Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera Ingeniería Agropecuaria

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE OCHO VARIEDADES DE *Saccharum officinarum* L., CAÑA SOCA AÑOS 1 Y 2, EN RÍO VERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de

INGENIERO AGROPECUARIO

Autores: Víctor Hugo Pozo Ramírez

Ángela María Suárez Apolinario

La Libertad - 2018

Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera Ingeniería Agropecuaria

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE OCHO VARIEDADES DE *Saccharum officinarum* L., CAÑA SOCA AÑOS 1 Y 2, EN RÍO VERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de

INGENIERO AGROPECUARIO

Autores: Víctor Hugo Pozo Ramírez

Ángela María Suárez Apolinario.

Tutor: Ing. Carlos Balmaseda Espinosa, PhD.

La Libertad - 2018

TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Néstor Orrala, Ph.D.
DECANO DE LA FACULTAD

Ing. Andrés Drouet Candell, M.Sc.
DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Adalberto Macias Socarras, Ph.D.
PROFESOR DEL ÁREA

Ing. Carlos Balmaseda Espinosa, Ph.D.
PROFESOR TUTOR

Abg. Víctor Coronel Ortiz, Mgt.
SECRETARIA GENERAL

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento infinito a papi Dios nuestro guía principal por darnos la vida, sabiduría e inteligencia, la fuerza, la esperanza y el amor a nuestros familiares, quienes nos inculcaron ejemplo de superación, humildad y sacrificio en el transcurso de la vida.

A nuestros padres y hermanos quienes nos han apoyado durante toda la vida y nos han motivado en todos los obstáculos presentados para cumplir el sueño de obtener un título de tercer nivel.

A nuestra querida y prestigiosa Universidad Estatal Península de Santa Elena por abrirnos las puertas y contribuir con nuestra formación académica en el campo agropecuario, de igual manera a los docentes que nos impartieron sus conocimientos y experiencia en el lapso de tiempo de vida estudiantil.

Al Ing. Antonio Mora Alcívar, MSc. por brindarnos su apoyo, confianza y su ayuda incondicional durante toda la vida estudiantil, y principalmente como nuestro primer tutor en el transcurso de la primera parte del trabajo de grado, que nos supo orientar con sus sabias enseñanzas en el desarrollo del trabajo.

Al Ing. Carlos Balmaseda Espinosa, PhD., por la ayuda brindada en nuestro trabajo investigativo como segundo tutor encargado, que supo guiarnos para la culminación de nuestro trabajo.

Al Ing. Kléber Bajaña Alvarado, MSc., por su experiencia y profesionalismo que nos brindó la apuesta de este trabajo investigativo y las técnicas de todo el trabajo campo.

Víctor Pozo Ramírez
Ángela Suárez Apolinario

DEDICATORIA

Con sacrificio y amor dedicamos este trabajo a papi Dios, por darnos la oportunidad de culminar una carrera y obtener un título de tercer nivel.

Especialmente a nuestros padres por sus sabias enseñanzas, quienes han sido apoyo incondicional, en la lucha y esfuerzo en todo el proceso del estudio emprendido.

A nuestros hermanos por su apoyo y ayuda incondicional, porque han sido pilares fundamentales en este largo recorrido de nuestros estudios.

Víctor Pozo Ramírez
Ángela Suárez Apolinario

RESUMEN

Con el fin de continuar con la investigación sobre el comportamiento agronómico de la caña de azúcar que se ejecuta en los terrenos del Centro de Apoyo de Río Verde de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, se realizó este trabajo, cuyo objetivo fue evaluar el comportamiento de ocho variedades de caña (*Saccharum officinarum* L), específicamente las cepas de soca en los años 1 y 2. Los orígenes de los cultivares son: Barbados, Brasil, Colombia, Cuba, Hawái, India, República Dominicana, Venezuela. Como barrera protectora se empleó la variedad Ragnar. Las variables estudiadas fueron: altura de planta, diámetro de tallo, grados Brix y rendimiento agrícola de la caña. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con ochos tratamientos y tres repeticiones. Los cultivares de mayor rendimiento agrícola en ambas cosechas fueron CC85-92 y CR74-250, seguidas de las variedades B49-119 para el primer año. Los rendimientos más bajos se obtuvieron con V71-51 y SP80-1842 con una menor producción para los dos años de investigación. Los resultados obtenidos muestran que los cultivares que presentaron un mayor grado Brix fueron las variedades V71-51 y SP80-1842 para el primer año y en el segundo año se destacaron SP80-1842 y CC85-92. Se determina que las variedades con buen comportamiento agronómico tanto en rendimiento de producción, grado Brix, altura y diámetro de tallo son las variedades CC85-92 y CR74-250, factibles para la producción en la provincia de Santa Elena.

Palabras claves: Variedades, caña de azúcar, comportamiento agronómico, Santa Elena.

ABSTRACT

In order to continue with the research on the agronomic behavior of the sugarcane that is executed in the grounds of the Support Center of Río Verde of the Península de Santa Elena State University, this work was carried out, whose objective was to evaluate the behavior of eight varieties of cane (*Saccharum officinarum* L), specifically the soca strains in years 1 and 2. The origins of the cultivars are: Barbados, Brazil, Colombia, Cuba, Hawaii, India, Dominican Republic, Venezuela. The Ragnar was used as a protective barrier. The variables studied were: plant height, plant diameter, Brix degrees and agricultural yield of the cane. A completely randomized block design (DBCA) was used, with eight treatments and three repetitions. The obtained results show that the cultivars that presented a higher degree Brix were the varieties V71-51 and SP80-1842 for the first year and in the second year, SP80-1842 and CC85-92 stood out. The cultivars with the highest agricultural yield in both crops were CC85-92 and CR74-250, followed by varieties B49-119 for the first year. The lowest yields were obtained with V71-51 and SP80-1842 with a lower production for the two years of investigation. It is determined that the varieties with good agronomic performance in production yield, grade Brix, height and plant diameter are the varieties CC85-92 and CR74-250, feasible for production in the province of Santa Elena.

Keywords: varieties, sugar cane, agronomic behavior, Santa Elena.

El contenido del presente trabajo de titulación es de nuestra responsabilidad, el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN 1

Problema científico 2

Hipótesis 2

OBJETIVOS 3

Objetivo general 3

Objetivos específicos 3

1. REVISIÓN DE LITERATURA 4

1.1. Caña de azúcar 4
1.1.1. Origen del cultivo 4

1.2. Clasificación taxonómica 5

1.3. Producción de caña de azúcar 5
1.3.1. Producción mundial de caña de azúcar 5
1.3.2. Producción nacional 7
1.3.3. Distribución de los cultivos de caña de azúcar en Ecuador 9
1.3.4. Principales Ingenios en Ecuador 9

1.4. Descripción botánica 10
1.4.1. Raíz 10
1.4.2. Tallo 10
1.4.3. Hoja 10
1.4.4. Inflorescencia 11

1.5. Agroecología 11
1.5.1. Suelo 11
1.5.2. Temperatura 11
1.5.3. Radiación 12
1.5.4. Precipitación 12
1.5.5. Viento 12

1.6. Fitotecnia 13
1.6.1. Preparación del suelo 13
1.6.2. Surcada 13
1.6.3. Siembra 13

1.6.4. Métodos de siembra 14

1.7. Fertilización 14
1.7.1. Fertilización de caña soca 15

1.8. Riego 15

1.9. Control de malezas 17

1.10. Maduración y cosecha 18

1.11. Grado Brix 18

1.12. Plagas y enfermedades 19
1.12.1. Insectos plagas 19
1.12.2. Enfermedades 23

2. MATERIALES Y MÉTODOS 27

2.1. Ubicación y descripción del ensayo 27

2.2. Características de: suelo, agua, clima y foliar 27
2.2.1. Características del suelo 27
2.2.2. Informe del análisis de agua del Centro de Apoyo Río Verde 28
2.2.3. Características climáticas 28
2.2.4. Análisis químico de follaje de la caña soca 29

2.3. Material biológico. Principales características 29
2.3.1 B 49-119 30
2.3.2 SP80 -1842 30
2.3.3 C85-92 30
2.3.4 C1051-73 31
2.3.5 H56 -4848 31
2.3.6 Co213P 31
2.3.7 CR 74-250 32
2.3.8 V71-51 32

2.4. Diseño experimental 32
2.4.1. Análisis estadístico 32
2.4.2. Delineamiento experimental 33

2.5. Manejo del experimento 36
2.5.1. Preparación de suelo 36
2.5.2. Descostillado 36
2.5.3. Aporque 36
2.5.4. Resiembra 36
2.5.5. Control malezas 36
2.5.6. Manejo fitosanitario 36
2.5.7. Fertilización 37
2.5.8. Riego 38
2.5.9. Cosecha 38

2.6. Variables experimentales 38
2.6.1. Altura de planta (ALPLA) 38
2.6.2. Diámetro de tallo (DIATA) 39
2.6.3. Análisis de grados Brix 39
2.6.4. Tonelada de caña por hectárea (TCH) 39

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 40

3.1. Resultados del primer año de caña soca 40
3.1.1. Análisis de varianza de altura de planta 40
3.1.2. Análisis de varianza de diámetro de tallo 41
3.1.3. Análisis de varianza de grados Brix 42
3.1.4. Análisis de varianza de rendimiento de caña de azúcar (t/ha) 43

3.2. Resultados del segundo año de caña soca 44
3.2.1. Análisis de varianza de altura de planta 44
3.2.2. Análisis de varianza diámetro de tallo 45
3.2.3. Análisis de varianza de grado Brix 46
3.2.4. Análisis de varianza de rendimiento de caña de azúcar (t/ha) 47

3.3. Análisis económico 48
3.3.1. Costo de inversión para una hectárea de caña soca semi-tecnificada 48

3.4. Discusión 51

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 54

Conclusiones 54

Recomendaciones 55

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades químicas del suelo 27
Tabla 2. Análisis de textura y materia orgánica. 28
Tabla 3. Análisis químico de agua 28
Tabla 4. Características climatológicas del Centro de Práctica de Río Verde 29
Tabla 5. Resultados de análisis químicos de follaje 29
Tabla 6. Variedades y tratamientos evaluados 30
Tabla 7. Grados de libertad del experimento. 33
Tabla 8. Delineamiento Experimental 33
Tabla 9. Análisis de la varianza de altura de planta a los 12 meses, soca 1. 40
Tabla 10. Análisis de la varianza de diámetro del tallo a los 12 meses, soca 1. 41
Tabla 11. Análisis de la varianza de grados Brix a los 12 meses, soca 1. 42
Tabla 12 . Análisis de la varianza de rendimiento (t/ha) a los 12 meses, soca 1. 43
Tabla 13. Análisis de la varianza de altura de planta a los 12 meses, soca 2. 44
Tabla 14. Análisis de la varianza de diámetro de tallo a los 12 meses, soca 2. 45
Tabla 15. Análisis de la varianza de grados Brix a los 12 meses, soca 2 46
Tabla 16. Análisis de la varianza de rendimiento (t/ha) a los 12 meses, soca 2. 47
Tabla 17. Costo de inversión de la producción de fase de caña soca. 48
Tabla 18. Análisis económico del primer año de fase de caña soca 49
Tabla 19. Análisis económico del segundo año de fase de caña soca 50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción mundial de caña de azúcar 2004/05 – 2015/16 TM. 6
Figura 2. Principales países productores de caña azúcar 2014/ 15 -2015/16 TM. 7
Figura 3. Producción a nivel nacional año 2000 – 2014. 8
Figura 4. Producción de la caña de azúcar TM 2016. 8
Figura 5. Distribución del cultivo de caña de azúcar Ecuador. 9
Figura 6. Sitio de postura de oviposiciones y adultos de *Perkinsiella saccharicida.* 20
Figura 7. Áfido amarillo en el envés de la hoja de caña de azúcar. 21
Figura 8. Daño causado por la larva *Diatraea saccharalis.* 22
Figura 9. Larva de falso medidor en plantación de caña. 22
Figura 10. Lesiones causada por *Puccinia kuehnii* en el envés de la hoja. 24
Figura 11. Síntomas de la roya café en lámina foliar de caña de azúcar 25
Figura 12. Síntomas de mancha de ojo en lámina foliar en 100X (izquierda) 25
Figura 13. Crecimiento herbáceo y múltiples látigos en clon susceptible. 26
Figura 14. Diseño de la parcela experimental de caña de azúcar. 34
Figura 15. Distribución de los tratamientos y bloques experimentales 35
Figura 16. Análisis de las medias de altura de planta a los 12 meses, soca 1. 41
Figura 17. Análisis de las medias de diámetro de tallo a los 12 meses, soca 1. 42
Figura 18. Análisis de las medias de grados Brix a los 12 meses, soca 1. 43
Figura 19. Análisis de las medias de rendimiento (t/ha) a los 12 meses, soca 1. 44
Figura 20. Análisis de las medias de altura de planta a los 12 meses, soca 2. 45
Figura 21. Análisis de las medias de diámetro de tallo a los 12 meses, soca 2. 46
Figura 22. Análisis de medias de grados Brix a los 12 meses, soca 2. 47
Figura 23. Análisis de las medias de rendimiento (t/ha) a los 12 meses, soca 2. 48

ÍNDICE DE ANEXOS

Tabla 1A. Datos promedios de Altura de planta, primer año de caña soca..... 62
Tabla 2A. Datos promedios de Diámetro del tallo, primer año de caña soca 63
Tabla 3A. Datos promedios de Análisis de grados Brix, primer año de caña soca..... 64
Tabla 4A. Datos promedios de rendimiento (t/h), del primer año de caña soca 65
Tabla 5A. Datos promedios de Altura de planta, segundo año de caña soca..... 66
Tabla 6A. Datos promedios de Diámetro del tallo, segundo año de caña soca..... 67
Tabla 7A. Datos promedios de Análisis de grados Brix, segundo año de caña soca 68
Tabla 8A. Datos promedios de rendimiento (t/h), segundo año de caña soca 69
Tabla 9A. Costo de producción para 1 ha para el primer año de caña soca..... 70
Tabla 10A. Costo de producción para 1 ha para el segundo año de caña soca 71

Figura 1A. Análisis de Suelos (1) 72
Figura 2A. Análisis de Suelos (2) 72
Figura 3A. Análisis Foliares (1)..... 73
Figura 4A. Análisis Foliares (2)..... 73
Figura 5A. Limpieza de terreno después de la producción de caña planta 74
Figura 6A. Fertilización a los 12 días después de la primera cosecha. 74
Figura 7A. Limpieza de malezas en los bloques de los tratamientos..... 75
Figura 8A. Peso del rendimiento (t/h) en las 8 variedades de caña de azúcar 75
Figura 9A. Corte de trozo de caña, para obtención de los grados Brix..... 76
Figura 10A. Obtención de Brix, con el refractómetro digital Atago, [grados] 76
Figura 11A. Corte de maleza, mecanizada con motoguadaña en toda el área 77
Figura 12A. Presentación de diámetros de tallos en los tratamientos 77
Figura 13A. Monitoreo de recolección de datos en la plantación de caña..... 78
Figura 14A. Toma de datos de la variable diámetro de tallo en los tratamientos 78
Figura 15A. Zafra del segundo año de la fase de caña soca..... 79
Figura 16A. Medición de las variables altura de tallos a los 12 meses de edad..... 79

INTRODUCCIÓN

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la caña de azúcar *(Saccharum officinarum* L.*)* es considerada como el cultivo agrícola de mayor importancia en el mundo, tanto por la producción de azúcar y sus derivados, como por su elevado coeficiente de absorción del CO_2 y consecuentemente, su alta eficiencia fotosintética, que lo convierte un cultivo amigable con el ambiente. A nivel mundial se cultivan alrededor de 19.24 millones de hectáreas distribuidas en Asia 42.5%, América 47.7% , África 7.4% y Oceanía 2.4%, con un promedio mundial de producción de 65.2 t/ha (Faostat, 2002).

De acuerdo a encuesta realizada en el 2015 (son los datos más actualizados), Ecuador posee 104 558 hectáreas de caña plantadas para la producción de azúcar y 19 388 para otros usos, con un rendimiento agrícola promedio nacional, en los últimos tres años, de 75 a 90 toneladas por hectárea (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador, CINCAE). Estos niveles se han logrado gracias al sector privado industrial y agrícola ya que los ingenios tienen cultivos propios al igual que los productores afiliados a la Unión Nacional de Cañicultores.

CINCAE (2017) en su informe anual 2016 reporta que "la industria azucarera es uno de los pilares del desarrollo económico de las zonas bajas de las provincias de Guayas, Cañar, Santa Elena y Los Ríos, que a su vez aporta con la producción de uno de los alimentos importantes de la dieta de los ecuatorianos. Adicionalmente, provee de materia prima para la producción de energía en forma de electricidad y biocombustibles. Sin embargo, como todo negocio agrícola, los factores climáticos y económicos inciden directamente en la producción, tanto de la caña como del azúcar".

La provincia de Santa Elena tiene una superficie agrícola potencial de 171 400 hectáreas, de ellas están en producción solo 3245 ha, en pequeñas unidades productivas. La principal limitante es la escasez del recurso hídrico, por ello la mayor parte del terreno está sin cultivar.

La creciente demanda de azúcar y sus derivados conlleva a introducir la caña de azúcar en zonas no tradicionales para el desarrollo de este cultivo, en este sentido, la

provincia de Santa Elena, cuenta con vastos territorios aptos para la diversificación de la producción agrícola, con los aportes tecnológicos específicos como la elección de variedades, sistemas adecuados de riego, manejo de la cobertura, una adecuada organización y planificación de la cosecha.

En zona central sur de la provincia, comuna Río Verde y sectores aledaños, la caña de azúcar no es un cultivo habitual, pero estos sectores cuentan con amplios terrenos para producción agrícola y esto se limita por escasez de agua para riego, por lo que adquiere importancia una investigación exploratoria sobre el comportamiento agronómico de este cultivo. En el año 2014 se dio inicio a la investigación del comportamiento agronómico de ocho variedades de caña de azúcar, habiéndose obtenido resultados interesantes en la cosecha del primer año, es decir, en la fase de caña planta. Esto hizo que se continuara el experimento he induce a formular el siguiente problema de investigación.

Problema científico

¿Cuál es el comportamiento agronómico de ocho variedades cultivo de caña de azúcar en fase de caña soca en las condiciones agroecológicas de Río Verde, provincia de Santa Elena?

Hipótesis

Las condiciones agroecológicas de Río Verde, provincia de Santa Elena son aptas para el cultivo de la caña de azúcar, por ello al menos una de las variedades estudiadas se adaptará y tendrá un comportamiento agronómico eficiente.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el comportamiento de ocho variedades, caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) para las cepas de soca en los años 1 y 2, en Río Verde, provincia de Santa Elena

Objetivos específicos

- Analizar las características agronómicas de las variedades de caña soca años 1 y 2.
- Seleccionar las variedades de mejor comportamiento de acuerdo a las variables estudiadas.
- Establecer el costo por hectárea de la producción de caña de azúcar (soca) en la zona.

1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Caña de azúcar

1.1.1. Origen del cultivo

Según Ruíz (2000), no se conoce con exactitud el origen de la caña de azúcar, respecto a esto se han desarrollado varias teorías que señalan como el origen del género *Saccharum* a parte de la región de India, China, Nueva Guinea y zonas aledañas.

Alrededor de los años 3000 a.C. *Saccharum officinarum* fue importante para las civilizaciones primitivas en cuanto a su dieta, donde era masticada para ingerir su jugo. Esta es la referencia más antigua que existe de *Saccharum* en el siglo IV a. C.

También se indica que India es el país donde este producto primario se convirtió en azúcar, por tanto es considerada como el primer centro de explotación comercial de la caña. En el segundo viaje a América realizado por Cristóbal Colón en 1493, en la isla La Española, que en la actualidad se conoce como República Dominicana y Haití, se introdujo la caña de azúcar con el clon Creola, obtenido por el cruce entre el híbrido *S. barberi* y *S. oficinarum*. Desarrollada esta variedad se expandió hacia Cuba, Puerto Rico, México, Colombia, Perú y otros países del Continente.

