



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**“COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE OCHO
VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum officinarum* L.) EN RÍO VERDE,
PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Previo a la obtención del título de:
INGENIERO AGROPECUARIO**

JOSÉ GABRIEL SALTOS ZAMBRANO

LA LIBERTAD - ECUADOR

2015



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**“COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE OCHO
VARIETADES DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum officinarum* L.) EN RÍO VERDE,
PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Previo a la obtención del título de:
INGENIERO AGROPECUARIO**

JOSÉ GABRIEL SALTOS ZAMBRANO

LA LIBERTAD - ECUADOR

2015

TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Antonio Mora Alcívar, M.Sc.
DECANO DE LA FACULTAD
PRESIDENTE

Ing. Lenni Ramírez Flores, Mg.
DIRECTORA DE CARRERA
INGENIERÍA AGROPECUARIA

Ing. Carlos Balmaseda Espinosa, Ph.D.
PROFESOR DEL ÁREA

Ing. Kléber Bajaan Alvarado, M.Sc.
PROFESOR TUTOR

Ab. Joe Espinoza Ayala
SECRETARIO GENERAL

AGRADECIMIENTO

Al Solo Sabio y Dueño de lo visible e invisible, Jesús, por darme una nueva oportunidad de vivir, de volverme mis facultades mentales cuando las perdí en mi operación cerebral, por darme las fuerzas y sabiduría para seguir y no claudicar.

Agradecimientos infinitos a mi familia, encabezada por mi madre y padre a la vez, Luzmila Zambrano, por la ayuda oportuna en cada etapa de mi vida.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, especialmente a la Facultad de Ciencias Agrarias, por brindarme la oportunidad de capacitarme para ejercer una carrera profesional.

A mi Decano Ing. Antonio Mora Alcívar, M.Sc., por su confianza puesta en mí y ayuda incondicional durante mi carrera universitaria.

A mi Directora de Carrera Ing. Lenni Ramírez Flores, Mg., por su ayuda y consejos en el lapso de mis estudios.

A mi tutor Ing. Kléber Bajaña Alvarado, M.Sc., por su sapiencia, experiencia y profesionalismo en este trabajo investigativo.

Al Ing. Carlos Balmaseda Espinosa Ph.D., profesor de área, por su ayuda oportuna en la revisión de mi trabajo de graduación.

Al Ing. Néstor Orrala M.Sc., por su apoyo en el desarrollo de mi carrera universitaria.

A los docentes que impartieron sus conocimientos y experiencias en el transcurso de mi vida estudiantil. Por cada consejo brindado para que no abandonara mis estudios.

A los directivos del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador CINCAE, por brindarme el material genético para la realización de mi trabajo de graduación.

A mis amigos y demás personas que de alguna manera me motivaron a seguir adelante.

José Saltos Zambrano

DEDICATORIA

A Jesús, el Único Dios Verdadero por bendecirme en todo este proceso.

A mi padre Luis Saltos Sabando (+), porque desde pequeño me corrigió fuertemente para que no abandonara los estudios.

A mi madre y padre a la vez, Luzmila Zambrano Zambrano por su ejemplo de lucha y esfuerzo incalculable para que estudiara y sea un joven profesional en esta sociedad.

A mis hermanos y hermanas por su apoyo de una u otra forma para que siguiera estudiando.

A mi novia Selenia por su ejemplo de lucha y constancia.

A mis hermanos en la FE y amigos por su ayuda para llegar a cumplir mi objetivo.

