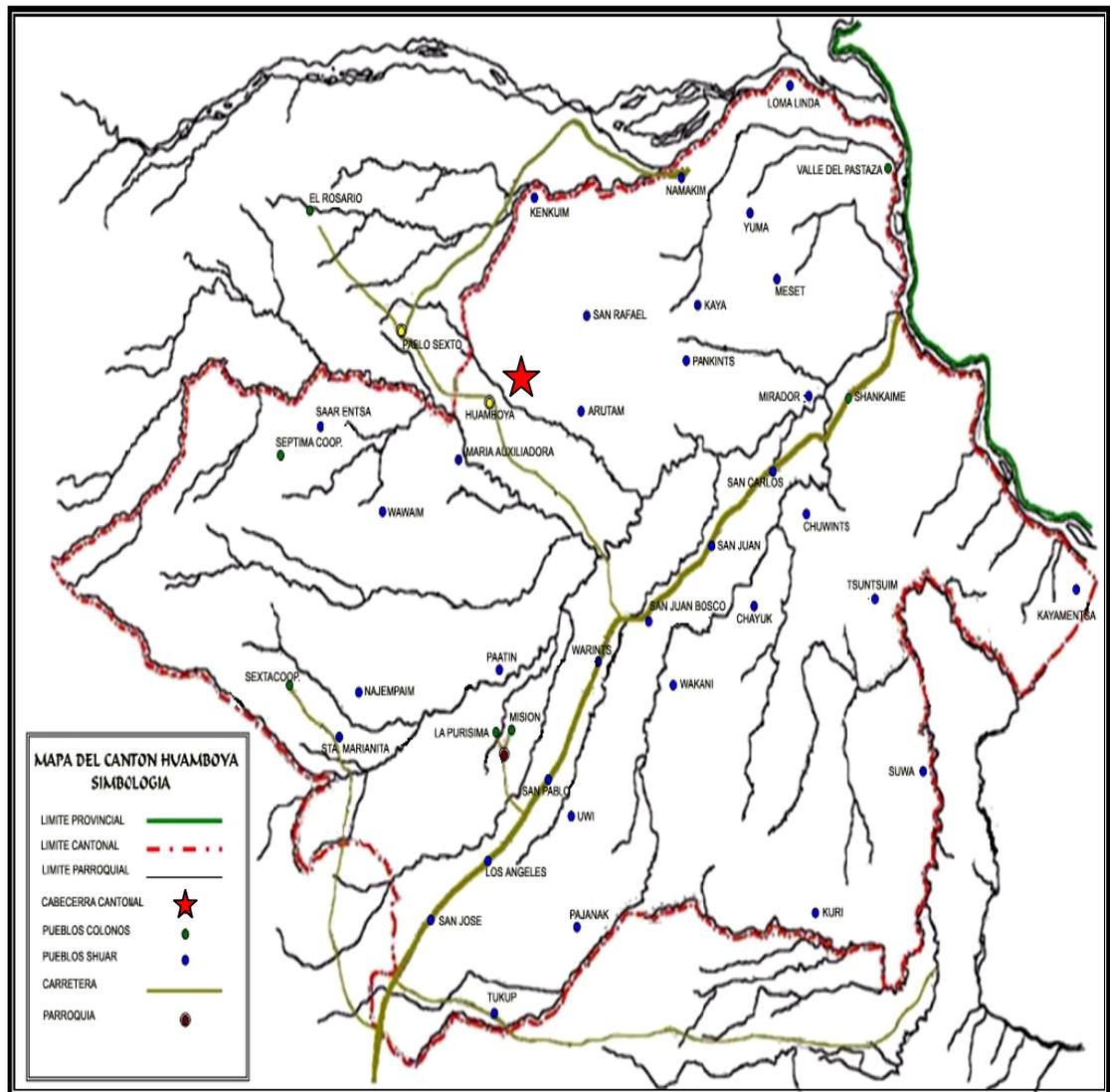
PAIS: Ecuador.

PROVINCIA: Morona Santiago.

CANTÓN: Huamboya.

PARROQUIA: Huamboya.

Mapa de Ubicación: Huamboya y sus Comunidades.



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Huamboya. 2010.