La caña de azúcar en Ecuador fue introducida en el siglo XVI, alrededor de los años 1526 y 1533 desde México, a través de la Audiencia de Quito por comerciantes de cacao. En 1832 se instaló un ingenio cerca del cantón Babahoyo en la hacienda La Elvira, con 60 cuadras de caña de azúcar cultivada y un promedio de 40 trabajadores, comandada por el general Juan José Flores. En 1862 se estableció el primer ingenio del país llamado La María, por Rafael Parducci inmigrante originario de Italia, de la provincia de Lucca, que arribó a la ciudad de Guayaquil en el mismo año, además abrió una importante casa comercial, en 1862, en las isla Galápagos comandada por Manuel J. Cobos e inició el desarrollo agrícola (Avila, 2011).

1.2. Clasificación taxonómica

Bustamante (2015) indica que la caña de azúcar se clasifica botánicamente de la siguiente manera:

Reino: Eucariota
Tipo: Fanerogamas
Subtipo: Angiospermas
Clase: Monocotiledóneas
Orden: Glumales
Familia: Poáceas
Tribu: Andropogneas
Género: *Saccharum*
Especie: o*fficinafum* L

1.3. Producción de caña de azúcar

1.3.1. Producción mundial de caña de azúcar

La producción mundial de azúcar durante los años 2004/05 y 2014/15 mantuvo un crecimiento anual promedio del 2.2%, y en el año 2012/13 alcanzó el máximo de 177.6 millones de toneladas (mdt), mientras que para el 2014/15, la producción de azúcar alcanzó 174.3 mdt, convirtiéndose como la tercera mejor cosecha de la historia, según Fira (2015).

El mismo autor reporta que, según los análisis estadísticos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), la producción mundial de azúcar para el 2015/16 se estimaba en 173.4 mdt, volumen algo menor que la producción obtenida en el 2014/15 (Figura 1). Estos datos indican bajos niveles de producción en los que pesan determinadas condiciones de deficiencias en el manejo del cultivo que inciden en el rendimiento esperado de algunos países de Europa, la India y China. La misma fuente señala que el 60% de la producción global de azúcar corresponde a los principales productores como Brasil, India, Unión Europea, China, Tailandia que aportan con estas cifras.

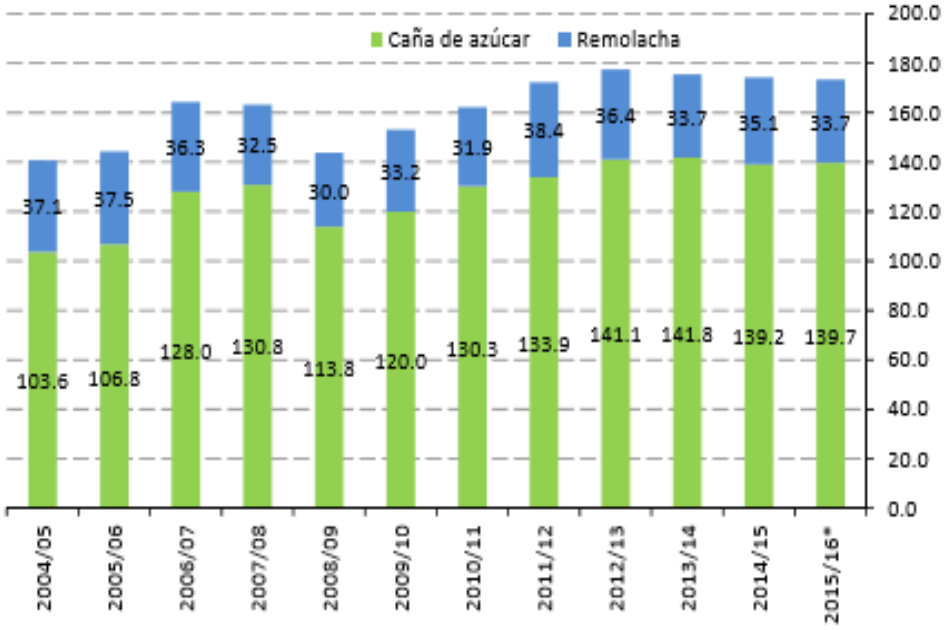


Figura 1. Producción mundial de caña de azúcar 2004/05 – 2015/16 TM.

Fira (2015) se mantiene en que Brasil, es uno de los principales productores de caña en el mundo, sigue manteniendo una tasa de crecimiento anual de 2,4% en el periodo 2004/05 - 2014/15, con una producción en este último año de 35,9 mdt, o el 20,6% de la producción mundial, la más baja desde el ciclo 2009/2010, ocasionada primordialmente por la falta de inversión y condiciones climáticas adversas, agravado con la disminución de los precios internacionales del producto, lo que ha ocasionado problemas financieros de algunos ingenios azucareros de este país.

La misma fuente agrega que la India, segundo productor de azúcar a nivel mundial, superó a Brasil en la tasa de crecimiento en el periodo base (7,6%), alcanzando en el ciclo 2014/2015 una producción de 29,5 mdt. Para este país, USDA pronosticó para el periodo 2015/16 una producción de 29,0 mdt azúcar, es decir, con una ligera reducción comparada con la obtenida en el año 2014/15, causada primordialmente por la escasez de agua, especialmente en la región de Maharashtra, donde esta disminución representaría un 5% de la producción de azúcar (Figura 2).

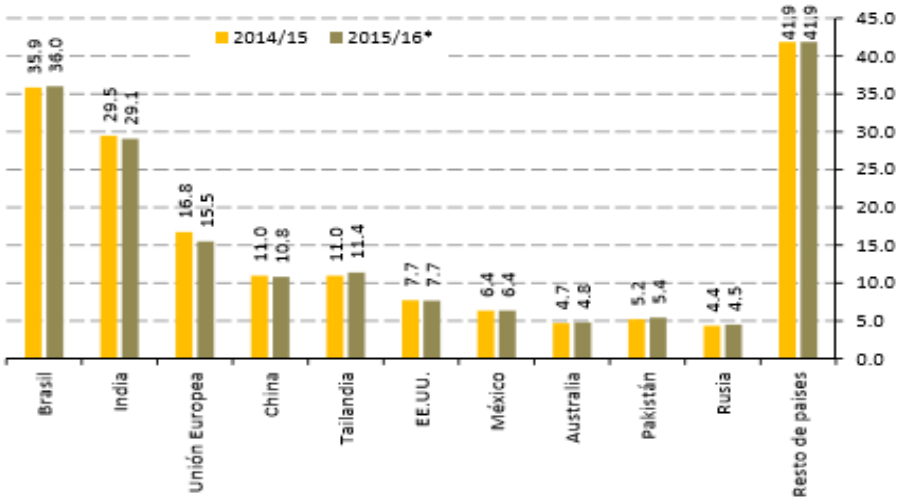


Figura 2. Principales países productores de caña azúcar 2014/ 15 -2015/16 TM.

Sin embargo, OCDE-FAO (2017) prevé que para periodo 2017 – 2026 la producción mundial de este rubro crecerá 1,7%/año para llegar a 2010 mdt en 2016, lo que representa un aumento de 41 mdt, 24% por encima del promedio del periodo 2014/2016. El incremento esperado corresponde a los países en desarrollo (79% de la producción mundial en 2026, comparado con el 76% del periodo base), siendo las principales regiones Asia, América Latina y el Caribe. En este contexto, se prevé que la producción de caña de azúcar representará el 86% de la producción de azúcar durante la siguiente década, siendo el rendimiento por hectárea y la ampliación de la superficie cultivada las causas de este incremento.

1.3.2. Producción nacional

Luna (2015) reporta para Ecuador un incremento del 7% de la producción nacional de caña de azúcar en el año 2015, con relación al 2014, acompañado del incremento de los precios a nivel de productor en un 8%. Sin embargo, los niveles de importación crecieron en un 123% con relación al año 2014, comportamiento que es similar a la evolución de la producción global.

El mayor nivel de producción en el país se explica con la ampliación de la superficie cultivada en un 6% y de los niveles de rendimiento en 0,60%.

INEC-ESPAC (2016) señala que a nivel nacional los ingenios azucareros en los períodos 2013/2014 y 2014/2015 experimentaron un incremento en el rendimiento y

producción de la superficie cosechada de caña de azúcar, variables que para el 2016 presentaron una caída debido a desfavorables condiciones climáticas relacionadas con el déficit del recurso hídrico (Figura 3).

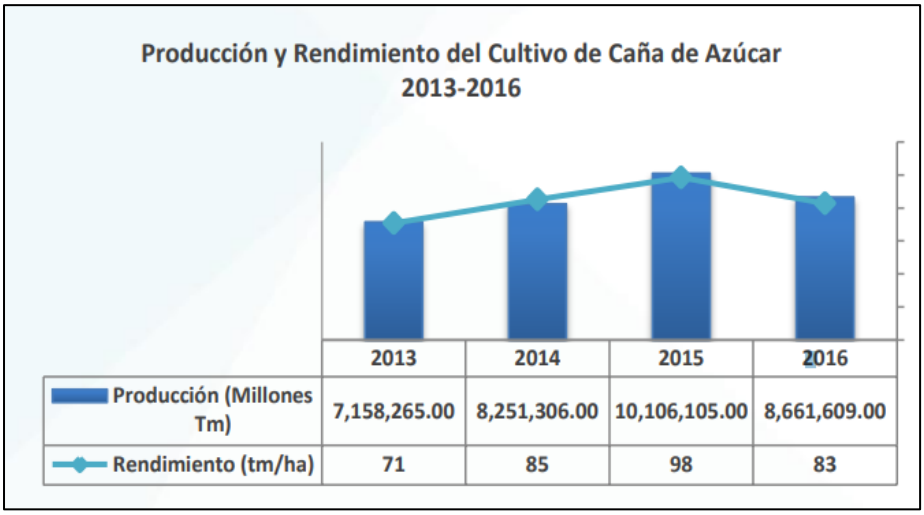


Figura 3. Producción a nivel nacional año 2000 – 2014.

Inec (2016) menciona que, con presencia principalmente en la Región Costa, la superficie cosechada de caña de azúcar ha mantenido una tasa de aumento a nivel nacional de 1,99% entre 2015 y 2016, alcanzando en el 2016 la provincia del Guayas el 83,37% de la superficie total cosechada. En la Sierra, las provincias de mayor tendencia son Loja con el 6,74% y Cañar con 5,77% de la superficie cosechada. Así mismo, en términos de producción se encuentra que el 80,37% del total de toneladas de caña de azúcar son producidas en Guayas, seguida por Loja con 8,98% y Cañar con 5,51% (Figura 4).

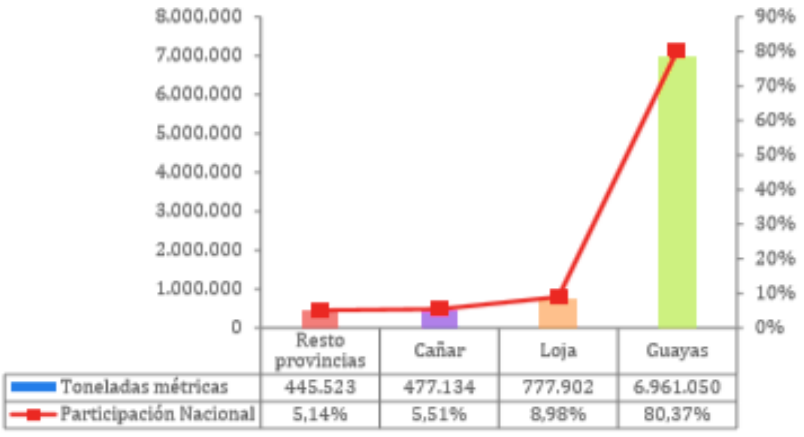


Figura 4. Producción de la caña de azúcar TM 2016.

1.3.3. Distribución de los cultivos de caña de azúcar en Ecuador

Según Paucar y Robalino (2009), las principales zonas predominantes en cultivo de caña de azúcar son: Cotopaxi, Chimborazo, Los Ríos, Guayas, Azuay, Loja, Pichincha, Imbabura y Pastaza, donde el 92% de la producción de caña se da en la Cuenca Baja del río Guayas (Figura 5).

Figura 5. Distribución del cultivo de caña de azúcar Ecuador.

1.3.4. Principales Ingenios en Ecuador

Paucar y Robalino (2009) señalan que Ecuador cuenta con siete principales Ingenios de procesamiento de caña de azúcar, a saber:

- San Carlos (Guayas)
- Valdez (Guayas)
- La Troncal (Cañar)
- Isabel María (Los Ríos)
- IANCEM (Imbabura)
- Monterrey (Loja)
- Federación Nacional de Azucareros (Guayas)

CINCAE (20) señala que el promedio de producción en al año 2015 fue de 105.9 t/ha en ingenios y 103.4 t/ha por los cañicultores, valores superiores a los obtenidos en el 2014. Por segundo año consecutivo las altas producciones de caña en campo han hecho que los ingenios de la Región Costa tiendan a moler más caña que en ciclos anteriores; es así que en cinco meses de cosecha, los ingenios San Carlos, Valdez y La Troncal alcanzaron a cosechar un global de 54,079.6 ha, de las 74,000 ha de caña sembradas, donde se molió 5545 275.3 TM, con una producción de 462 253.7 TM de azúcar, que significan 1049 490 sacos menos que lo producido en el año 2014. En cambio, el ingenio Isabel María cosechó 1445,12 ha con una producción de 10,196 TM de azúcar, mientras que los dos ingenios de los valles interandinos produjeron 1408 429.9 sacos de azúcar de 50 kg.

1.4. Descripción botánica

1.4.1. Raíz

Burgos (2015) indica que las raíces son de forma cilíndrica, desarrollan una cofia encargada de la protección del punto de desarrollo y la región de los pelos radiculares, que funcionan como soporte para la planta, y se encargan de la absorción de agua, nutrientes y minerales del suelo.

1.4.2. Tallo

El tallo se desarrolla a partir de una yema del esqueje cuando éste es plantado, y está formado por segmentos llamados nudos; cada segmento está compuesto por un nudo y un entrenudo, que es la parte por la cual la hoja se conecta al tallo y donde están las yemas y los primordios radiculares, según Ortega (2013).

1.4.3. Hoja

Compuesta por dos partes, la vaina y el limbo que se separa por la articulación de unión del limbo. Generalmente se encuentran en forma alternada a lo largo de los nudos, que dan paso a la formación de dos flancos en lados opuestos (Ortega, 2013).

1.4.4. Inflorescencia

La inflorescencia está formada por una panícula de un tamaño variable, las flores son hermafroditas completas; la manipulación sexual por semillas se da en mejoramiento, para la obtención de híbridos más productivos, resistentes a ciertas plagas y enfermedades o adaptables a una región específica, según Romero *et al* (2009), citado por Santisteban (2015)

1.5. Agroecología

1.5.1. Suelo

Según Infoagro (2009), el cultivo de caña de azúcar se adapta a casi todos los tipos de suelos, pero presenta un mejor rendimiento en suelos ligeros, solo en suelos ácidos presenta dificultades en su desarrollo.

Díaz y Portocarrero (2002) informa que la caña se desarrolla bien en suelos sueltos profundos y fértiles, y con riego se logra mejores rendimientos que en suelos sin riego. Puede producirse también en suelos marginales como arenosos y arcillosos con un buen drenaje; no se recomienda para suelos franco-limosos y limosos. Se adapta bien a los suelos con pH de rango 4 a 8.3.

Romero *et al.* (2009) manifiestan que la caña requiere suelos provistos de suficientes cantidades de nutrientes y buena fertilidad ya que es un cultivo que extrae grandes cantidades de nitrógeno, potasio y silicio para evitar así procesos de degradación del suelo.

1.5.2. Temperatura

De acuerdo a Infoagro (2009), el cultivo de caña de azúcar no soporta temperaturas inferiores a 0ºC. Para desarrollarse necesita un mínimo de temperatura de 14 a 16ºC y para la germinación una temperatura óptima que fluctúa entre 32-38ºC.

Ávila (2011) precisa que a temperaturas menores de 19ºC se retarda el desarrollo de la caña, los entrenudos se quedan cortos y se incrementa el período vegetativo, por

tanto, se reduce la producción en tonelaje por hectárea. Los climas adecuados para su explotación son los tropicales y subtropicales.

1.5.3. Radiación

Ruiz (2000) indica que el cultivo de caña de azúcar pertenece al grupo de plantas C_4, capaz de captar mayor luz solar, con longitud de onda en el rango de 400 - 700 nm, que es radición fotosintéticamente activa. Un aumento de la radiación implica una mayor eficiencia fotosintética que está relacionada con la producción y acumulación de carbohidratos.

Ávila (2011) señala que el cultivo caña de azúcar requiere alrededor de 6 a 10 horas luz, aunque en Ecuador los datos meteorológicos muestran un promedio anual de 2025 horas de radiación, o 5,55 horas de luminosidad al día.

El mismo autor indica que, aunque se mejoren las condiciones fisicoquímicas de los suelos, no es posible incrementar los rendimientos en las zonas donde predomina la alta nubosidad; por el contrario, en estas zonas los rendimientos pueden reducirse hasta en un 25 - 35%.

1.5.4. Precipitación

Bustamante (2015) afirma que la caña de azúcar requiere precipitaciones anuales de 1500 a 1700 mm, lo que es un factor importante que define que el cultivo tenga adecuados rendimientos.

Ávila (2011) recalca que para la caña de azúcar la dotación de suficiente agua es indispensable tanto en la formación de glúcidos, disolución y transporte de metabolitos, como en la turgencia de los tejidos. En las fases de germinación, macollamiento y crecimiento las plántulas requieren de un abastecimiento suficiente de agua.

1.5.5. Viento

Según Bustamante (2015), los vientos muy fuertes provocan el acame de las plantas; los fuertes vendavales incluso arrancan las plantaciones. Cuando se presentan vientos

cálidos la transpiración de la planta aumenta, por lo tanto, el cultivo exige un mayor abastecimiento de agua.

1.6. Fitotecnia

1.6.1. Preparación del suelo

La preparación del terreno debe orientarse hacia aquellas labores indispensables para un buen desarrollo del cultivo, teniendo en cuenta las prácticas de conservación y las condiciones óptimas del medio edáfico.

La caña de azúcar se cultiva en la mayoría de suelos, siempre y cuando presente buenas condiciones de drenaje tanto interno como externo, buen contenido de materia orgánica, un pH en el rango de 5.5 - 7.8 para un desarrollo óptimo. En suelos de franco limoso a franco arenoso se obtienen buenos resultados tanto de rendimiento de caña como de azúcar, de acuerdo con Silva (2010)

Rodríguez *et al*. (2002) menciona que con la destrucción de malezas y de residuos de cultivos anteriores, se persigue un aumento en la capacidad de infiltración y retención de agua, excelente aireación e intercambio de aire con el suelo y la atmósfera, y de otras características edáficas como la destrucción de capas compactadas por el déficit en la preparación de suelo y el tráfico de la maquinaria.

1.6.2. Surcada

Esta labor se efectúa realizando surcos o camas debidamente direccionadas, donde se depositan las semillas o material vegetativo que se va a cultivar. Para la ejecución de este trabajo el surcador debe contar con tres vertederas y pautas colocadas en la barra porta – herramienta que asegura una continuidad y paralelismo entre los sucos, con un distanciamiento de 1.50 m y una profundidad de 25 y 35 cm (Rodríguez *et al*, 2002).

1.6.3. Siembra

Según Mateo y Narváez (2013), la siembra es una operación de gran importancia en el cultivo, pues cualquier falla cometida en esta labor, afectará la germinación y por

ende, la producción y la rentabilidad de la explotación, que transcurre entre una siembra y otra en el mismo terreno.

Las semillas son esquejes o trozos de tallo con dos o más yemas. La longitud de los esquejes dependerá del número de yemas, y la longitud de los entrenudos, que varía de acuerdo a la variedad de caña.

1.6.4. Métodos de siembra

Saltos (2015) describe los principales métodos de siembra de caña de azúcar.

Cadena simple

El material vegetativo se siembra directamente en el surco de manera horizontal formando una línea.

Simple traslapada

Se siembra en una hilera horizontal de esquejes, un trozo de caña se superpone por cada dos esquejes, con densidad de 8 a 10 yemas por metro lineal respectivamente.

Cadena doble simple

Siembra de dos esquejes de forma paralelas con densidad es de 10 a 12 yemas por metro lineal.

Doble traslapada

Método recomendado cuando se tiene conocimiento que la semilla no es de óptima calidad; se siembran hileras de dos trozos de esquejes superpuestos de forma lineal, con distanciamientos de 1,20 entre hileras y 35 cm entre surcos.