José Saltos Zambrano

“El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena”.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 General.....	3
1.3.2 Específicos	3
1.4 Hipótesis.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Caña de azúcar	4
2.1.1 Generalidades del cultivo.....	4
2.1.2 Clasificación taxonómica.....	5
2.1.3 Superficie cosechada mundial de caña de azúcar	5
2.1.4 Producción mundial de la caña de azúcar	6
2.1.5 Producción nacional.....	7
2.1.6 Principales Ingenios en el Ecuador.....	9
2.2 Descripción botánica.....	9
2.2.1 Raíz	9
2.2.2 Tallo	9
2.2.3 Hoja.....	10
2.2.4 Flor.....	11
2.3 Agroecología	12
2.3.1 Suelo	12
2.3.2 Temperatura	12
2.3.3 Luz	13
2.3.4 Humedad y agua	13
2.4 Fitotecnia	14
2.4.1 Preparación del suelo	14
2.4.2 Siembra	15
2.4.2.1 Modalidad de siembra	15
2.4.3 Fertilización	16

2.4.3.1	Recomendaciones para fertilizar en caña planta y en caña soca...	17
2.4.4	Riego.....	18
2.4.4.1	Sistemas de riego.....	18
2.4.5	Malezas	20
2.4.6	Plagas y enfermedades.....	21
2.4.6.1	Insectos-plagas y roedores	22
2.4.6.1.1	Insectos-plagas	22
2.4.6.1.2	Roedores	23
2.4.6.2	Enfermedades	23
2.4.7	Cosecha.....	24
2.4.7.1	Tipos de cosecha	24
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1	Ubicación y descripción del sitio experimental.....	26
3.2	Características del suelo, agua y clima.....	26
3.2.1	Características del suelo.....	26
3.2.2	Características del agua	27
3.2.3	Características climáticas.....	28
3.3	Material biológico	28
3.3.1	Variedades evaluadas.....	28
3.3.1.1	B 49-119 Barbados.....	29
3.3.1.2	SP80 -1842 Brasil	29
3.3.1.3	CC85-92 Colombia	30
3.3.1.4	C1051-73 Cuba	31
3.3.1.5	H56 -4848 Hawái	31
3.3.1.6	Co213P India (Coimbatore, India).....	32
3.3.1.7	CR 74-250 República Dominicana	32
3.3.1.8	V71-51 Venezuela.....	32
3.4	Materiales y equipos	34
3.4.1	Materiales.....	34
3.4.1.1	Insumos	34
3.4.1.2	Herramientas	34

3.4.1.3 Equipos.....	34
3.5 Tratamiento y diseño experimental	35
3.5.1 Tratamientos	35
3.5.2 Análisis estadístico	35
3.5.3 Delineamiento experimental	36
3.6 Manejo del experimento	40
3.6.1 Preparación del suelo	40
3.6.2 Instalación del ensayo	40
3.6.3 Siembra	40
3.6.4 Control de malezas.....	40
3.6.5 Manejo fitosanitario.....	40
3.6.6 Fertilización	41
3.6.7 Riego.....	41
3.6.8 Cosecha.....	41
3.7 Variables experimentales.....	41
3.7.1 Altura de la planta a los 12 meses.....	41
3.7.2 Diámetro del tallo a los 12 meses	42
3.7.3 Comportamiento fitosanitario	42
3.7.4 Toneladas de caña por hectárea (TCH).....	42
3.7.5 Análisis de grados Brix.....	42
3.7.6 Análisis económico.....	42
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1 Resultados	43
4.1.1 Altura de la planta a los 12 meses.....	43
4.1.2 Diámetro del tallo a los 12 meses	44
4.1.3 Comportamiento fitosanitario	45
4.1.4 Toneladas de caña por hectárea (TCH).....	45
4.1.5 Análisis de grados Brix.....	46
4.1.6 Análisis económico.....	47
4.1.6.1 Costo de inversión para una hectárea de caña de azúcar semi- tecnificada	47