1.7. Fertilización

Según Perla (2009), la caña posee una alta extracción de nutrientes por lo tanto su requerimiento nutricional es elevado, se ha demostrado que este cultivo agota rápidamente el suelo. Se recomienda efectuar un análisis de suelo antes de la siembra y análisis foliar a los 4 meses de edad del cultivo.

En caso de no existir análisis de suelo se recomienda una aplicación de 202.2 kg/ha de nitrógeno, 79.95 kg/ha de fósforo y 100.1 kg/ha de potasio, fraccionando el

nitrógeno en tres partes para aplicar a la siembra, a los 35 días y a los 6 meses; el potasio en dos fracciones, a la siembra y a los 35 días, mientras que el fósforo se aplica todo a la siembra.

Cáceres (1976) recomienda que si el análisis de suelo indica un término bajo de contenido de nutrientes, las dosis recomendadas son 160 kg/ha de N, 120 kg/ha P_2O_5 y 160 Kg/ha de K_2O; para un término medio, 120 kg/ha de N, 80 kg/ha P_2O_5 y 120 kg/ha de K_2O; para un término alto de contenido de nutrientes, 100 kg/ha de N, 60 kg/ha P_2O_5 y 60 kg/ha de K_2O.

1.7.1. Fertilización de caña soca

Mateo y Narváez (2013) explican que la fertilización de caña soca se fracciona en dos aplicaciones, el primer abonamiento se realiza a los 10 a 12 días después del corte o cosecha, labor que puede ser combinada con el tratamiento de la soca, el segundo abonamiento se puede realizar después de 2 meses.

Perla (2009) plantea que la caña soca utiliza 180 kg/ha de nitrógeno, 36 kg/ha de fósforo, siempre y cuando se haya realizado la fertilización completa en caña planta; el nitrógeno aplicado en dos fracciones, luego de la siembra y 35 días después debido a que es muy volátil, evitando el exceso de este nutriente que puede provocar maduración muy tardía. Lazcano (2002) indica, en base a su investigación en fertilización, que las dosis para la caña de azúcar son 180 kg de nitrógeno, 120 kg de fósforo y 180 kg de potasio por hectárea, para alcanzar un rendimiento 88 t/ha de caña.

La fertilización en caña soca se basa fundamentalmente en nitrógeno, fósforo y potasio y para cañas de doce meses de edad se aplican dosis promedio de 100 kg N/ha, 50 Kg P/ha y 80 Kg K/ha en dos aplicaciones, de dos y tres meses después de corte (MAG, 1991).

1.8. Riego

Burgos (2015) señala que la caña de azúcar requiere una cantidad de agua que varía entre los 1 600 a 2 500 mm/año. Esta variación depende de la zona en la que se

desarrolle el cultivo y la necesidad de agua varía según la etapa de crecimiento de la plantación.

Según Mena and Blanco (1992), el cultivo de caña de azúcar requiere de 150 a 180 mm/mes. Esto va a depender de las condiciones climáticas presentes en cada zona. Es decir, a mayor temperatura, menor humedad relativa y exceso de viento, habrá un mayor consumo de agua. En la etapa de germinación (caña planta), el surco de riego se realiza sobre la semilla, mientras que en caña soca el surco de riego debe estructurarse con un surcador - aporcador, y es necesario hacer el primer riego después de las labores culturales, el último riego pre-zafra se efectúa a los 30 días antes del corte en suelos francos, y 45 días antes en suelos arcillosos.

1.8.1. Sistemas de riego.

Ávila (2011) describe los sistemas de riego más usados en el cultivo de la caña de azúcar, a saber: .

Sistema riego por gravedad (surcos)

Es uno de los sistemas más antiguos y utilizados, que consiste en el desvío del flujo de agua desde una fuente, que por lo general es un río, pozo o reservorio; es de fácil operación y de bajo costo de instalación. Sin embargo, es posible solo en zonas con suficiente disponibilidad de agua para riego.

Sistema de riego por aspersión

Se fundamenta en un mecanismo que conduce el agua a presión hasta las secciones laterales conectadas a aspersores que simulan la lluvia y de manera controlada regulan el riego en volumen y tiempo.

Sistema de riego por goteo

Técnica mediante la que se distribuye agua en pequeñas cantidades y a baja presión mediante una serie de orificios (goteros) que se localizan a lo largo de la manguera. Es muy difundido, útil y rentable en zonas de escasez de agua y de baja retención de humedad.

Martínez (2017) señala los siguientes tipos de sistemas de riego por goteo:

- **Riego por goteo superficial**. Consiste en la aplicación de agua de manera precisa y gradual desde una línea o punto que está dada por una tubería conformada por emisores bajo la superficie de la misma
- **Riego por goteo subterráneo**: La aplicación de agua se realiza bajo la superficie del suelo a través de emisores moldeados en la pared interna de la tubería, proporcionando el líquido vital mediante gotas con un fino chorro.

1.9. Control de malezas

Según Bustamante (2015), el control de malezas se puede realizar de forma manual, mecánica y química, toda vez que los semilleros deben permanecer limpios desde la germinación hasta el cierre del cañaveral, que es el lapso que la planta no puede competir eficazmente con las malezas.

El mismo autor añade que el período crítico de competencia de la caña planta con los arvenses, ocurre entre los veinte y cien días a continuación de la siembra y para las socas entre los veinticinco y noventa días posteriormente al corte. A partir de los noventa o cien días, la sombra que dispone el follaje es suficiente para no permitir el crecimiento de las malezas. El combate de las malezas en el cultivo de la caña debe ser integrado, ya que se deben considerar los métodos culturales, mecánicos y químicos.

Toledo y Cruz (2014) argumentan que las malezas ocasionan un descenso en rendimiento del cultivo debido a que compiten directamente por agua, nutrientes, luz y espacio. Para un óptimo manejo contra los arvenses debe realizarse en las primeras etapas de cultivo con aplicación de herbicidas preemergentes o postemergencia.

1.9.1. Control manual

Jaime y Gómez (2009) manifiestan que el método de control se realiza con palas o azadones, es recomendable en caña soca que en planta porque puede ocasionar daños y se efectúa en zonas pequeñas donde el trabajo es realizado mayormente por la mano de obra familiar.

1.9.2. Control mecánico

El control mecánico se utiliza con mayor frecuencia en áreas extensas de cultivos de caña, es más eficaz cuando no se ha desarrollado por completo la planta y presenta una humedad mínima, debido a que puede compactarse el terreno por el uso de maquinaria y que vuelva a rebrotar la maleza (Jaime and Gómez, 2009).

1.9.3. Control químico

Según Sandoval (2014), en este método de control se toma en cuenta la etapa de crecimiento de las malezas, es decir cuando han germinado o a iniciado la germinación, ya que esto depende de la selección y uso de los productos químicos que se utilizarán, en dependencia de si las malezas pertenecen a la familia de las gramíneas, de las ciperáceas, o si son de hoja ancha (dicotiledóneas).

1.10. Maduración y cosecha

La cosecha de caña soca debe realizarse cuando alcance el tiempo adecuado, que va de la mano con la fase de maduración máxima que se obtiene en base a la técnica de manejo, donde se determina que la caña se cosecha cumpliendo con los principios indicados por Anastacio y Estefanía (2013).

- Buen estado de madurez
- Corte de caña hasta el suelo (entrenudos ricos en azúcar)
- Despunte de caña (eliminación de entrenudos superiores inmaduros)
- Caña limpia (sin hojas, raíces)

1.11. Grado Brix

El jugo de caña está compuesto por azúcares, entre los componentes principales están, la sacarosa como el principal constituyente, seguido de las concentraciones menores como la glucosa, fructosa y oligosacáridos. Los componentes que no son azúcares están las sales de ácidos orgánicos e inorgánicos, ácidos carboxílicos, aminoácidos, proteínas, polisacáridos solubles, almidón, ceras, grasa y los compuestos en contenidos menores están los flavonoides, polifenoles, según van der Poel *et al.* (1998), citado por Zossi *et al.* (2010).

Uno de los indicadores de calidad del jugo de la caña de azúcar es el porcentaje de sólidos solubles o grados Brix, cuyo rango fluctúa normalmente en producción entre 16 y 24 grados Brix (Chávez, 2004, Durán, 2010, citados por Armero (2012).

Ramón (2011) manifiesta que para la medición de los grados Brix en caña se pueden practicar dos métodos, el Brix basal o inferior tomando la muestra en el tercer y quinto entrenudo visible de la base del tallo, y el Brix apical o superior, en el séptimo y octavo entrenudo desde la primera lígula.

1.12. Plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades en caña de azúcar de algunos países han provocado pérdidas significativas para el sector agro-industrial, contabilizando a nivel mundial alrededor de 1500 especies de insectos dañinos y más de 200 plagas que embisten al cultivo (Mendoza y Garcés, 2013). En Ecuador se ha comprobado 33 insectos plagas y 15 enfermedades que tienden a ser nativas de la zona, y otras que han sido introducidas por medio de material vegetativo.

Mendoza *et al.* (2013) comentan que la caña de azúcar está distribuida en varias provincias que representan diferentes condiciones edafoclimáticas, presentando así una variedad de ambientes tanto favorables como desfavorables para el desarrollo de insectos que afectan al cultivo.

1.12.1. Insectos plagas

Pereira *et al*. (2013) registran las plagas consideradas más importantes que atacan a la caña de azúcar en el Ecuador son:

- Salta hojas (*Perkinsiella saccharicida)*
- Áfido amarillo (*Sipha flava*)
- Barrenador de tallo (*Diatraea sacharalis*)
- Salivazo *(Mahanarva andigena)*
- Piojo algodonoso (*Orthezia praelonga*)
- Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*)
- Falso medidor (*Mocis latipes*)

- Minador de hoja (*Dicranoctetes saccharella*)
- Barrenador gigantes Telchin (=Castnia) licus
- Picudo rayado (*Metamasius hemipterus*)
- Perforador menor de tallo (*Elasmopalpus lignosellus*)
- Áfido blanco (*Melanaphis sacchari*)
- Cochinilla harinosa o cochinilla rosada (*Saccharicoccus sacchari*)
- Chinche de encaje (*Leptodictya tabida*)
- Escama blanca (*Duplachionaspis divergens*)
- Escama rayada (*Pulvinaria sp*)
- Ratas (*Sigmodon hispidus*) y (*Mus musculus)*

A continuación, se exponen detalles de las plagas más frecuentes en el trópico.

Salta hojas *(Perkinsiella saccharicida)*

Es una plaga de importancia en zonas azucareras, se reportó en Ecuador en 1966, puede ocasionar pérdidas en la producción y rendimiento de la caña. Normalmente las poblaciones de este insecto en el campo son erráticas ya que se pronuncia con periodo alto, bajo y moderado poblaciones. Las ninfas cruzan por cinco estados que duran 4 a 9 días, y se agrupan en la parte inferior de la hoja y los adultos en la parte superior cerca del cogollo.

Uno de los principales daños es que los adultos y ninfas succionan la savia y provocan heridas al alimentarse; estas heridas, por la solución azucarada que segregan, ocasionan presencia de fumagina, que a su vez provocan la reducción de la fotosíntesis y consecuentemente hasta un 36% de pérdidas en la producción. Como medidas de control se emplean enemigos naturales.

Figura 6. Sitio de postura de oviposiciones y adultos de *Perkinsiella saccharicida.*

Áfido amarillo (*Sipha flava*)

Este insecto que se encuentra ampliamente distribuido en el litoral ecuatoriano, es enemigo natural importante en la caña de azúcar, vive en colonias y se aloja en el envés de las hojas y se reproduce por partenogénesis; puede medir de 1.5 a 2.0 mm de largo y su reproducción pueden dar de 50 a 90 crías en promedio de tres dás. En campo este áfido puede ocasionar un 17% de pérdidas de producción, con una reducción de 45% de altura de planta.

Figura 7. Áfido amarillo en el envés de la hoja de caña de azúcar.

Barrenador de tallo (*Diatraea saccharalis)*

Es una especie única reportada en caña de azúcar ocasionando altos perjuicios en el rendimiento industrial. Los daños más comunes por larvas afectan a los brotes jóvenes ocasionando la muerte en la yema apical; las larvas hacen galerías que permiten el ingreso de microorganismos que causan disminución del peso y calidad del jugo debido a la pudrición roja.

Un estudio efectuado en cuatro variedades de caña (Ragnar, CC85-92, CR74-250 y B76-78) reporta pérdidas de 0,3 a 1,4 kilogramos de azúcar por tonelada de caña y 0,4 a 1,1% de peso (Mendoza *et al.,* 2013).

Figura 8. Daño causado por la larva *Diatraea saccharalis.*

Falso medidor (*Mocis latipes*)

Es una plaga muy polífaga que tiene una distribución amplia en las regiones productoras de caña de azúcar en Ecuador, en estado larval presenta un tamaño de 40 mm de largo. En la hoja de caña se presentan unos huevecillos de color verde, al final su coloración va de marrón oscuro a amarillo pálido. Esta plaga causa daños severos en las hojas que pueden ser consumida en su totalidad dejando solo la nervadura central, afectando el desarrollo de la planta, siendo las cañas más grandes las menos afectadas.

El control de esta plaga se puede evitar con un buen manejo agrícola y un control oportuno de la incidencia de malezas.

Figura 9. Larva de falso medidor en plantación de caña.

Roedores

Mendoza *et al.* (2013) reportan que en Ecuador en el año 1998 – 1999 se presentó un ataque severo de ratas en el ingenio La Troncal, con pérdidas del 70% de la producción, identificándose las siguientes especies: Victor Coronel

- *Sigmodon hispidus*: rata cañera, algodonera y arrocera.
- *Oryzomys sp*: tamaño mediano
- *Rattus rattus:* rata negra
- *Mus musculus:* ratón doméstico pequeño y orejón

1.12.2. Enfermedades

Mendoza y Garcés (2013) enlistan las principales enfermedades de la caña de azúcar en Ecuador:

- Roya anaranjada *(Puccinia kuehnii)*
- Roya café (*Puccinia melanocephala*)
- Gomosis de la caña de azúcar *(Xanthomonas axonopodis)*
- Muermo rojo *(Physalospora tucumanensis)*
- Mal de piña *(Ceratocystis paradoxa)*
- Mancha del anillo *(Leptosphaeria sacchari)*
- Mancha de ojo *(Drechslera sacchari)*
- Cogollo retorcido *(Gibberela moniliformis)*
- Carbón *(Ustilago scitaminea)*
- Mancha parda *(Puccinia melanocephala)*
- Raquitismo de la soca *(Leifsonia xyli)*
- Mosaico *(ScMV potyvirus)*
- Carbón (*Sporisorium scitamineum*)

A continuación, detalles de las enfermedades más frecuentes en el trópico.

Roya anaranjada *(Puccinia kuehnii)*

Según Zamora (2014), esta enfermedad foliar es causada por un hongo, sus síntomas iniciales son la presencia de manchas amarillas alargadas, cuando aumentan de tamaño, en el envés de la hoja se presentan pústulas de color anaranjado o anaranjado pálido. La roya anaranjada presenta infecciones en área media y basal de la hoja y manchas en las pústulas, a diferencia de la roya café que presenta lesiones de mayor tamaño y más alargadas.

Esta enfermedad no produce daños alarmantes, pero debe monitorearse en cultivos en proceso de adaptación y se debe aplicar alternativas de escape, ya que produce lesiones y esporulación activas hasta la madurez de la planta, se recomienda para un mayor control cultivar variedades resistentes.

Figura 10. Lesiones causada por *Puccinia kuehnii* en el envés de la hoja.

Roya café (*Puccinia melanocephala*)

Enfermedad de importancia económica producida por el hongo *Puccinia melanocephala*, que ataca principalmente a la parte foliar, y se considera como una enfermedad severa que produce pérdidas de peso, siendo más intensa a los cuatro meses de edad del cultivo, cuando el ataque provoca lesiones de color rojizo oscuro que conlleva el secamiento de las hojas.

La disminución de la enfermedad se ha manteniendo gracias a un buen manejo y control del cultivo, tanto en fertilización que después de los 4,5 meses la planta comienza a producir nuevo follaje una vez que haya captado los niveles de nitrógeno de la aplicación realizada. CENICAÑA (2016)

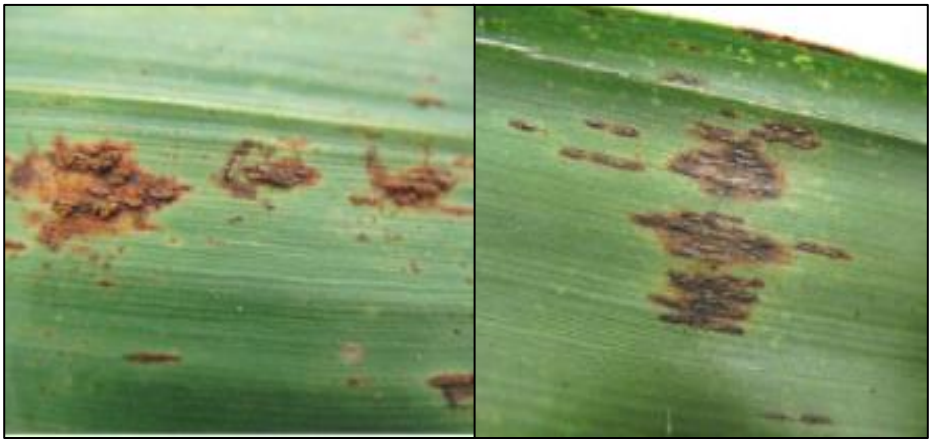


Figura 11. Síntomas de la roya café en lámina foliar de caña de azúcar

Mancha de ojo *(Bipolaris sacchari)*

Esta enfermedad es causada por un hongo que produce lesiones en las hojas (0.5 a 6.0 mm de largo por 0.5 a 3.0 mm de ancho. Su síntoma inicial es la presencia de lesiones con un centro rojizo y un halo amarillo bien señalado que tiende a desaparecer a medida que aumenta el tamaño, pero si las hojas muestran múltiples lesiones provocan necrosamiento que cubre gran parte de la hoja (Mendoza, 2013).

Figura 12. Síntomas de mancha de ojo en lámina foliar en 100X (izquierda)

Carbón (*Sporisorium scitamineum*) H. Sydow. y P. Sydow (Basidiomycota: Ustilaginales)

Una característica de esta enfermedad es la presencia de una estructura semejante a un látigo a partir del meristema apical, su estructura presenta una apariencia corchosa que está cubierta por esporas (clamidosporas) que en conjunto es de color negro.

CINCAE (2013) advierte que “los látigos pueden llegar a medir unos 1.5 metros, pueden ser rectos o curvos, pudiéndose observar una abundante presencia de tallos herbáceos; las hojas infectadas son delgadas, cortas y rígidas, entrenudos largos y tallos más delgados. Cuando se detecte la enfermedad se recomienda cubrir los látigos con fundas de papel para luego ser cortados y quemados, extraer la cepa o aplicar glifosato con dosis (6 l/ha, 40 cc/l).

Figura 13. Crecimiento herbáceo y múltiples látigos en clon susceptible.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación y descripción del ensayo

El estudio se desarrolló en el Centro de Apoyo Río Verde de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, ubicada en la comuna Río Verde, en el Km 32 vía Salinas – Guayaquil, provincia de Santa Elena.

El sitio experimental se encuentra ubicado a 02º 18' 24.1″ Sur y 80º 41' 57,2'' Oeste, a 25 msnm, de topografía plana con una pendiente del 1%, humedad relativa de 79%, precipitaciones anuales promedio de 100 mm durante los meses de invierno y 0,2 mm/mes en verano, luminosidad de 4 - 6 horas luz/día y una temperatura media/anual de 24 ^{0}C.

El periodo de investigación fue del 30 de octubre del 2015 al 30 de septiembre del 2017.

2.2. Características de: suelo, agua, clima y foliar

2.2.1. Características del suelo

El análisis físico y químico del suelo se realizó en el laboratorio de la Estación Experimental Litoral Sur INIAP – Boliche en el cual se determinó que el suelo es de textura franco arcillo-arenosa. La Tabla 1 indica la composición de los macro y micronutrientes del análisis de suelos que reporta el indicado laboratorio. En la Tabla 2 se muestran los resultados de textura y materia orgánica del suelo de la parcela experimental.

Tabla 1. Propiedades químicas del suelo

Elementos	Cantidad µg/ml	Interpretación
pH	6,4	Ligeramente ácido
Nitrógeno	25	Medio
Fósforo	29	Alto
Potasio	218	Alto
Calcio	3569	Alto
Magnesio	961	Alto
Azufre	208	Alto
Zinc	0,5	Bajo
Cobre	3,1	Medio

Elementos	Cantidad µg/ml	Interpretación
Hierro	10	Bajo
Manganeso	18	Alto
Boro	0,59	Medio

Fuente: INIAP (2016)

Tabla 2. Análisis de textura y materia orgánica.

Identificación	*Textura (%)			*Clase textual	(%)	meq/100ml				Ca	Mg	Ca+Mg
	Arena	Limo	Arcilla		*M.O.	K	*Ca	*Mg	Σ Bases	Mg	K	K
PROY. Caña de azucar	55	16	29	Franco-Arcillo- arenoso	0.60 B	0.56 A	17.85 A	7.91 A	26.31	2.26 M	14.15 A	46.07 M

Alto: A, Medio: M, Bajo: B
Fuente: INIAP (2016)

2.2.2. Informe del análisis de agua del Centro de Apoyo Río Verde

El análisis de la calidad de agua en el Centro de Apoyo Río Verde de la UPSE aporta los siguientes resultados (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis químico de agua

Identificación del lote	uS/cm	mg/L				meq/L				pH	RAS	PSI	%Na
	CE	Ca	Mg	Na	K	*CO3	*HCO3	*Cl	*SO4				
Río Verde - Canal	340,00	38,50	6,80	19,30	8,90	ND	2,90	1,00	ND	7,70	1,00	1,00	25,29

Fuente: Anchundia y Mera (2015)

Según los resultados anteriores el agua se clasifica como C2S1, es decir, aguas de buena calidad, aptas para el riego de cultivos agrícolas.

2.2.3. Características climáticas

En la Tabla 4 aparecen los datos de clima del periodo 2013 -2014 en base a la estación meteorológica UPSE-INAMHI.

Tabla 4. Características climatológicas del Centro de Práctica de Río Verde

Mese	Temperatura °C			Heliofania acumulada/mes (hora/luz)	Precipitación/mm	Humedad relativa %	Evotranspiración potencial, mm mes
	Max	Min	Media				
Enero	30,30	19,30	24,80	131,10	3,20	80,98	8,50
Febrero	31,60	22,30	26,90	101,10	1,40	78,50	7,30
Marzo	30,70	23,60	27,15	86,00	-	81,00	4,63
Abril	30,50	22,30	26,40	92,00	1,60	79,50	6,72
Mayo	27,70	20,60	24,15	128,50	0,60	75,60	6,91
Junio	25,70	20,40	23,05	48,30	-	76,70	4,85
Julio	23,40	19,50	21,45	52,00	0,97	81,50	3,24
Agosto	24,60	19,00	21,80	11,00	0,20	85,00	3,07
Septiembre	25,40	18,00	21,70	94,00	-	80,30	3,50
Octubre	24,50	18,60	21,55	53,60	-	81,60	2,91
Noviembre	25,40	18,60	22,00	168,60	-	78,00	4,08
Diciembre	26,40	18,70	22,55	223,70	-	81,00	4,37
Total/X	**27,18**	**20,08**	**23,63**	**1189,90**	**7,97**	**79,97**	**5,01**

Autor: Yépez (2018)
Fuente: Estación meteorológica UPSE-INAMHI

2.2.4. Análisis químico de follaje de la caña soca

El análisis foliar para el cultivo caña de azúcar (soca), realizado en el laboratorio de la Estación Experimental Litoral Sur INIAP-Boliche, arroja los siguientes resultados (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados de análisis químicos de follaje

Datos del Lote		(%)						(ppm)				
Identificación	Área	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
PROY. Caña de azúcar	0.50 HA	1.8 D	0.28 A	1.46 A	0.55 E	0.25 A	0.18 A	14 D	6A	140A	46A	11A

Deficiente: D, Adecuado: A, Excesivo: E
Fuente: INIAP (2016)

2.3. Material biológico. Principales características

El material vegetativo de las variedades estudiadas fue proporcionado por el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE). En la Tabla 6 se muestran los tratamientos, variedades (procedencia y código) que se evaluaron.

Tabla 6. Variedades y tratamientos evaluados

Tratamientos	Variedades	
	Procedencia	**Código**
T1	Barbados	B49 – 119
T2	Brasil (Copersucar)	SP80 – 1842
T3	Colombia	CC85 – 92
T4	Cuba	C1051 – 73
T5	Hawái	H56 – 4848
T6	India (Coimbatore)	Co213P
T7	República Dominicana	CR74 - 250
T8	Venezuela	V 71 - 51

2.3.1 B 49-119

Machado (2001) indica que la variedad B 49-119 es proveniente del cruce entre B35218 y B4098 con presencia de poca cantidad de sacarosa, buen cultivar, buen sabor de sacarosa, además esta variedad es resistente a ciertas enfermedades que se especifican en los siguientes países como la gomosis (Madagascar), roya anaranjada (República Dominicana, Barbados). A su vez es susceptible a Mosaico (Jamaica) escaldadura de la hoja (Barbados, Guyana, Puerto Rico, Venezuela, Kenia), mancha de ojo (Jamaica), roya café (Caribe, Brasil, Hawai, Kenia, Sudáfrica, Madagascar, Venezuela).

2.3.2 SP80 -1842

El mismo autor especifica que variedad SP80-1842 se da del cruce entre SP71 -1088 y H57 -5028, expuesto e inducido en Sao Paulo en 1993. Esta variedad dentro de sus propiedades presenta una cosecha temprana con buena formación y producción de fibra y sacarosa. Es resistente al Mosaico, mancha de ojo. Susceptible a: escaldadura de la hoja.

2.3.3 C85-92

De acuerdo a Jorge (2002), la variedad CC85-92 se originó por el policruzamiento de la variedad Co775 x CP52-68, dentro sus características presenta un crecimiento

medianamente inclinado con alto macollamiento, un tallo con coloraciones moradas entrenudos, altura de tercio medio de 12 cm y diámetro de 32 mm como promedio, con textura lisa, con ausencia de yema y escasa presencia de cera.

Caracteres agronómicos sobresalientes

La germinación es excelente con un 85%, macollamiento entre 10 y 12 tallos por cepa, floración es muy escasa y buena adaptación en diferentes suelos, excepto a suelos salinos.

Aspectos Sanitarios

Esta variedad es resistente a enfermedades de carbón, roya, café, mancha de anillo y a la mancha de ojo y presencia intermedia de raquitismo de las socas.

2.3.4 C1051-73

Variedad cubana, proveniente del cruce entre B42231 x C431 – 62, tomada como un material de segundo nivel, presenta buena adaptación local, buena germinación, alto contenido de sacarosa, resistente a roya café, mancha de ojo y Mosaico, de acuerdo a Machado (1991).

2.3.5 H56 -4848

Según Saltos (2015), esta variedad se produce con el clon H44-3098, originaria de Hawái, a elevaciones altas sobre el nivel del mar, esta variedad cambia en el sabor, la maduración de la misma es más tardía debido a la poca luminosidad. Esta variedad es poco susceptible al virus del mosaico y la roya, además es tolerante al carbón (*Ustilago scitaminea),* mancha ojival (*Helminthosporium sacchari),* escaldadura foliar *(Xanthomonas albilineans)* y pudrición roja *(Colletotrichum falcatum),* en el caso del carbón, son necesarias pruebas de inoculación.

2.3.6 Co213P

El cruce entre los clones POJ213 x Co.291, da como resultado esta variedad de la India. Promisorio (México) Mosaico, podredumbre roja (India) gomosis, Mosaico (Inglaterra) Mosaico (Sudáfrica) susceptible al tizón (Brasil) susceptible al tizón (India) susceptible al tizón (Momba) según Machado (1991).

2.3.7 CR 74-250

Machado (2001) especifica que el cruce de la variedad CR 74-250 se da entre CP5268 y B45181, variedad de buen material vegetal proveniente de Central Romana, República Dominicana, con buenas perspectivas en suelos, alto nivel de producción. Además, esta presenta un alto nivel de germinación, con tallo ligeramente inclinado, buen tonelaje. Esta variedad es apta para zonas cálidas y no para zonas lluviosas, también presenta buena formación de fibra y sacarosa y buen nivel de maduración. Resistente a: roya, escaldadura de hoja.

2.3.8 V71-51

Según Jorge *et al*. (2013), esta variedad se da en el cruzamiento de los clones L60-25, por tanto es originaria de Venezuela. Presenta un tallo largo, recto, un entrenudo de 10 a 12 cm, diámetro de 30 mm, nudo de 2 mm de ancho, hoja larga, ancha y péndula con la punta doblada.

Caracteres agronómicos sobresalientes

La germinación es excelente, de crecimiento vigoroso y con un macollamiento que está entre 10 y 12 tallos por cepa con tendencia al volcamiento.

Aspectos sanitarios

Esta variedad es resistente a enfermedades como el carbón, roya café, roya naranja, mosaico, raquitismo de las socas y escaldadura de la hoja y poca presencia del virus de la hoja amarilla.

2.4. Diseño experimental

2.4.1. Análisis estadístico

Para determinar si entre los tratamientos existe diferencia significativa, se trabajó con la prueba de Duncan al 5% de probabilidad de error (Tabla 7).

Tabla 7. Grados de libertad del experimento.

Fuente de Variación	Grados de libertad
Tratamientos (n - 1)	7
Bloques (r - 1)	2
Error experimental (n -1) (r -1)	14
Total	23

2.4.2. Delineamiento experimental

La distancia entre hileras fue de 1,5 metros. La variedad Ragnar, se utilizó como barrera protectora en cada repetición, como se especifica en la Figura 15. Sobre el delineamiento experimental se detalla en la Tabla 8.

Tabla 8. Delineamiento Experimental

Diseño experimental	Bloque completamente al azar
Tratamientos	8
Repeticiones	3
Total de unidades experimental	24
Área total de la parcela (6 x 5)	30 m²
Área útil de la parcela (5 x 3)	15 m²
Área del bloque (48 x 5)	240 m²
Área útil de bloque (15 x 8)	120 m²
Efecto de borde	0 m
Distanciamiento entre hileras	1,5 m
Distanciamiento entre plantas	Siembra continúa
Longitud de la hilera-surco	5 m
Número de esquejes por surcos	15
Número de esquejes por parcelas	60
Número de esquejes por experimento	1440
Número de esquejes por hectáreas	20 000 (10 T)
Forma de la parcela	cuadrada
Distancia entre parcela	0 m
Distancia entre bloque	2 m

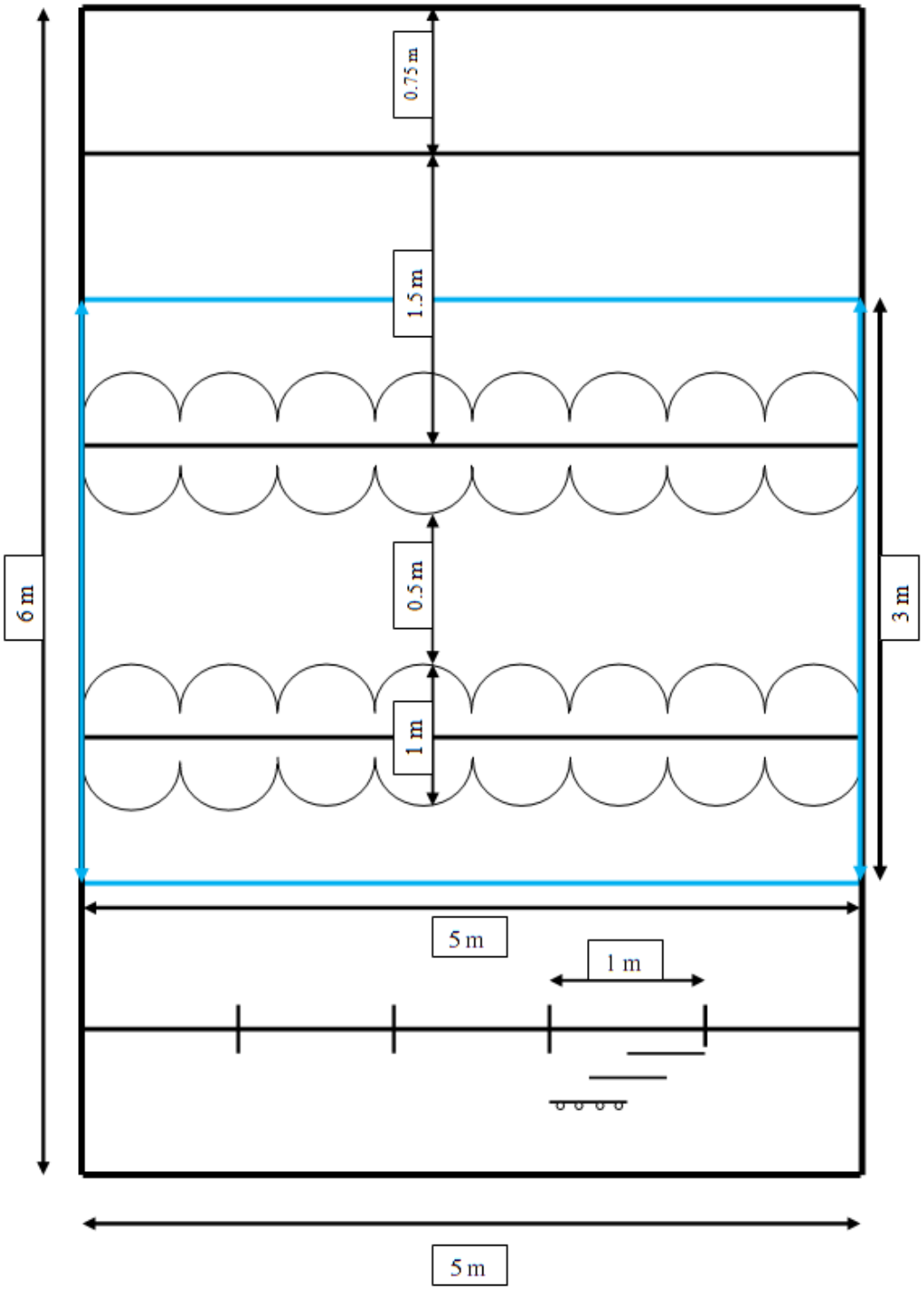


Figura 14. Diseño de la parcela experimental de caña de azúcar.

Área total de la parcela: 30 m^2

Área útil de la parcela: 15 m^2

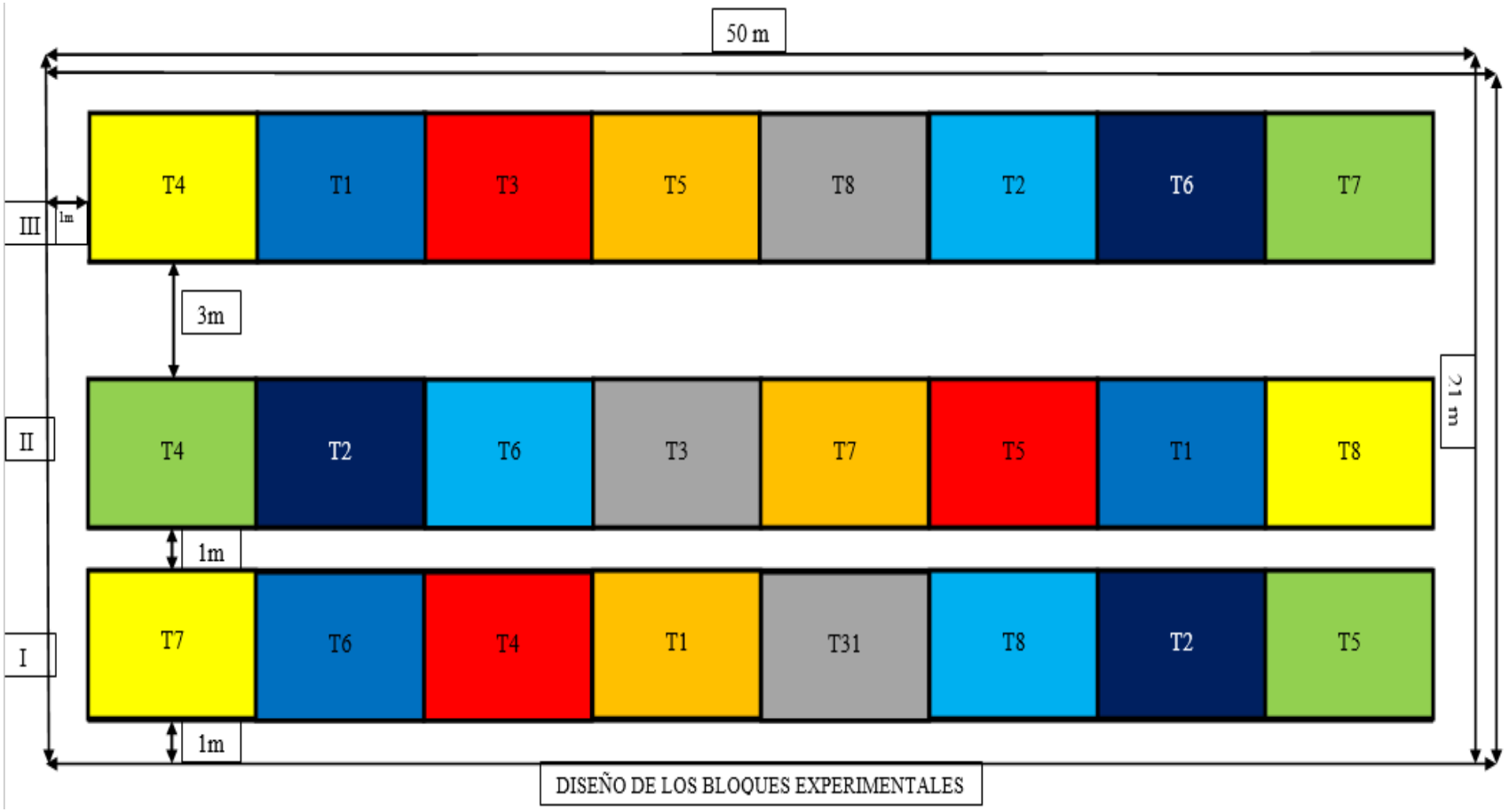


Figura 15. Distribución de los tratamientos y bloques experimentales

2.5. Manejo del experimento

2.5.1. Preparación de suelo

La preparación del terreno del cultivo se realizó al momento de la siembra de caña planta. En el caso de las socas se procedió a efectuar la limpieza de los residuos después corte.

2.5.2. Descostillado

En esta actividad se procedió a trabajar en cada uno de los tratamientos, de forma manual con el propósito de rearmar los surcos, para ello se retiró tierra a los costados del surco, para evitar maleza y además realizar un pequeña zanja para realizar la fertilización para evitar volatilización de productos químicos.

2.5.3. Aporque

El trabajo de aporque consistió en arrimar tierra al surco, para volverlo a acondicionar, facilitar el riego y evitar pérdidas por exceso de agua, además se trabajó en el tapado de zanja donde se realizó la fertilización. De la misma manera se efectuó un destronque de los trozos de tallos que se dejaron durante el corte, para tener un rebrote de forma uniforme en toda el área.

2.5.4. Resiembra

Se procedió a realizar una resiembra en los tratamientos donde el material vegetativo no germinó o donde las plantas se perdieron después del corte, ya sea por el volcamiento a temprana edad o por el corte profundo que pudo afectar las cepas.

2.5.5. Control malezas

El control de malezas en caña soca se efectuó de forma manual, dependiendo de la incidencia de las mismas en el cultivo.

2.5.6. Manejo fitosanitario

El manejo fitosanitario en la plantación de caña de azúcar para determinar la presencia de plagas y enfermedades, se ejecutó de manera directa a nivel de las hojas y tallos, el cultivo presentó en el segundo año de fase de caña soca la plaga áfido

amarillo (*Sipha flava*), a los cuatros meses de edad, con un 25% de hojas infestadas, por tanto, se procedió a realizarle un control químico, en toda la plantación. Se utilizó el insecticida sistémico Acefate (Orthene 75 PS), que se le aplicó con bomba de mochila en cada uno de los tratamientos con doble pasada en cada uno de los bloques. En cuanto a enfermedades la plantación presentó poca infestación de Roya anaranjada (*Puccinia kuehnii*) y Mancha de ojo (*Bipolaris sacchari*), en los dos años de investigación, no fue necesario realizar manejo, debido que la planta a los cuatro meses captó los niveles de nutrientes y comenzó a producir nuevo follaje.