4.1.6.2 Relación Beneficio Costo.....	48
4.2 Discusión	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
CONCLUSIONES.....	51
RECOMENDACIONES.....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	53
ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Taxonomía de la caña de azúcar.	5
Cuadro 2.	Superficies cosechadas por principales países productores y totales mundiales 1999/00 a 2009/10.	6
Cuadro 3.	Volúmenes producidos por principales países productores y totales mundiales 1999/00 a 2009/10.	7
Cuadro 4.	Superficie, producción y ventas de caña de azúcar, según región y provincia.	8
Cuadro 5.	Producción TCH.	9
Cuadro 6.	Herbicidas empleados en la caña de azúcar.	21
Cuadro 7.	Propiedades químicas del suelo.	27
Cuadro 8.	Análisis de textura y materia orgánica.	27
Cuadro 9.	Análisis del extracto de pasta del suelo.	27
Cuadro 10.	Análisis químico de agua.	28
Cuadro 11.	Características climáticas.	28
Cuadro 12.	Variedades evaluadas.	29
Cuadro 13.	Tratamientos.	35
Cuadro 14.	Grados de libertad del experimento.	36
Cuadro 15.	Delineamiento experimental.	36
Cuadro 16.	Análisis de las medias de altura de la planta a los 12 meses.	44
Cuadro 17.	Análisis de las medias de diámetro del tallo a los 12 meses.	45
Cuadro 18.	Análisis de las medias de toneladas de caña por hectárea (TCH).	46
Cuadro 19.	Análisis de las medias de grados Brix.	47
Cuadro 20.	Análisis económico del proyecto.	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Porcentaje de superficie plantada y producción, según región y provincia.	8
Figura 2.	Nudo y entrenudo de la caña de azúcar.	10
Figura 3.	Simple traslape.	15
Figura 4.	Tipos de riego por goteo.	19
Figura 5.	Variedad CC 85-92.	31
Figura 6.	Variedad V71-51.	33
Figura 7.	Diseño de la parcela experimental de caña de azúcar, Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. 2015.	38
Figura 8.	Distribución de los tratamientos y bloques experimentales en el Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. 2015.	39

ÍNDICE DE ANEXOS

- Cuadro 1A₁. Datos promedios de Altura de planta a los 12 meses. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. 2015.
- Cuadro 2A₁. Datos promedios de Diámetro del tallo a los 12 meses. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. 2015.
- Cuadro 3A₁. Datos promedios de Toneladas de caña por hectárea (TCH). Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. 2015.
- Cuadro 4A₁. Datos promedios de Análisis de Grados Brix. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. 2015.
- Cuadro 5A₁. Proyección de inversiones, costo estimado para 1 ha de caña de azúcar. Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. 2015.
- Cuadro 6A₁. Escala de severidad para evaluar Pudrición roja (*Colletotrichum falcatum*).
- Cuadro 7A₁. Punto de equilibrio, Umbral económico y Nivel de daño económico para evaluar Barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*).
- Figura 1A. Análisis de Salinidad en extracto de pasta de suelos.
- Figura 2A. Análisis de Suelos (1).
- Figura 3A. Análisis de Suelos (2).
- Figura 4A. Análisis químico de agua.
- Figura 5A. Material Vegetativo en el sitio de ensayo.
- Figura 6A. Paquetes de variedades.
- Figura 7A. Riego por goteo empleado en el ensayo.
- Figura 8A. Variedad de Barbados (B 49-119).
- Figura 9A. Variedad de Brasil (SP 80-1842).
- Figura 10A. Variedad de Colombia (CC 85-92).
- Figura 11A. Variedad de Cuba (C 1051-73).
- Figura 12A. Variedad de Hawái (H 56-4848).

- Figura 13A. Variedad de India (Co 213P).
- Figura 14A. Variedad de República Dominicana (CR 74-250).
- Figura 15A. Variedad de Venezuela (V 71-51).
- Figura 16A. Variedades sembradas.
- Figura 17A. Distanciamiento entre bloques.
- Figura 18A. Protección del suelo, empleando las hojas de caña.
- Figura 19A. Desarrollo del tallo.
- Figura 20A. Desarrollo de las hojas.
- Figura 21A. Variable Grados Brix.
- Figura 22A. Variable Diámetro del tallo.
- Figura 23A. Variable Altura del tallo a los 12 meses.
- Figura 24A. Variable Toneladas de caña por hectárea.
- Figura 25A. Zafra.
- Figura 26A. Tallos molibles.
- Figura 27A. Transportación de la cosecha.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) es uno de los cultivos de mayor importancia económica a nivel mundial y es cultivado en 101 naciones. El 70 % del azúcar que se consume en el mundo proviene de la caña de azúcar, su producción es por lo menos, cinco veces mayor que la remolacha azucarera. Brasil es el mayor productor de caña de azúcar, obteniendo 680 900 000 toneladas en el año 2010 (ANTUÑA 2010).