2.5.7. Fertilización

El manejo nutricional de la caña de azúcar es uno de los pilares fundamentales para optimizar el resultado de los sistemas de explotación, es por ello que el manejo de fertilización en fase de caña soca, en los años 1 y 2, se le segmentó en dos aplicaciones en donde la primera fertilización se lo realizó en los primeros 12 días después del corte de caña planta y la segunda aplicación a los dos meses de la primera aplicación. Las dosis determinadas para el primer año de fase de caña soca, se basó en base al análisis de suelo ya realizado en el proceso de caña planta, con dosis de 42 kg de Sulfato de Amonio, 6.5 kg de Sulfato de Potasio y 15 kg de DAP.

Para el segundo año de investigación se obtuvo un análisis de suelo y análisis foliar que se ejecutó a los 4 meses de edad de la primera fase de caña soca, para conocer el estado nutricional de la planta y con dichos análisis determinar una nueva dosis fertilización, que se le determinó con dosis de 50 kg Nitrato de amonio, 7.2 kg muriato de potasio y 16 kg, DAP (Fosfato diamónico).

El proceso de aplicación de la fertilización fue de forma manual y consistió una vez cortada la caña planta y realizado el tratamiento de las socas, se procedió a realizar un riego en toda el área de estudio un día ante de la aplicación, luego se distribuyó colocando el abono al lado del surco a una distancia de 15 centímetros de la planta, dándole una labor de aporque para evitar volatilización, debido a que el nitrógeno es muy volátil y el fósforo se lava muy fácilmente, por ello se fraccionó en dos aplicaciones. En cuanto al fósforo es poco móvil en el suelo y se aplicó todo, cabe

recalcar que la fertilización se fracciona debido a la característica del cultivo de los fertilizantes químicos.

2.5.8. Riego

El riego de caña soca a diferencia de la caña planta, se realiza en intervalos de 15 a 20 días, esto se debe a su mayor profundidad radicular, que hace factible absorber agua en capas más profundas. El primer riego se efectuó después de ser retirada toda la caña del primer corte del área de estudio, debido que para la maduración de la caña fue sometida a un estrés hídrico antes de la zafra, además fue maltratada por el corte, el alza y transporte, posteriormente se le realizó un segundo riego al cuarto día. Durante los primeros 45 días del cultivo los intervalos de riego fueron de 7 a 8 días, luego se determinó el momento de riego de acuerdo a las características del suelo, del clima y del desarrollo de la caña, dando así, que cada 15 días se le aplicaba un riego.

2.5.9. Cosecha

El trabajo de cosecha se desarrolló a partir de los 12 meses de edad del cultivo, y se efectuó por cada unidad experimental, eliminando los bordes para la obtención de los datos considerados en la investigación, de los cuales se tomaron la altura de planta, diámetro de tallo y grados Brix.

2.6. Variables experimentales

Las variables experimentales que se evaluaron en la investigación en los 12 meses de caña soca, en los años 1 y 2, fueron las siguientes:

2.6.1. Altura de planta (ALPLA)

Para la determinación de la variable se consideró un área útil de la parcela de un metro, tomando diez plantas de caña al azar la longitud total del tallo se midió en metros, con un flexómetro desde la base del tallo hasta la primera hoja visible. Esta variable puede estar en el rango de < 2.5 m son cortos; 2.5 a 3.5 m medianos y > 3.5 m largos (Ranjel *et al.*, 2003).

2.6.2. Diámetro de tallo (DIATA)

La toma de datos de diámetro de tallo se hizo utilizando un calibrador o pie de rey. Se seleccionaron diez cañas al azar en un metro lineal del área de parcelas útil en cada tratamiento.

Según a Ranjel et al. (2003), el diámetro puede variar de 1 a 5 cm y clasificarse: < 2.0 cm muy delgado; 2.1 a 2.5 cm delgado; 2.6 a 3.0 cm mediano; 3.1 a 3.5 cm grueso y > 3.6 cm muy grueso. Cabe especificar que si el tallo de la sección basal es superior a 2,6 cm posee resistencia al acamado.

2.6.3. Análisis de grados Brix

La determinación de los grados Brix se realizó con el refractómetro digital Atago, Brix [grados], en el campo se determina el porcentaje de sólidos solubles. La medición final es el promedio del Brix apical y el Brix basal, de acuerdo a la fórmula (Brix basal + Brix apical)/2

2.6.4. Tonelada de caña por hectárea (TCH)

La determinación de la producción de toneladas de caña por hectárea, se realizó a los 12 meses de edad, con el corte de los tratamientos en su totalidad. El peso de caña fue en kilogramos y se usó la siguiente fórmula:

$$\mathrm{T} = \frac{Pcs \times 10000 m^2}{\grave{A} rea\ de\ la\ parcela\ m^2 \times 1000}$$

Dónde:

T = Rendimiento t/ha

Pcs = Peso de caña producida en la parcela kg

Área de la parcela m^2

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados del primer año de caña soca

3.1.1. Análisis de varianza de altura de planta

La Tabla 9 contiene el análisis de varianza ANDEVA de los resultados estadísticos de altura de planta de caña (soca) a los 12 meses de edad de los tratamientos, se puede observar que para las variables evaluadas existen diferencias significativas al 1% de probabilidad con respecto a la F calculada, siendo el coeficiente de variación de 2,92 %.

Tabla 9. Análisis de la varianza de altura de planta a los 12 meses, soca 1.

F.V	G.L	F/calculado	F/tabla	
			5%	1%
Tratamientos	7	6,96**	2,76	4,28
C.V.	2,92 %			

La Figura 16 muestra cuatro grupos estadísticos de conformidad con la prueba de Duncan, determinando que los tratamientos con mayor altura de planta son T2 (SP80-1842), T3 (CC85-92), T6 (Co213P) y T7 (CR 74-250) con 2,54, 2,52, 2,49 y 2,48 m respectivamente, estadísticamente son iguales; seguidos del tratamiento T4 (C1051-73) con 2,47 m. Los grupos estadísticos con menor altura son el conformado por los tratamientos T5 (H56-4848) y T1 (B49-119) con medias de 2,34 y 2,34 m, respectivamente; y el integrado por el T8 (V 71 - 51) con 2,24 m.

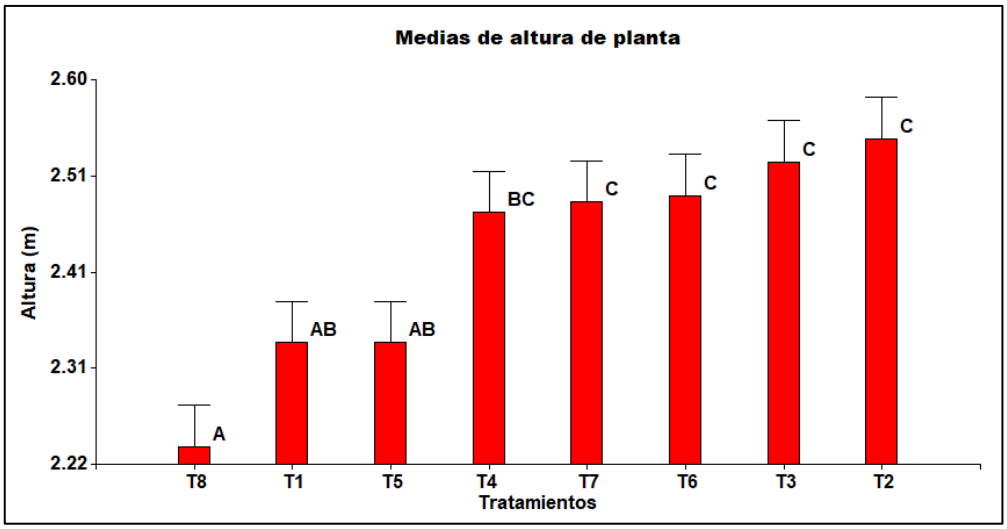


Figura 16. Análisis de las medias de altura de planta a los 12 meses, soca 1.

3.1.2. Análisis de varianza de diámetro de tallo

La Tabla 10 muestra el análisis de la varianza, ANDEVA, de la variable diámetro del tallo, indica que existen diferencias estadísticas significativas en la F calculada al 1% de probabilidades, con un coeficiente de variación de 3,89 %, el mismo que es apto para la investigación realizada en campo abierto.

Tabla 10. Análisis de la varianza de diámetro del tallo a los 12 meses, soca 1.

F.V	G.L	F/calculado	F/tabla	
			5%	1%
Tratamientos	7	4,55**	2,76	4,28
C.V.	3,89 %			

Los resultados de la prueba de Duncan se muestran en la Figura 17 se formaron cuatro grupos estadísticos; el grupo uno integrado por los tratamientos con mayor diámetro de tallo, a saber, el T8 (V 71 - 51) y T5 (H 56-4848) con 3,14 y 3,11 cm, respectivamente; el grupo dos por los tratamientos T3 (CC85-92) y T7 (CR 74-250) con 3,00 cm y T1 (B 49-119) con 2,93 cm; el grupo 3 conformado por los tratamientos T2 (SP80-1842), T4 (C 1051-73) con 2,88 cm (iguales), y el grupo cuatro representado por T6 (Co213P) con 2,70 cm.

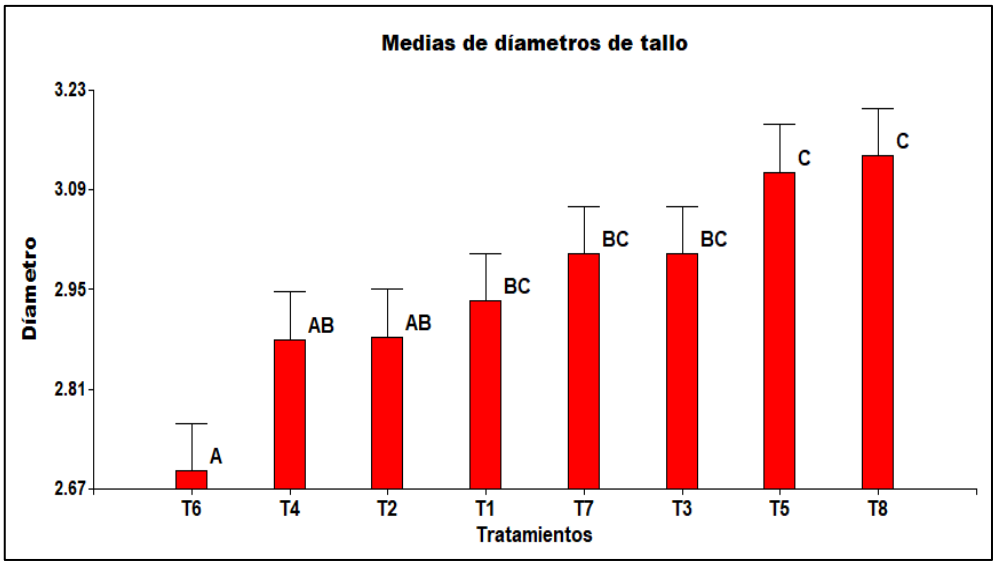


Figura 17. Análisis de las medias de diámetro de tallo a los 12 meses, soca 1.

3.1.3. Análisis de varianza de grados Brix

El análisis estadístico de la variable grados Brix obtenido en base al ANDEVA (Tabla 11) indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en la F calculada al 5% de probabilidades, con un coeficiente de variación de 4,88 % que también es apto para el ensayo llevado a campo abierto.

Tabla 11. Análisis de la varianza de grados Brix a los 12 meses, soca 1.

F.V	G.L	F/calculado	F/tabla	
			5%	1%
Tratamientos	7	4,19*	2,76	4,28
C.V.	4,88 %			

Para esta variable la Figura 18 exhibe cinco grupos estadísticos determinados en la prueba de Duncan, siendo los tratamientos con mayor valor el T8 (V 71-51), T2 (SP80-1842) con 23,52 los que conforman el primer grupo estadístico; con un rango medio de grado Brix está el grupo dos conformado por el T3 (CC 85-92), T4 (C 1051-73) y T1 (B 49-119) con medias de 22,75, 22,58 y 21,83, respectivamente; el tercer grupo conformado por el tratamiento T7 (CR 74-250) con 21,55; los menores

promedios son para el cuarto grupo conformado por T6 (Co 213P) con 21,32, y el quinto grupo por el T5 (H 56-4848) con 19,75.

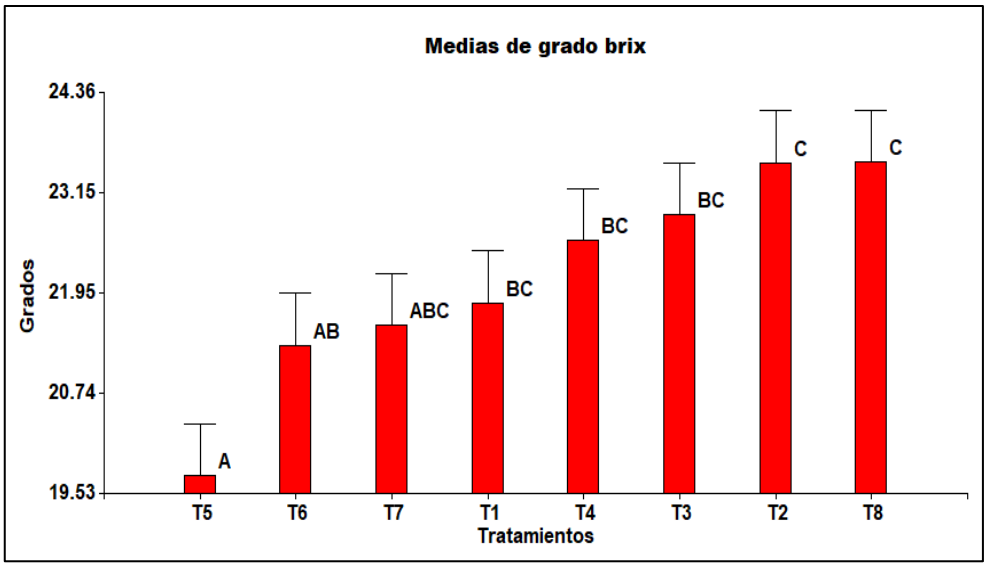


Figura 18. Análisis de las medias de grados Brix a los 12 meses, soca 1.

3.1.4. Análisis de varianza de rendimiento de caña de azúcar (t/ha)

En la Tabla 12 se presenta el análisis de la varianza (ANDEVA) del rendimiento por hectárea de caña soca, resultando que para esta variable existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en la F calculada al 1% de probabilidades, y un coeficiente de variación de 4,63% que es considerado excelente para este ensayo en campo abierto

Tabla 12 . Análisis de la varianza de rendimiento (t/ha) a los 12 meses, soca 1.

F.V	G.L	F/calculado	F/tabla	
			5%	1%
Tratamientos	7	20,96**	2,76	4,28
C.V.	4,63%			

La Figura 19 muestra que para la variable producción, presenta cuatros grupos estadísticos, sobresaliendo como los más productivos los tratamientos del grupo uno, es decir, T3 (CC85-92) y T7 (CR 74-250) con 134,00 y 127,30 t/ha respectivamente, seguidos de T1 (B49-119) con 107,20 t/ha, que integra el grupo dos, y los tratamientos T8 (V 71 - 51), T2 (SP80-1842), T5 (H56-4848) y T4 (C1051-73) que

integran el grupo 3 con 105,53; 105,22; 101,17 y 100,25 t/ha, correspondientemente, y el tratamiento meno productivo que está en el grupo cuatro por el T6 (Co213P) con 97,15 t/ha.

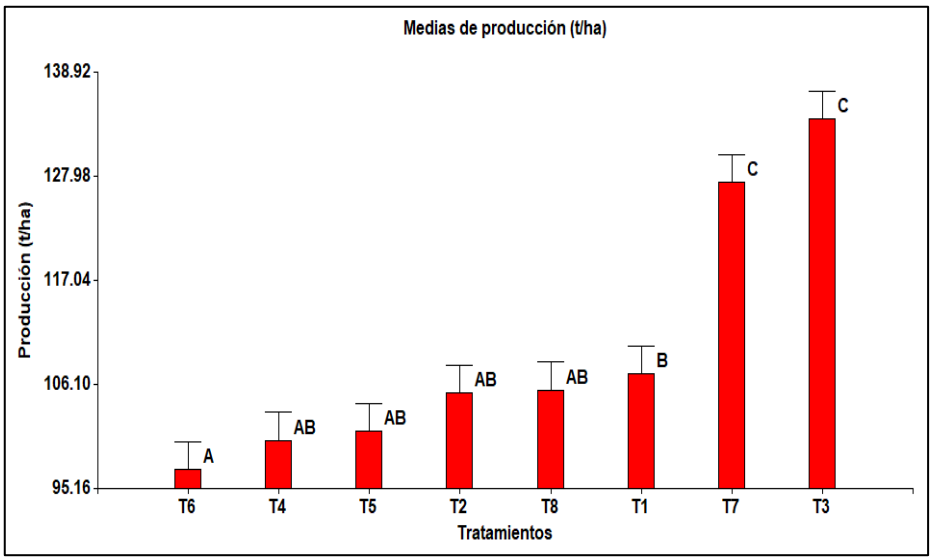


Figura 19. Análisis de las medias de rendimiento (t/ha) a los 12 meses, soca 1.

3.2. Resultados del segundo año de caña soca

3.2.1. Análisis de varianza de altura de planta

La Tabla 13 muestra los resultados del análisis ANDEVA de la variable altura de planta a los 12 meses del segundo año del cultivo caña soca, siendo que para la F calculada al 1% de probabilidad los tratamientos presentan diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variación de 4,73 %, considerado óptimo para el trabajo investigativo en campo abierto.

Tabla 13. Análisis de la varianza de altura de planta a los 12 meses, soca 2.

F.V	G.L	F/calculado	F/tabla	
			5%	1%
Tratamientos	7	10,53 **	2,76	4,28
C.V.	4,73 %			

La prueba de Duncan determina que los tratamientos con mayor altura de planta son el T3 (CC85-92) y T7 (CR 74-250) con 2,89 y 2,67 m, seguidos de T2 (SP80-1842),

T4 (C1051-73) y T6 (Co213P) con 2,60, 2,59 y 2,49 m, en su orden, que constituyen los tratamientos de mediana altura. Los grupos estadísticos con menor altura son conformados por los tratamientos T5 (H56-4848), T1 (B49-119) con 2,42 m (iguales), y T8 (V 71 - 51) con una media de 2,12 m (Figura 20).

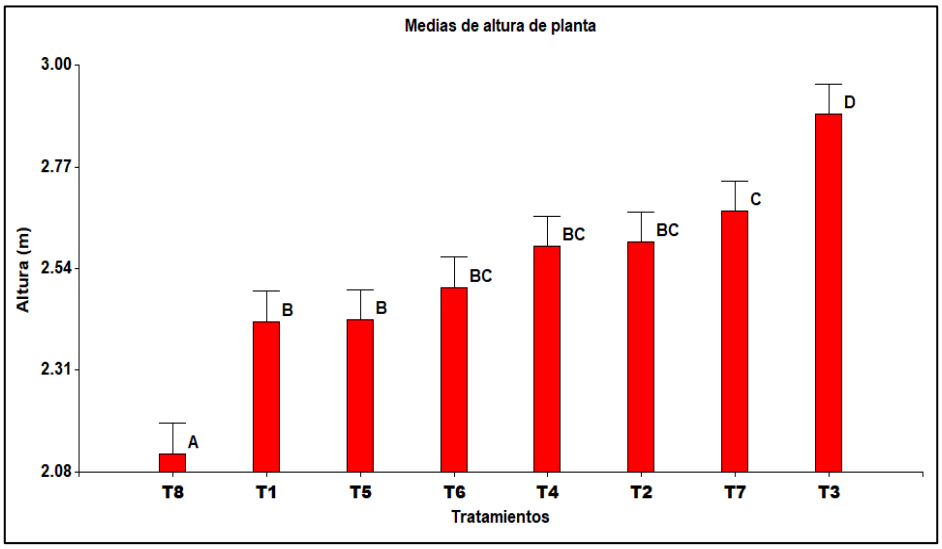


Figura 20. Análisis de las medias de altura de planta a los 12 meses, soca 2.

3.2.2. Análisis de varianza diámetro de tallo

El análisis de varianza en la variable diámetro de tallo al segundo año del cultivo de caña soca, arroja diferencias estadísticas significativas de los tratamientos para la F calculada al 1% de probabilidad, con un coeficiente de variación de 5,34 % que es apto para la investigación realizada en campo abierto (Tabla 14).

Tabla 14. Análisis de la varianza de diámetro de tallo a los 12 meses, soca 2.

F.V	G.L	F/calculado	F/tabla	
			5%	1%
Tratamientos	7	4,89 **	2,76	4,28
C.V.	5,34 %			

La Figura 21 muestra el análisis de la prueba de Duncan que concibe seis grupos estadísticos, siendo los tratamientos con mayor diámetro del tallo el T3 (CC85-92) con 2,76 cm, el T8 (V 71 - 51) y T7 (CR 74-250) con 2,72 y 2,70 cm, respectivamente; siguen los tratamientos con un diámetro medio T4 (C 1051-73) y

T2 (SP80-1842) con 2,61, 2,57 cm, en su orden. Los tratamientos con menor diámetro son T1 (B 49-119), T5 (H 56-4848) y T6 (Co213P) con 2,46, 2,42 y 2,25 cm, respectivamente.

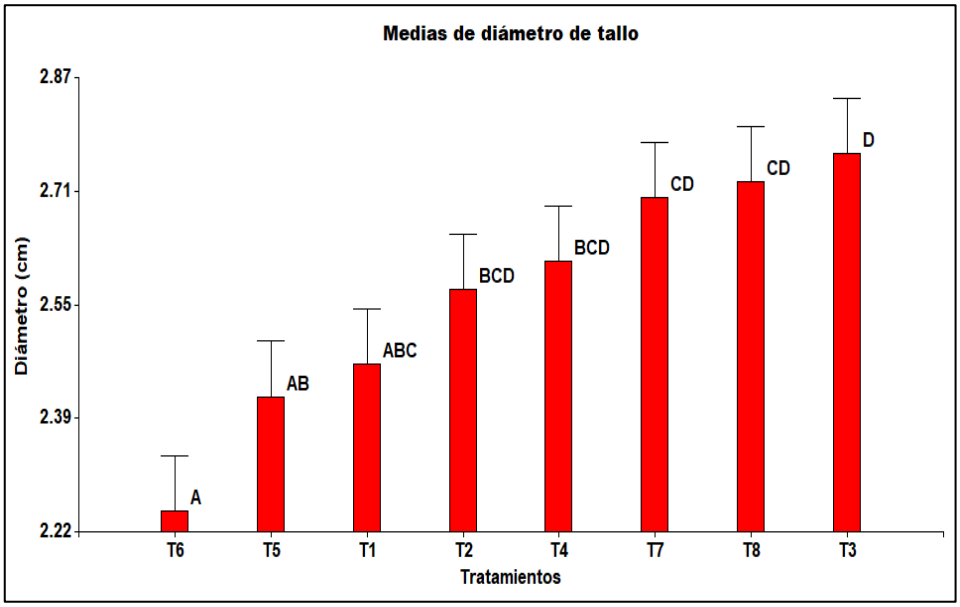


Figura 21. Análisis de las medias de diámetro de tallo a los 12 meses, soca 2.

3.2.3. Análisis de varianza de grado Brix

El análisis de la varianza (ANDEVA) de la variable grados Brix (Tabla 15) indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos para la F calculada y coeficiente de variación de 4,14%.

Tabla 15. Análisis de la varianza de grados Brix a los 12 meses, soca 2

F.V	G.L	F/calculado	F/tabla	
			5%	1%
Tratamientos	7	1,81 NS	2,76	4,28
C.V.	4,14 %			

La prueba de significancia de Duncan (Figura 22) presenta tres grupos estadísticos para esta variable, siendo los tratamientos más predominantes los del grupo uno, es decir, T2 (SP80-1842) y T3 (CC85-92) 22,04 y 21,89%, seguidos por los tratamientos que conforman el grupo dos T5 (H56-4848), T1 (B49-119), T7 (CR 74-

250), T4 (C1051-73) y T8 (V 71 - 51) con 21,20, 21,20, 21,17, 20,86 y 20,35%, en su orden; mientras que el con menor valor está T6 (Co213P) con 20,06%.

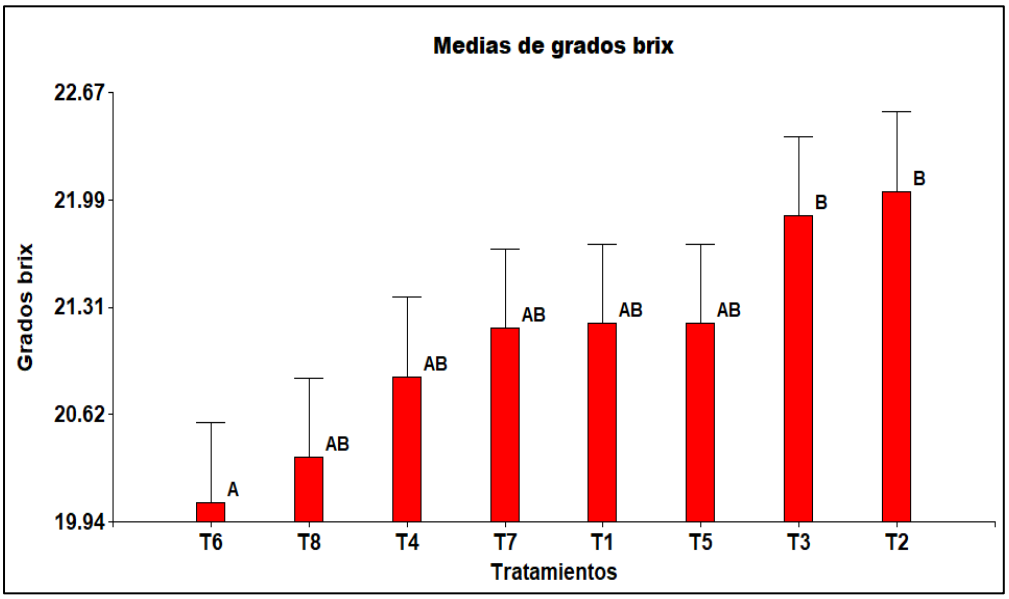


Figura 22. Análisis de medias de grados Brix a los 12 meses, soca 2.

3.2.4. Análisis de varianza de rendimiento de caña de azúcar (t/ha)

En la Tabla 16 se muestra el análisis de varianza (ANDEVA) de la variable rendimiento de caña soca al segundo año, observándose diferencias significativas en la F calculada al 1% de probabilidad, con un coeficiente de variación de 11,87%, adecuado para este ensayo en campo abierto.

Tabla 16. Análisis de la varianza de rendimiento (t/ha) a los 12 meses, soca 2.

F.V	G.L	F/calculado	F/tabla	
			5%	1%
Tratamientos	7	10,58 **	2,76	4,28
C.V.	11,87 %			

La Figura 23 refleja la prueba de significancia de Duncan para la variable rendimiento, detectándose seis grupos estadísticos. El tratamiento más productivo fue T3 (CC85-92) con 137,35, seguido por T7 (CR 74-250) con 102,18 y T8 (V 71 - 51) con 95,14 t/ha. El grupo 3 conformado por los tratamientos T2 (SP80-1842), T4 (C1051-73) y T5 (H56-4848) con 87,10, 85,43 y 83,75 t/ha, respectivamente, se

ubica en una posición intermedia, mientras que los menos productivos fueron el T6 (Co213P) y T1 (B49-119) con 75, 38 y 72, 36 t/ha, en su orden.

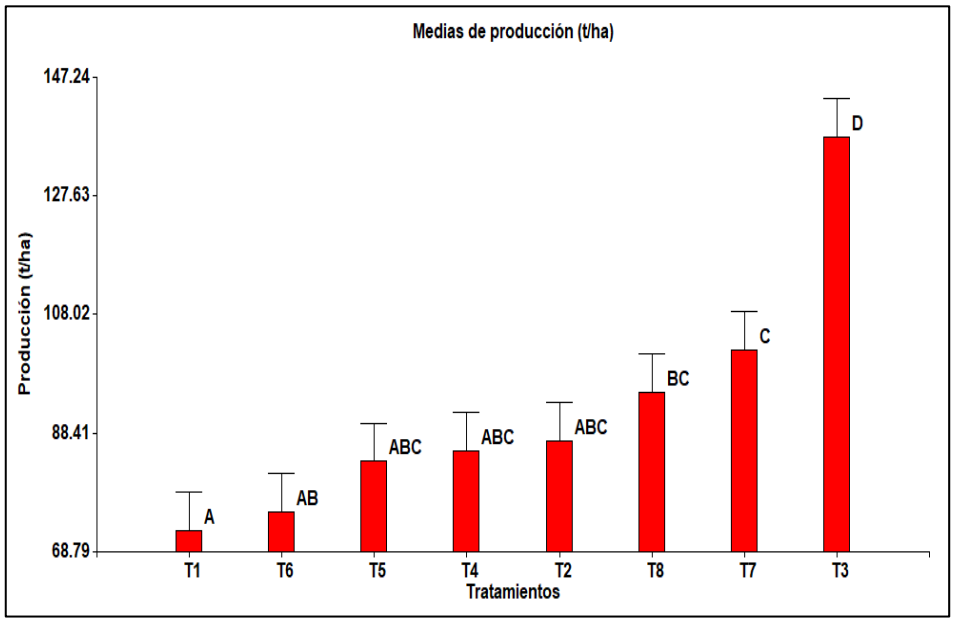


Figura 23. Análisis de las medias de rendimiento (t/ha) a los 12 meses, soca 2.

3.3. Análisis económico

3.3.1. Costo de inversión para una hectárea de caña soca semi-tecnificada

Con el análisis económico del proyecto de investigación ejecutado en la producción de caña azúcar (soca) en los años 1 y 2 respectivamente, se determinó el costo de producción para una hectárea. La Tabla 17 muestra un resumen del costo de inversión en los dos años de producción de caña soca. Mientras que en las Tablas 18 y 19, se especifica de manera más detallada, las relaciones beneficio/costo y rentabilidad que tuvo el cultivo en los dos retoños. Por tanto se determina que en base a los resultados el cultivo de caña soca es factible para los productores de la provincia de Santa Elena.

Tabla 17. Costo de inversión de la producción de fase de caña soca.

Costo de producción de caña soca, en los años 1 y 2		
Actividades	**Año 1**	**Año 2**
Preparación de terreno	180,00	180,00
Fertilizantes - Insecticidas	177,00	247,00
Manejo del cultivo	419,50	383,50
Costo total de producción	1902,30	1840,60

Tabla 18. Análisis económico del primer año de fase de caña soca

Variedades Tratamientos	Costo Total de un hectárea de caña soca	Producción/ hectárea	Costo de tonelada	Beneficio de venta	Ingreso neto	Beneficio/costo	Rentabilidad
T1 (B49-119)	1902,30	107,20	40,00	4288	2385,70	2,25	1,25
T2 (SP80-1842)	1902,30	105,22	40,00	4209	2306,64	2,21	1,21
T3 (CC85-92)	1902,30	134,00	40,00	5360	3457,70	2,82	1,82
T4 (C1051-73)	1902,30	100,25	40,00	4010	2107,70	2,11	1,11
T5 (H56-4848)	1902,30	101,17	40,00	4047	2144,50	2,13	1,13
T6 (Co213P)	1902,30	97,15	40,00	3886	1983,70	2,04	1,04
T7 (CR 74-250)	1902,30	127,30	40,00	5092	3189,70	2,68	1,68
T8 (V 71-51)	1902,30	105,53	40,00	4221	2318,70	2,22	1,22

Elaborado por: Víctor Pozo Ramírez
Ángela Suárez Apolinario

Tabla 19. Análisis económico del segundo año de fase de caña soca

Variedades Tratamientos	Costo Total de un hectárea de caña soca	Producción/ hectárea	Costo de tonelada	Beneficio de venta	Ingreso neto	Beneficio/costo	Rentabilidad
T1 (B49-119)	1840,60	72,36	40,00	2894	1053,80	1,57	0,57
T2 (SP80-1842)	1840,60	87,10	40,00	3484	1643,40	1,89	0,89
T3 (CC85-92)	1840,60	137,35	40,00	5494	3653,40	2,98	1,98
T4 (C1051-73)	1840,60	85,43	40,00	3417	1576,40	1,86	0,86
T5 (H56-4848)	1840,60	83,75	40,00	3350	1509,40	1,82	0,82
T6 (Co213P)	1840,60	75,38	40,00	3015	1174,40	1,64	0,64
T7 (CR 74-250)	1840,60	102,18	40,00	4087	2246,40	2,22	1,22
T8 (V 71-51)	1840,60	95,14	40,00	3806	1965,00	2,07	1,07

Elaborado por: Víctor Pozo Ramírez
Ángela Suárez Apolinario

3.4. Discusión

A continuación se hace un detalle de la dinámica de variable rendimiento por hectárea y su relación con las otras variables medidas en el experimento en el primero y segundo año de la fase de caña soca.

Primer año fase caña soca:

En el primer año de la fase caña soca, la variable rendimiento por hectárea predomina para la variedad CC85-92 con 134 t/ha, seguida de CR74-250 con 127.30 t/ha, bajo la influencia de una mayor altura de planta y un diámetro de mediana dimensión; sin embargo, la primera en la variable grados Brix se ubica en un segundo grupo estadístico, atrás de las variedades V71-51 y SP80-1842, que a su vez tienen rendimientos en el orden 105.53 y 105.22 t/ha, respectivamente. Por su parte, la variedad CR74-250 que es segunda en rendimiento, se ubica en un tercer grupo estadístico en la variable grados Brix. Estos resultados difieren de los obtenidos por Saltos (2015), en que en su ensayo de caña planta desarrollado en la misma área de producción, presentó para la variable rendimiento por hectárea en un primer grupo estadístico a la variedad H56-4848 con un rendimiento de 114.48 t/ha, seguida de la Co 213P con 94.26 t/ha de caña, presentando un promedio de grado Brix ubicado en el rango óptimo.

Cabe resaltar en este primer año de caña soca a la variedad V71-51 que, a pesar de tener un rendimiento de 105.53 t/ha, ubicado en el tercer grupo estadístico, presenta la menor altura de planta, el mayor diámetro de tallo y el mayor nivel de grados Brix, datos que se asemejan con los de Saltos (2015), que presentó en caña planta una menor altura de planta, un mayor diámetro de tallo y un nivel de grados Brix mediano, cualidades que hacen esta variedad sea punto de partida para futuras investigaciones, debido al comportamiento agronómico presentado en caña planta y primera soca.

Las variedades que presentan menores ventajas agronómicas son: Co213P que tiene un rendimiento de 97.15 t/ha (quinto grupo estadístico), con alto valor de altura de tallo (primer grupo estadístico) y los más bajos valores de diámetro del tallo y nivel de grados Brix; y B49-119 con 107.20 t/ha y tendencia a bajos valores de altura,

diámetro del tallo y de grados Brix, datos que se asimilan con Saltos (2015), que para las variedades especificadas presentó un rendimiento de 94.26 t/ha, mediano altura de tallo, diámetro de tallo y grado Brix. Así mismo presentó para la variedad B49-119 un rendimiento de 92.29 t/ha, con medianos valor de altura de planta, diámetro de tallo y grados Brix.

Segundo año de fase caña soca

El segundo año de caña soca, las variables que sobresalieron en el rendimiento por hectárea fueron las variedades CC85-92 con 137.35 t/ha y CR74-250 con 102.18 t/ha, que conforman los dos primeros grupos estadísticos, lo que se relaciona con mayores promedios de la variable altura de tallo; en el caso de CC85-92 también influye el mayor diámetro del tallo, variable en la que también sobresalen las variedades V71-51 y CR74-250 con 2.72 y 2.70 cm, respectivamente (segundo grupo estadístico).

La variedad CC85-92 también sobresale en la variable grados Brix, seguida de la variedad SP80-1842 que, sin embargo, tiene un rendimiento mucho menor (87.10 t/ha). La variedad CR74-250 que es segunda en rendimiento, se ubica en un segundo grupo estadístico en la variable grados Brix.

El rendimiento logrado en el presente ensayo con la variedad CC85-92, supera al obtenido por CINCAE (2016) en la evaluación de ocho clones del estado IV 2006 y siete testigos en primera soca, realizada en el Ingenio San Carlos, que señala un mayor rendimiento de 94.4 t/ha para la misma variedad. De igual manera, al reportado por CINCAE (2012) en la evaluación de cuatros clones de la serie 2001 y cuatro testigos semicomerciales en primera soca, en la que la variedad CC85-92 presentó el mayor rendimiento de 112.1 t/ha.

En cuanto a la variedad CR74-250, su rendimiento de 102.18 t/ha es superado por el obtenido por CINCAE (2012), que en el Ingenio Valdéz evaluó cuatro clones de la serie 2001 y tres testigos semicomerciales en primera soca, con un rendimiento de 107.4 t/ha para la citada variedad.

Las variedades que presentan menores ventajas agronómicas son: B49-119 con un rendimiento de 72.36 t/ha (sexto grupo estadístico), con bajo valor de altura de tallo, diámetro del tallo, y mediano nivel de grados Brix; y C1051-73 con un rendimiento de 85.43 t/ha, con presencia de un mediana altura de tallo, diámetro del tallo y bajo nivel de grados Brix.

Como algo curioso cabe reseñar el caso de la variedad SP80-1842 que para el segundo año de caña soca presentó un rendimiento de 87.10 t/ha, ubicado en el tercer grupo estadístico, con mediamos valores de altura y diámetro del tallo, pero con el más alto nivel de grado Brix, Además, la variedad V71-51 que presentó un rendimiento de 95.14 t/ha, ubicado en el tercer grupo estadístico, en el último lugar en altura del tallo, el segundo lugar en diámetro del tallo y el penúltimo lugar en grados Brix.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Las características agronómicas evaluadas en las ochos variedades de caña soca en años 1 y 2, desarrollada en el Centro de Apoyo de Río Verde de la UPSE, evidenciaron que las variedades que tienen una buena adaptación, tanto en rendimiento agrícola, grado brix, altura y diámetro de tallo son CC85-92 y CR74-250 que son factibles para la producción de forraje, biocombustible y otros derivados como la panela.

En los componentes de las variables en la fase de caña soca en año 1 y 2, las variedades que sobresalieron en rendimiento agrícola en los dos años de investigación, están la CC85-92 y CR74-250 con una producción para el primer año de 134 – 127.30 t/ha y para el segundo año 137.35 – 102.18 t/ha, de caña, datos que reflejan que las variedades tienen una buena adaptación y producción en la provincia de Santa Elena.

Las ochos variedades en la fase de caña soca, estudiada en el Centro de Apoyo Río Verde de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, mostraron buen comportamiento fitosanitario ante la presencia de la plaga Áfido amarillo (*Sipha flava*), por tanto se determina que las variedades son resistentes a la infestación de este insecto.

En el segundo de año de investigación de soca, las variedades presentaron un menor rendimiento en comparación al primer año de fase soca, debido que con cada corte las cepas tienden a deteriorarse provocando u déficit en rendimiento agrícola, además las lluvias prolongadas a nivel del país pudieron incidir que las cañas no maduren completamente.

El costo de producción de una hectárea en caña soca en el lugar de ensayo está en el orden de $1860.30 y $1798.60 en el primero y segundo años, respectivamente, valores que contrastados con la relación beneficio/costo de las variedades evaluadas, permiten colegir que este cultivo es rentable en la provincia Santa Elena, inclusive en

zonas muy áridas como Río Verde, siempre y cuando se abastezca con suficiente agua de riego.

Recomendaciones

Para continuar con la evaluación de producción de caña soca, se debe efectuar por lo menos una cosecha más y realizar una renovación de cultivo, para así determinar una comparación de los rendimiento obtenidos en caña planta y soca.

Evaluar nuevas variables agronómicas en la investigación tales como: tallos molibles por metro lineal, índice de madurez, porcentaje de sacarosa (pol) de caña, toneladas de Pol/ha, pureza de jugo

Realizar investigaciones con las variedades ya establecidas en otras zonas de la de la provincia de Santa Elena.

Emplear nuevas variedades de caña de azúcar, para futuros ensayos en la zona de estudio y analizar su comportamiento agronómico e industrial.