En Ecuador cerca de 113 160 hectáreas están dedicadas al cultivo de caña de azúcar, según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo INEC (2013). De la producción que se obtiene, el 90 % se destina para la fabricación de azúcar y la diferencia se utiliza para la fabricación de alcohol.

El Centro de Investigaciones de la Caña de Azúcar del Ecuador CINCAE menciona que en el año 2014 se cosecharon 65 035 hectáreas, con una producción de 514 728,20 toneladas de azúcar. La mayor parte de la producción proviene de las provincias de Guayas, Cañar y Los Ríos. Los ingenios San Carlos, La Troncal y Valdez cubren aproximadamente el 85 % de la producción de azúcar del país y el 15 % restante corresponde a los ingenios Isabel María, IANCEM y Monterrey, estos dos últimos ubicados en las provincias de Imbabura y Loja.

Por otro lado la provincia de Santa Elena cuenta con 171 400 hectáreas de las cuales gran parte están sin cultivar; a esto se suma las dos épocas con características propias durante el año, una época lluviosa donde existen precipitaciones de 100 a 125 mm con temperatura que oscilan entre 23 y 32 °C y

una época de garúa donde las precipitaciones son mínimas y las temperaturas fluctúan de 19 a 24 °C; conociendo estos rangos de temperatura, el cultivo de caña de azúcar se puede adaptar fácilmente a nuestro clima sabiendo que necesita temperaturas entre 25 y 30 °C para su crecimiento, esto generaría una gran expectativa para los agricultores que se dedican a otros sembríos y tienen disponibilidad de riego, pues este cultivo necesita suficiente agua, principalmente en los seis primeros meses de desarrollo.

1.2 Justificación

Conociendo que en la provincia de Santa Elena, principalmente en el cantón Santa Elena, prevalecen los cultivos de ciclo corto y aquellas cosechas coinciden en determinadas épocas del año, e inciden en que los ingresos económicos en algunas ocasiones no superen los costos de producción y generan una ganancia mínima o nula.

Por las razones antes expuestas, la caña de azúcar es una gran alternativa, pues es un cultivo semipermanente, se cosecha cada año y la plantación está en el campo entre 5 y 7 años.

El presente trabajo pretende verificar el comportamiento agronómico de la caña de azúcar, en Río Verde, cantón Santa Elena; sabiendo que este cultivo no ha sido estudiado en esta región, lo cual genera interés para su estudio y brindará resultados preliminares para sus posteriores análisis en la zona.

Los datos preliminares de adaptación impulsarán nuevas posibilidades de desarrollo agropecuario para la provincia.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Evaluar el comportamiento agronómico de ocho variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en Río Verde, provincia de Santa Elena.

1.3.2 Específicos

- ❖ Determinar las características agronómicas de las variedades de caña de azúcar.
- ❖ Seleccionar las mejores variedades en base al rendimiento.
- ❖ Establecer el costo por hectárea de la producción de caña de azúcar en la zona.

1.4 Hipótesis

Por lo menos una de las variedades presenta características agronómicas favorables para su adaptación a la zona de estudio.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Caña de azúcar

2.1.1 Generalidades del cultivo

SIAP (2015) describe que aproximadamente en el año 4500 a. C. descubren la caña de azúcar en Nueva Guinea. Posteriormente los navegantes de aquel entonces la llevaron a la India, luego a China y otros países del Oriente.

En el año 642 a. C. los persas cultivaban caña de azúcar procedente de la India. Los soldados del rey Darío en el año 510 a. C. la denominaron como “esa caña que da miel sin necesidad de abejas”.

Los árabes en el siglo VII d. C. la llevaron al norte de África, donde los egipcios empezaron a procesarla y refinarla.

Llega a Europa en la Edad Media, donde se usó para la alimentación y la medicina.