Referencias Bibliografía

Ávila, I. (2011) *El aguardiente de caña, procesos y tradición en el Valle de Yunguilla*. Tesis. Facultad de Ciencia de la Hospitalidad, Universidad de Cuenca.

Anchundia, K. and Mera, S. (2015) *Comportamiento agronómico preliminar de seis clones de cacao tipo nacional (Theobroma cacao* L.*) en el cantón Santa Elena.* Available at: http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2227/1/UPSE-TIA-2015-010.pdf. Consultado: 12 de Junio del 2018

ARMERO, J. J. (2012) *Evaluación de variedades de caña de azúcar (saccharum spp.) para la producción de panela en linares departamento de Nariño*. Tesis. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.

Bustamante, J.F. (2015) *La caña de azúcar (Saccharum officinarum) para la producción de panela, noreste del departamento de Antioquia*. Tesis. Escuela de Ciencia Agrícola, Pecuarias y del medio ambiente agronomía, Universidad Nacional Abierta y a Distancia Medellín.

Burgos, J.J. (2015) *Estudio de la lámina óptima de riego para el cultivo de caña de azúcar r (Saccharum officinarum* L.*) en la parroquia San Carlos del cantón Naranjal -provincia del Guayas.* Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Guayaquil

Cáceres, R, M. and Jorge, H. (1976) *Recomendaciones de fertilización para los principales cultivos del Ecuador.* Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias. Quito- Ecuador. Boletín técnico No 18.

CENICAÑA, (2016) *Enfermedades de caña de azúcar en Colombia*. Cali, Colombia: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. (CENICAÑA)

CINCAE, (2015) *Informe Anual-producción de caña y azúcar en la costa ecuatoriana*. El Triunfo, Guayas, Ecuador. 55 p.

CINCAE, (2013) *Guía para el reconocimiento y manejo de enfermedades en caña de azúcar.* El Triunfo, Guayas, Ecuador. 33 p.

CINCAE, (2017) *Informe Anual del Programa de Variedades de Caña de Azúcar*. El Triunfo, Guayas, Ecuador.

Díaz, L. and Portocarrero, E. (2002) *Manual de Producción de Caña de Azúcar (Saccharum officinarum* L.*).* Tesis. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, Universidad de Zamorano

Faostat, (2002). *Manual de Producción de Caña de Azúcar*. Available at: http://apps.fao.org/page/form?collection=Production.Crops.PrimaryyDomain=Produ

ctionyservlet=1ylanguage=ESyhostname=apps.fao.orgyversion=default. Consultado: 12 de Febrero del 2018

FIRA, (2015) *Panorama Agroalimentaria Azúcar*. México: Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial (DIEES). 25 P

INEC-ESPAC, (2016) *Ficha sectorial de azúcar*. Available at: https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2018/01/Ficha-Sectorial-Azucar-y-Can%CC%83a.pdf. Consultado: 28 de Mayo del 2017

INEC-ESPAC, (2016) Encuesta de superficie y producción agropecuaria. Available at:http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Informe%20ejecutivo%20ESPAC_2016.pdf. Consultado: 28 de Mayo del 2017

Infoagro, (2009) *El cultivo de la caña de azùcar*. Available at: http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_cana_azucar.asp. Consultado: 25 de Enero del 2018.

Jaime, F. and Gómez, P. (2009) *Control de malezas*. Cali. Valle del Cauca. Colombia. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA)

Jorge, I., Victoria, K. and Gómez, L. (2002) *Características agronómicas y de productividad de la variedad Cenicaña Colombia (CC 85-92*). Cali. Colombia: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA)

Jorge, I., Victoria, K., Arturo, C. and Moreno, C. (2013) *Catálogo de Variedades de Caña de Azúcar. San Antonio de los Caballeros.* Cali. Colombia: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA)

Lazcano, I. (2002) *El potasio esencial para un buen rendimiento en la caña de azúcar*. Available at: http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/2CBCF9DC49F326CE06256B97005A5450/$file/El+Potasio+Esencial+para+un+buen+rendimiento+en+la+ca%C3%B1a+de+az%C3%BAcar.pdf. Consultado: 15 de Febrero del 2018.

Luna, F. M. (2015) *Boletín Situacional Caña de Azúcar*. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP)

Machado, G. (2001) *Notas de Variedades de Caña de Azúcar*. Piracicaba. Sao Paulo. Brasil: Centro de tecnología Copersucar

Mateo, I and Narváez, E (2013) *La comercialización de la caña de azúcar de los Pequeños Agricultores de la Parroquia Chirijos Cantón Milagro.* Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación, Universidad de Guayaquil

Machado, G. (1991) *Notas de Variedades de Caña de Azúcar*. Piracicaba. Sao Paulo. Brasil: Centro de tecnología Copersucar

Martínez, Y. (2017) *Características del riego por goteo*. Available at: https://es.scribd.com/document/344101804/Caracteristicas-Del-Riego-Por-Goteo. Consultado: 22 de Noviembre del 2017.

MAG, (1991) *Aspectos Técnicos de Caña de azúcar*. San José, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería. 13 p.

Mendoza, J., Milena, A. and Buenaventura, C. (2013) *La rata un nuevo problema en la caña de azúcar en el Ecuador.* La Troncal, Ecuador. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador. (CINCAE)

Mendoza, J.,Gualle, D. and Gómez, P. (2013) *Plagas potenciales una amenaza para el cultivo de la caña de azúcar en Ecuador.* El Triunfo, Guayas, Ecuador: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador. (CINCAE)

Mendoza, J. and Garcés, F. (2013) P*rincipales plagas y enfermedades exóticas de la caña de azúcar, en Ecuado*r. El Triunfo, Guayas, Ecuador: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador. (CINCAE) 9 p.

Mendoza, J. (2013) *Presencia de enfermedades foliares de la caña de azúcar durante la época lluviosa del 2008 en la zona cañera de la Cuenca Baja del Río Guayas*. Guayas, Ecuador. 17 p.

Mena,R. y Blanco, D. (1992) *Tecnología de producción para el cultivo de caña de azúcar en riego*. Cuaderno informativos No.3. Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura. Guanacaste, Costa Rica: Talleres Gráficos de IICA. Impre

Mendoza, J; Gualle, D; Gómez, P (2013) *Guía para el reconocimiento y manejo de insectos plagas y roedores de la caña de azúcar, en Ecuado*r. 3 ed. El Triunfo. Ecuador: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador. (CINCAE)

OCDE-FAO, (2017) *Perspectivas Agrícolas 2017-2026, OECD* Publishing, Paris. Available at: http://www.fao.org/3/a-BT088s.pdf. Consultado: 25 de Mayo del 2018.

Paucar, J. R. y Robalino, J. A. (2009) *Modelo estratégico para la industrializaciòn de la caña de azúcar en el Ecuador*. Tesis. Facultad de Ciencias Administrativas, Escuela Politécnica Nacional.

Perla, S. A. (2009) *Propuesta de manejo de secuencia de labores para el cultivo de caña soca (Saccharum officinarum* L*), en la Costa Sur, Guatemala.*Tesis. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos

Pilco, J. (2014) *Manejo de Plagas en el Cultivo de Caña de Azùcar*. Costa Rica. Servicio Fitosanitario del Estado Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)

Ramón, A. B. (2011) *Evaluación del rendimiento agroproductivo e industrial de 3 variedades certificadas de caña de azúcar de origen cubano en la etapa de cosecha.* Tesis. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.

Ranjel, J., Viveros, C., Amaya, A., Gómez, L., Victoria, J. and Angel, J. (2003) *Catálogo de variedades*. Segunda edición. Cenicaña. Cali-Colombia. 88 p.

Rodríguez, C.A. and Daza, O.H. (2002) *Preparación de suelos-cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombi*a. Cali, Colombia. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA).

Romero, E, Digonzelli, P and Scandaliaris J. (2009) *Manual del cañero.* Primera ed. Tucumàn: Estaciòn Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.

Ruiz, F. S. (2000) *El cultivo de la Caña De Azúcar*. Primera ed. San José: Universidad Estatal a Distancia.

Santisteban, E. M. (2015) *Manejo Agronómico de Saccharum officinarum* L.*, en Santiago de Cao, Ascope-La Libertad*. Tesis. Facultad de Ciencias Agropecuaria, Universidad Nacional de Trujillo.

Saltos, J. G. (2015) *Comportamiento agronómico de ocho variedades de caña de azúcar (Saccharum officinarum) en Río Verde, provincia de Santa Elena*. Available at: http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2741/1/UPSE-TIA-2015-037.pdf. Consultado: 16 Enero del 2016

Sandoval, B. (2014) *Control de Malezas en Caña de Azúcar.* Available at: https://prezi.com/7y7twdgpye8s/control-de-malezas-en-cana-de-azucar/. Consultado: 15 de Marzo del 2017.

Silva, N. (2010) *Caña de Azúcar*. Available at: http://canadeazucaranahuac.blogspot.com/2010/10/siembra-y-cultivo.html. Consultado: 25 de Mayo del 2018.

Silva, E., Gómez, A., Martínez, F., Madrid, C., León, T. (2012) *Informe Anual de Áreas de Variedades*. El Triunfo, Guayas, Ecuador. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE).

Silva, E., Gómez, A., Martínez, F., Madrid, C., León, T. (2014) *Informe Anual de Áreas de Variedades.* El Triunfo, Guayas, Ecuador. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE).

Silva, E., Gómez, A., Martínez, F., Madrid, C., León, T. (2016) *Informe Anual de Áreas de Variedades.* El Triunfo, Guayas, Ecuador. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE).

Toledo,A. y Cruz, H. (2014) *Control de maleza en el cultivo de caña de azúcar con herbicidas preemergentes.*México. Bayer CropScience.

Vera, S. (2010) *Guía Agrotécnica para Cañicultores*. La Troncal-Ecuador. 24 p

Yépez, V.E. (2018) C*omportamiento Agronómico de la Piña, (Ananas Comosus* l.*) Variedad Perolera , en Cuatro Distancias de Siembra, en el Centro de Producción y Prácticas, Rio Verde, de la UPSE, en el Cantón Santa Elena* Available at: http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4307/1/UPSE-TIA-2018-052.pdf
Consultado: 20 Junio del 2018

Zamora, D. A. (2014) *Evaluación de dos sistemas de siembra en caña de azúcar (Saccharumofficinarum L.) para la obtención de semilla en la provincia del Cañar – cantón La Troncal*. Tesis. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cuenca

Zossi, B., Gerónimo, J., Cárdenas., Sorol, N. and Sastre, M. (2010) Influencia de compuestos azúcares y no azúcares en la calidad industrial de caña de azúcar en Tucumán (R. Argentina) Parte 1: caña limpia y despuntada. Región Argentina, *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán* Tomo 87 (1): 15-27

ANEXOS

Tabla 1A. Datos promedios de Altura de planta, primer año de caña soca

TRATAMIENTOS	Repeticiones			Σ	X
	I	II	III		
T1 (B 49-119)	2,53	2,24	2,25	7,02	2,34
T2 (SP 80-1842)	2,57	2,52	2,54	7,63	2,54
T3 (CC 85-92)	2,52	2,5	2,54	7,56	2,52
T4 (C 1051-73)	2,38	2,47	2,56	7,02	2,47
T5 (H 56-4848)	2,34	2,30	2,38	4,935	2,34
T6 (Co 213P)	2,49	2,45	2,52	7,455	2,49
T7(CR 74-250)	2,48	2,50	2,46	7,23	2,48
T8 (V 71-51)	2,24	2,22	2,25	4,46	2,24

Análisis de varianza de altura de planta a los 12 meses, primer año de caña soca

ANDEVA

F.V	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	7	0,25	0,04	6,96**	2,76	4,28
Repeticiones	2	0,01	0,03			
Error	14	0,07	0,01			
Total	23	0,32				
C.V.	2,92%					

**Altamente significativo

Tabla 2A. Datos promedios de Diámetro del tallo, primer año de caña soca

TRATAMIENTOS	Repeticiones			Σ	X
	I	II	III		
T1 (B 49-119)	2,86	2,94	3,00	8,80	2,93
T2 (SP 80-1842)	2,87	2,99	2,79	8,65	2,88
T3 (CC 85-92)	2,90	3,05	3,05	9,00	3,00
T4 (C 1051-73)	2,88	2,95	2,81	8,64	2,88
T5 (H 56-4848)	3,18	3,11	3,05	9,34	3,11
T6 (Co 213P)	2,61	2,78	2,70	8,09	2,70
T7(CR 74-250)	3,15	2,89	2,96	9,00	3,00
T8 (V 71-51)	3,37	3,00	3,04	9,41	3,14

Análisis de varianza de diámetro del tallo a los 12 meses, primer año de caña soca

ANDEVA

F.V	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	7	0,42	0,06	4,55**	2,76	4,28
Repeticiones	2	0,01	0,01			
Error	14	0,18	0,01			
Total	23	0,62				
C.V.	3,89%					

**Altamente significativo

Tabla 3A. Datos promedios de Análisis de grados Brix, primer año de caña soca

TRATAMIENTOS	Repeticiones			Σ	X
	I	II	III		
T1 (B 49-119)	24,81	20,07	20,60	65,48	21,83
T2 (SP 80-1842)	24,42	23,57	22,56	70,55	23,52
T3 (CC 85-92)	22,28	23,40	22,97	68,65	22,88
T4 (C 1051-73)	23,85	23,20	20,70	67,75	22,58
T5 (H 56-4848)	20,71	19,75	18,79	59,25	19,75
T6 (Co 213P)	21,60	21,67	20,68	63,95	21,32
T7(CR 74-250)	21,16	22,49	21,01	64,66	21,55
T8 (V 71-51)	24,03	23,16	23,37	70,56	23,52

Análisis de varianza de Análisis de grados Brix, primer año de caña soca

ANDEVA

F.V	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	7	33,55	4,79	4,19*	2,76	4,28
Repeticiones	2	9,95	4,98			
Error	14	15,68	1,12			
Total	23	59,18				
C.V.	4,88%					

*Significativo

Tabla 4A. Datos promedios de rendimiento (t/h), del primer año de caña soca

TRATAMIENTOS	Repeticiones			Σ	X
	I	II	III		
T1 (B 49-119)	107,20	107,20	107,20	321,60	107,20
T2 (SP 80-1842)	114,00	101,17	100,50	315,67	105,22
T3 (CC 85-92)	134,00	134,00	134,00	402,00	134,00
T4 (C 1051-73)	100,00	100,50	100,25	300,75	100,25
T5 (H 56-4848)	101,17	98,49	103,85	303,51	101,17
T6 (Co 213P)	97,15	87,10	107,20	291,45	97,15
T7(CR 74-250)	127,30	120,60	134,00	381,90	127,30
T8 (V 71-51)	105,53	97,15	113,90	316,58	105,53

Análisis de varianza de toneladas de caña por hectárea, primer año de caña soca.

ANDEVA

F.V	Gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	7	3790,55	541,51	20,96**	2,76	4,28
Repeticiones	2	200,58	100,29			
Error	14	361,75	25,84			
Total	23	4352,88				
C.V.	4,63%					

**Altamente significativo

RESULTADOS DEL SEGUNDO AÑO DE CAÑA SOCA

Tabla 5A. Datos promedios de Altura de planta, segundo año de caña soca

TRATAMIENTOS	Repeticiones			Σ	X
	I	II	III		
T1 (B 49-119)	2,41	2,51	2,33	7,24	2,41
T2 (SP 80-1842)	2,78	2,59	2,42	7,79	2,60
T3 (CC 85-92)	2,87	2,83	2,96	8,66	2,89
T4 (C 1051-73)	2,51	2,64	2,61	7,76	2,59
T5 (H 56-4848)	2,31	2,51	2,44	7,25	2,42
T6 (Co 213P)	2,43	2,47	2,58	7,48	2,49
T7(CR 74-250)	2,59	2,65	2,76	8,00	2,67
T8 (V 71-51)	1,88	2,24	2,23	6,35	2,12

Análisis de varianza de altura de planta a los 12 meses, segundo año de caña soca

ANDEVA

F.V	Gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	7	1,05	0,15	10,53**	2,76	4,28
Repeticiones	2	0,03	0,02			
Error	14	0,20	0,01			
Total	23	1,28				
C.V.	4,73 %					

**Altamente significativo

Tabla 6A. Datos promedios de Diámetro del tallo, segundo año de caña soca

TRATAMIENTOS	Repeticiones			Σ	X
	I	II	III		
T1 (B 49-119)	2,46	2,53	2,40	7,39	2,46
T2 (SP 80-1842)	2,57	2,57	2,57	7,70	2,57
T3 (CC 85-92)	2,66	2,87	2,76	8,29	2,76
T4 (C 1051-73)	2,61	2,59	2,63	7,82	2,61
T5 (H 56-4848)	2,08	2,42	2,75	7,25	2,42
T6 (Co 213P)	2,25	2,09	2,42	6,76	2,25
T7(CR 74-250)	2,70	2,66	2,74	8,10	2,70
T8 (V 71-51)	2,64	2,81	2,72	8,17	2,72

Análisis de varianza de diámetro del tallo a los 12 meses, segundo año de caña soca

ANDEVA

F.V	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	7	0,64	0,09	4,89**	2,76	4,28
Repeticiones	2	0,07	0,03			
Error	14	0,26	0,02			
Total	23	0,97				
C.V.	5,34 %					

**Altamente significativo

Tabla 7A. Datos promedios de Análisis de grados Brix, segundo año de caña soca

	Repeticiones				
TRATAMIENTOS	**I**	**II**	**III**	**Σ**	**X**
T1 (B 49-119)	20,21	22,59	20,80	63,6	21,20
T2 (SP 80-1842)	22,05	22,07	22,01	66,13	22,04
T3 (CC 85-92)	22,22	21,88	21,56	65,66	21,89
T4 (C 1051-73)	20,30	22,03	20,26	62,59	20,86
T5 (H 56-4848)	22,57	20,92	20,12	63,61	21,20
T6 (Co 213P)	20,01	20,07	20,11	60,19	20,06
T7(CR 74-250)	20,12	22,82	20,58	63,52	21,17
T8 (V 71-51)	20,04	20,02	20,98	61,04	20,35

Análisis de varianza de Análisis de grados Brix, segundo año de caña soca

ANDEVA

F.V	**gl**	**SC**	**CM**	**F/calculado**	**F/tabla**	
					5%	**1%**
Tratamientos	7	9,70	1,39	1,81NS	2,76	4,28
Repeticiones	2	2,53	1,27			
Error	14	10,70	0,76			
Total	23	22,93				

C.V. 4,14 %

NS. No significativo

Tabla 8A. Datos promedios de rendimiento (t/h), segundo año de caña soca

	Repeticiones				
TRATAMIENTOS	**I**	**II**	**III**	**Σ**	**X**
T1 (B 49-119)	72,36	77,72	67,00	217,08	72,36
T2 (SP 80-1842)	90,45	87,10	83,75	261,30	87,10
T3 (CC 85-92)	113,90	160,80	137,35	412,05	137,35
T4 (C 1051-73)	85,43	83,75	87,10	256,28	85,43
T5 (H 56-4848)	67,00	83,75	100,50	251,25	83,75
T6 (Co 213P)	75,38	67,00	83,75	226,13	75,38
T7(CR 74-250)	102,18	107,20	97,15	306,53	102,18
T8 (V 71-51)	95,14	93,80	96,48	285,42	95,14

Análisis de varianza de toneladas de caña por hectárea, segundo año de caña soca

ANDEVA

F.V	**gl**	**SC**	**CM**	**F/calculado**	**F/tabla**	
					5%	**1%**
Tratamientos	7	8899,62	1271.37	10,58**	2,76	4,28
Repeticiones	2	258,65	129,33			
Error	14	1682,17	120,15			
Total	23	10840,44				
C.V.	11,87 %					

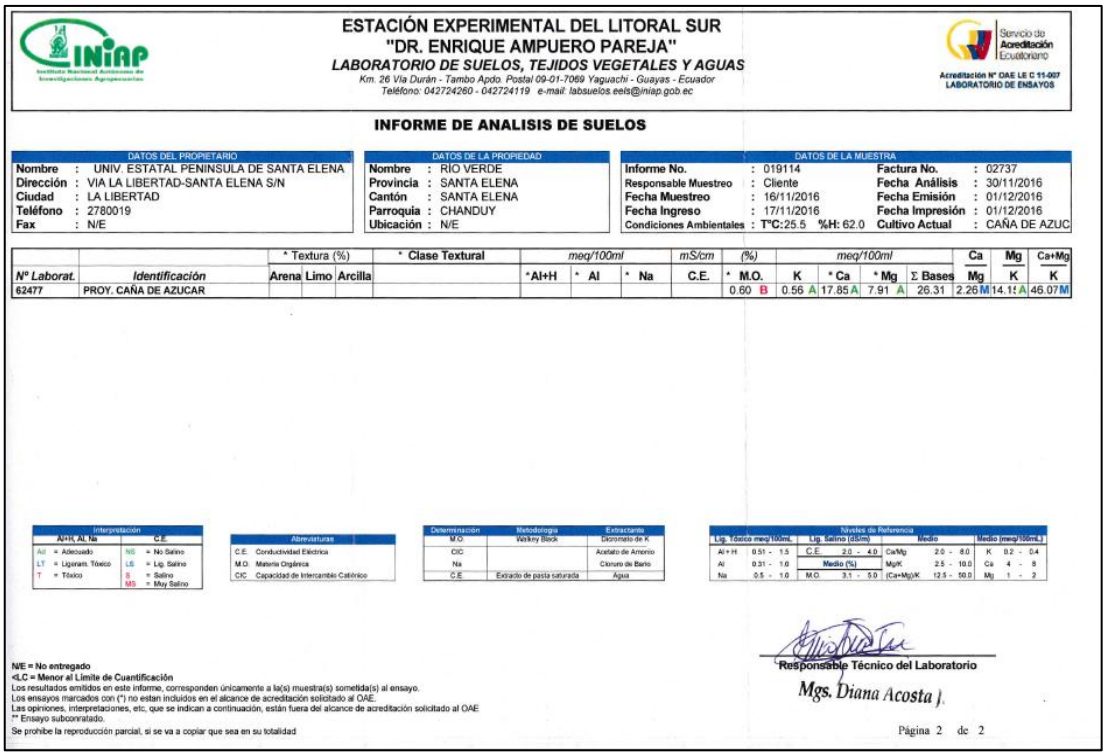
**Altamente significativo

Tabla 9A. Costo de producción para 1 ha para el primer año de caña soca

Actividades	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1. Preparación de terreno				
Limpieza de terreno	Jornal	5	18,00	90,00
Aporque	Jornal	2	18,00	36,00
Rebote de caña	Jornal	3	18,00	54,00
Subtotal				**180,00**
2. Insumos				
Fertilizantes - Insecticidas				
Nitrato de amonio	Kg	100	0,70	70,00
Muriato de potasio	Kg	50	0,70	35,00
Dap (18-46-0)	Kg	50	0,92	46,00
Acefate (Orthene 75 PS)	gr	1	26,00	26,00
Subtotal				**177,00**
3. Manejo de ensayo				
Cultivo				
Personal de riego (10 meses,cada 10 dias)	Jornales	30	5,00	150,00
Aplicación del fertilizantes	Jornales	2	18,00	36,00
Control manual de malezas	Jornales	3	20,00	60,00
Combustible	gal	30	1,25	37,50
Agua de riego	m^3	2000	0,05	100,00
Análisis de suelo	U	1	18,00	18,00
Análisis de foliar	U	1	18,00	18,00
Subtotal				**419,50**
4. Cosecha				0,00
Corte de caña	Jornales	15	18,00	270,00
Estibador	Jornales	10	18,00	180,00
Transporte	T.M.	49	12,00	585,21
Subtotal				**1035,21**
Total(1+2+3+4)				**1811,71**
Imprevistos 5%				**90,59**
TOTAL				**1902,30**

Tabla 10A. Costo de producción para 1 ha para el segundo año de caña soca

Actividades	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1. Preparación de terreno				
Limpieza de terreno	Jornal	5	18,00	90,00
Aporque	Jornal	2	18,00	36,00
Rebote de caña	Jornal	3	18,00	54,00
Subtotal				**180,00**
2. Insumos				
Fertilizantes - Insecticidas				
Nitrato de amonio	Kg	200	0,70	140,00
Muriato de potasio	Kg	50	0,70	35,00
Dap (18-46-0)	Kg	50	0,92	46,00
Acefate (Orthene 75 PS)	gr	1	26,00	26,00
Subtotal				**247,00**
3. Manejo de ensayo				
Cultivo				
Personal de riego (10 meses,cada 10 dias)	Jornales	30	5,00	150,00
Aplicación del fertilizantes	Jornales	2	18,00	36,00
Control manual de malezas	Jornales	3	20,00	60,00
Combustible	gal	30	1,25	37,50
Agua de riego	m^3	2000	0,05	100,00
Subtotal				**383,50**
4. Cosecha				0,00
Corte de caña	Jornales	15	18,00	270,00
Estibador	Jornales	10	18,00	180,00
Transporte	T.M.	41	12,00	492,45
Subtotal				**942,45**
Total(1+2+3+4)				**1752,95**
Imprevistos 5%				**87,65**
TOTAL				**1840,60**



ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
Teléfono: 042724260 - 042724119 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec

Servicio de Acreditación Ecuatoriano
Acreditación N° OAE LE C 11-007
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre	: UNIV. ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA	Nombre	: RIO VERDE	Informe No.	: 019114	Factura No.	: 02737
Dirección	: VIA LA LIBERTAD-SANTA ELENA S/N	Provincia	: SANTA ELENA	Responsable Muestreo	: Cliente	Fecha Análisis	: 30/11/2016
Ciudad	: LA LIBERTAD	Cantón	: SANTA ELENA	Fecha Muestreo	: 16/11/2016	Fecha Emisión	: 01/12/2016
Teléfono	: 2780019	Parroquia	: CHANDUY	Fecha Ingreso	: 17/11/2016	Fecha Impresión	: 01/12/2016
Fax	: N/E	Ubicación	: N/E	Condiciones Ambientales	: T°C:25.5 %H: 62.0	Cultivo Actual	: CAÑA DE AZUC

		* Textura (%)			* Clase Textural	meq/100ml			mS/cm	(%)	meq/100ml				Ca	Mg	Ca+Mg
Nº Laborat.	Identificación	Arena	Limo	Arcilla		*Al+H	* Al	* Na	C.E.	* M.O.	K	* Ca	* Mg	Σ Bases	Mg	K	K
62477	PROY. CAÑA DE AZUCAR									0.60 B	0.56 A	17.85 A	7.91 A	26.31	2.26 M	14.1 A	46.07 M

Interpretación			
Al+H, Al, Na		C.E.	
Ad = Adecuado		NS = No Salino	
LT = Ligeram. Tóxico		LS = Lig. Salino	
T = Tóxico		S = Salino	
		MS = Muy Salino	

Abreviaturas	
C.E.	Conductividad Eléctrica
M.O.	Materia Orgánica
CIC	Capacidad de Intercambio Catiónico

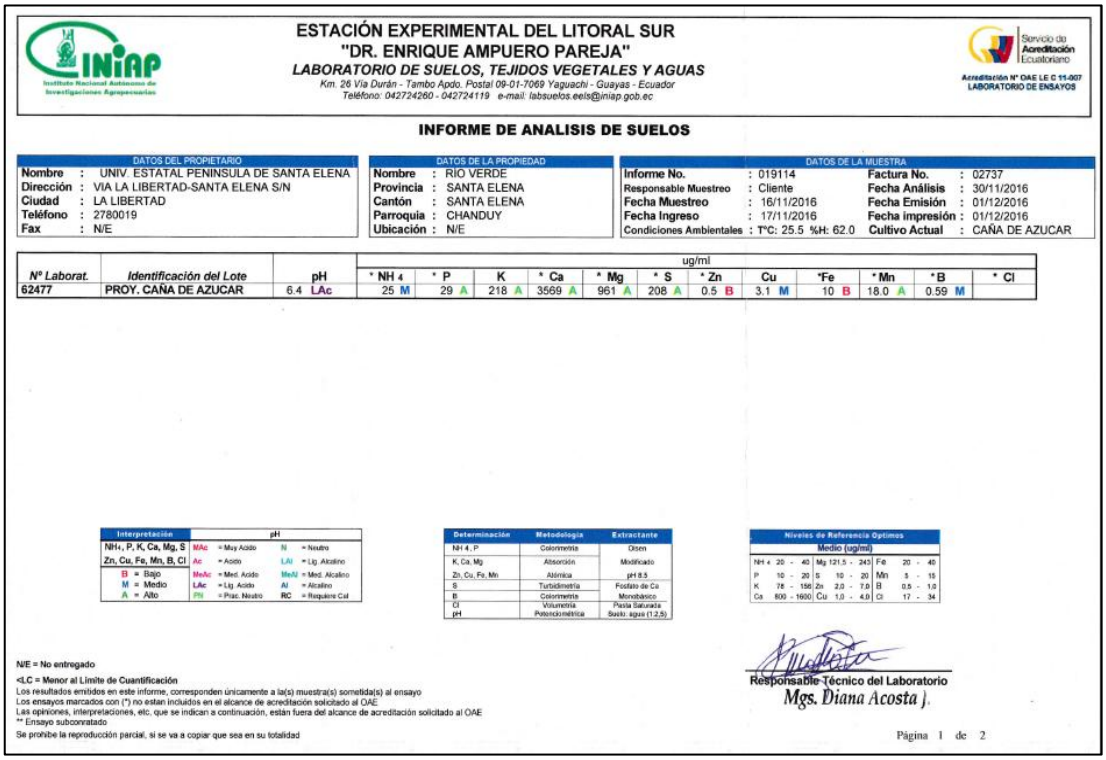
Determinación	Metodología	Extractante
M.O	Walkey Black	Dicromato de K
CIC		Acetato de Amonio
Na		Cloruro de Bario
C.E	Extracto de pasta saturada	Agua

Niveles de Referencia							
Lig. Tóxico meq/100mL		Lig. Salino (dS/m)		Medio		Medio (meq/100mL)	
Al + H	0.51 - 1.5	C.E.	2.0 - 4.0	Ca/Mg	2.0 - 8.0	K	0.2 - 0.4
Al	0.31 - 1.0	Medio (%)		Mg/K	2.5 - 10.0	Ca	4 - 8
Na	0.5 - 1.0	M.O.	3.1 - 5.0	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0	Mg	1 - 2

Responsable Técnico del Laboratorio
Mgs. Diana Acosta J.

N/E = No entregado
<LC = Menor al Límite de Cuantificación
Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
Los ensayos marcados con (*) no estan incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE.
Las opiniones, interpretaciones, etc, que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE
** Ensayo subcontratado.
Se prohibe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

Figura 1A. Análisis de Suelos (1)



ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
Teléfono: 042724260 - 042724119 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec

Servicio de Acreditación Ecuatoriano
Acreditación N° OAE LE C 11-007
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre	: UNIV. ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA	Nombre	: RIO VERDE	Informe No.	: 019114	Factura No.	: 02737
Dirección	: VIA LA LIBERTAD-SANTA ELENA S/N	Provincia	: SANTA ELENA	Responsable Muestreo	: Cliente	Fecha Análisis	: 30/11/2016
Ciudad	: LA LIBERTAD	Cantón	: SANTA ELENA	Fecha Muestreo	: 16/11/2016	Fecha Emisión	: 01/12/2016
Teléfono	: 2780019	Parroquia	: CHANDUY	Fecha Ingreso	: 17/11/2016	Fecha impresión	: 01/12/2016
Fax	: N/E	Ubicación	: N/E	Condiciones Ambientales	: T°C: 25.5 %H: 62.0	Cultivo Actual	: CAÑA DE AZUCAR

			ug/ml									
Nº Laborat.	Identificación del Lote	pH	* NH_4	* P	K	* Ca	* Mg	* S	* Zn	Cu	*Fe	* Mn	* B	* Cl
62477	PROY. CAÑA DE AZUCAR	6.4 LAc	25 M	29 A	218 A	3569 A	961 A	208 A	0.5 B	3.1 M	10 B	18.0 A	0.59 M	

Interpretación		pH			
NH_4, P, K, Ca, Mg, S	MAc = Muy Acido		N = Neutro		
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	Ac = Acido		LAl = Lig. Alcalino		
B = Bajo	MeAc = Med. Acido		MeAl = Med. Alcalino		
M = Medio	LAc = Lig. Acido		Al = Alcalino		
A = Alto	PN = Prac. Neutro		RC = Requiere Cal		

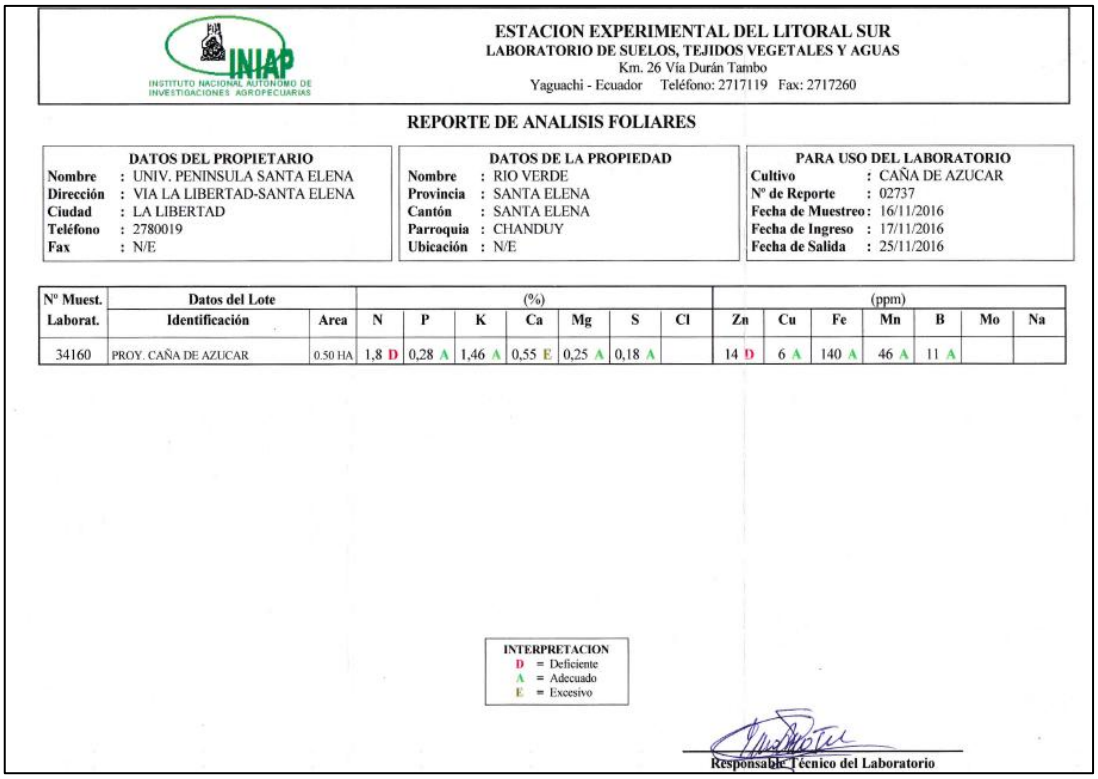
Determinación	Metodología	Extractante
NH_4, P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
pH	Potenciométrica	Suelo: agua (1:2,5)

Niveles de Referencia Optimos							
Medio (ug/ml)							
NH_4	20 - 40	Mg	121.5 - 243	Fe	20 - 40		
P	10 - 20	S	10 - 20	Mn	3 - 15		
K	78 - 156	Zn	2.0 - 7.0	B	0.5 - 1.0		
Ca	800 - 1600	Cu	1.0 - 4.0	Cl	17 - 34		

Responsable Técnico del Laboratorio
Mgs. Diana Acosta J.

N/E = No entregado
<LC = Menor al Límite de Cuantificación
Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo
Los ensayos marcados con (*) no estan incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE
Las opiniones, interpretaciones, etc, que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE
** Ensayo subcontratado
Se prohibe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

Figura 2A. Análisis de Suelos (2)



ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 26 Vía Durán Tambo
Yaguachi - Ecuador Teléfono: 2717119 Fax: 2717260

INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

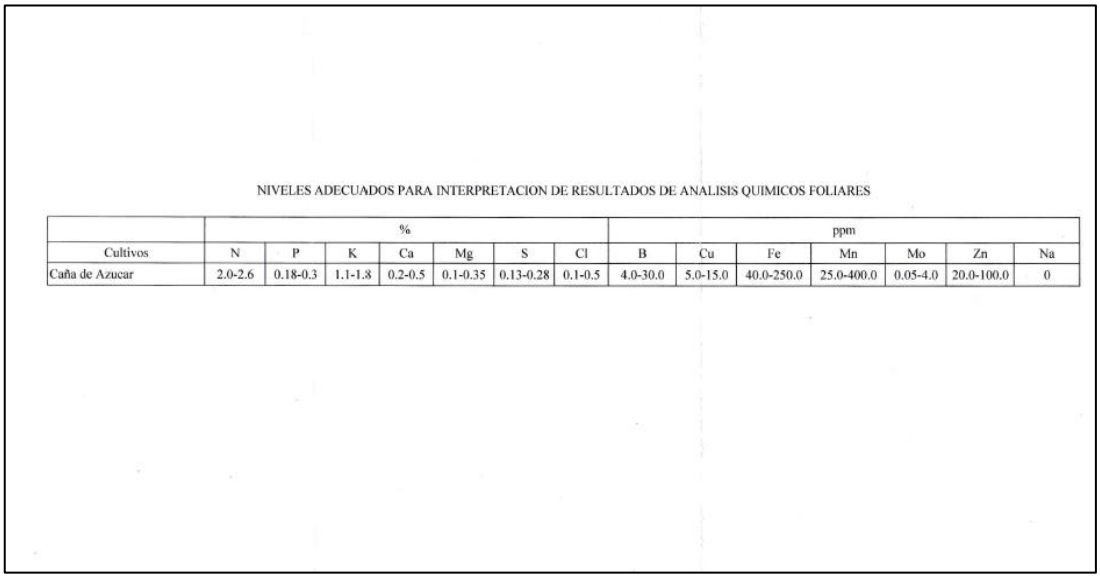
DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: UNIV. PENINSULA SANTA ELENA	**Nombre**	: RIO VERDE	**Cultivo**	: CAÑA DE AZUCAR
Dirección	: VIA LA LIBERTAD-SANTA ELENA	**Provincia**	: SANTA ELENA	**Nº de Reporte**	: 02737
Ciudad	: LA LIBERTAD	**Cantón**	: SANTA ELENA	**Fecha de Muestreo**	: 16/11/2016
Teléfono	: 2780019	**Parroquia**	: CHANDUY	**Fecha de Ingreso**	: 17/11/2016
Fax	: N/E	**Ubicación**	: N/E	**Fecha de Salida**	: 25/11/2016

Nº Muest.	Datos del Lote		(%)							(ppm)						
Laborat.	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na
34160	PROY. CAÑA DE AZUCAR	0.50 HA	1,8 D	0,28 A	1,46 A	0,55 E	0,25 A	0,18 A		14 D	6 A	140 A	46 A	11 A		

INTERPRETACION
D = Deficiente
A = Adecuado
E = Excesivo

Responsable Técnico del Laboratorio

Figura 3A. Análisis Foliares (1)



NIVELES ADECUADOS PARA INTERPRETACION DE RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS FOLIARES

	%							ppm						
Cultivos	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	Na
Caña de Azucar	2.0-2.6	0.18-0.3	1.1-1.8	0.2-0.5	0.1-0.35	0.13-0.28	0.1-0.5	4.0-30.0	5.0-15.0	40.0-250.0	25.0-400.0	0.05-4.0	20.0-100.0	0

Figura 4A. Análisis Foliares (2).

Figura 5A. Limpieza de terreno después de la producción de caña planta

Figura 6A. Fertilización a los 12 días después de la primera cosecha.

Figura 7A. Limpieza de malezas en los bloques de los tratamientos

Figura 8A. Peso del rendimiento (t/h) en las 8 variedades de caña de azúcar

Figura 9A. Corte de trozo de caña, para obtención de los grados Brix

Figura 10A. Obtención de Brix, con el refractómetro digital Atago, [grados]

Figura 11A. Corte de maleza, mecanizada con motoguadaña en toda el área

Figura 12A. Presentación de diámetros de tallos en los tratamientos

Figura 13A. Monitoreo de recolección de datos en la plantación de caña

Figura 14A. Toma de datos de la variable diámetro de tallo en los tratamientos

Figura 15A. Zafra del segundo año de la fase de caña soca

Figura 16A. Medición de las variables altura de tallos a los 12 meses de edad