Es introducida en América aproximadamente en el año 1494, es decir en el segundo viaje de Cristóbal Colón. Los primeros países donde se cultivó fueron República Dominicana, Cuba y México.

Posteriormente se comenzó a exportar a Europa. Actualmente el consumo de azúcar de los europeos se centra en el betabel y de los americanos en la caña de azúcar.

KAUP (2015) relata que la caña de azúcar en Brasil es un cultivo que conlleva a la sostenibilidad por los múltiples beneficios que se obtienen del mismo.

Desde México fue introducida al Ecuador entre 1526 y 1533 por los comerciantes de cacao y cultivada primeramente en la serranía ecuatoriana.

En la presidencia del General Juan José Flores (1832), se instaló un pequeño ingenio en la hacienda La Elvira (Babahoyo), donde trabajaban 100 personas. Inicialmente cultivaron 60 cuadras y rápidamente incrementaron el área sembrada.

2.1.2 Clasificación taxonómica

Según FIALLOS (2008), la caña de azúcar pertenece al reino *eucariota*; la taxonomía se detalla en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Taxonomía de la caña de azúcar.

Reino:	<i>Eucariota</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Liliopsida</i>
Orden:	<i>Poaceae</i>
Familia:	<i>Poaceae</i>
Subfamilia:	<i>Panicoideae</i>
Tribu:	<i>Andropogoneae</i>
Subtribu:	<i>Saccharinae</i>
Género:	<i>Saccharum</i>
Especie:	<i>officinarum</i> L.

2.1.3 Superficie cosechada mundial de caña de azúcar

Para 12 de los 101 países que cultivan caña de azúcar la economía depende de este cultivo. Sostiene economías nacionales y sustenta a millones de personas.

ANTUÑA (2010) menciona que la superficie cosechada mundial de caña de azúcar entre 2009 – 2010 tuvo un incremento del 31 % en comparación a la de

1999 – 2000, es decir un aumento de 6 200 000 hectáreas. Siendo Brasil el país con un 75,2 % de aumento de superficie, seguido de China con un incremento de 47,2 %. El grupo de los cinco grandes productores (Brasil, China, India, México y Pakistán) aumentaron cinco millones de hectáreas es decir 41,9 %. Más detalles se observan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Superficies cosechadas por principales países productores y totales mundiales 1999/00 a 2009/10.

	Superficies (Millones Has)			Variaciones		
	1999/00	2004/5	2009/10	99 a 09	04 a 09	09 a 10
Argentina	0,27	0,26	0,32	20,90%	23,23%	2,69%
Brasil	4,88	5,82	8,55	75,22%	47,04%	1,51%
China	1,19	1,35	1,74	47,20%	28,83%	2,07%
Australia	0,41	0,42	0,40	-3,29%	-4,22%	-4,88%
India	4,32	4,20	4,94	14,33%	17,59%	16,21%
Méjico	0,61	0,66	0,69	13,88%	3,76%	3,92%
Pakistán	0,96	0,91	1,03	7,61%	14,14%	1,38%
Estados Unidos	0,40	0,35	0,34	-13,36%	-1,39%	3,11%
Resto	6,66	6,69	7,82	17,50%	16,96%	2,92%
Totales 5G (*)	11,95	12,94	16,96	41,89%	31,05%	5,55%
TOTAL MUNDIAL	19,68	20,65	25,84	31,30%	25,13%	4,66%

	Superficies – Participación (%)		
	1999/00	2004/5	2009/10
Argentina	1,35%	1,26%	1,24%
Brasil	24,80%	28,16%	33,09%
China	6,02%	6,56%	6,75%
Australia	2,09%	2,01%	1,54%
India	21,95%	20,34%	19,11%
Méjico	3,07%	3,22%	2,67%
Pakistán	4,88%	4,39%	4,00%
Estados Unidos	2,01%	1,68%	1,33%
Resto	33,83%	32,39%	30,27%
Totales 5G (*)	60,73%	62,66%	65,62%

(*) 5G: 5 grandes productores: Brasil, China, India, Méjico y Pakistán

2.1.4 Producción mundial de la caña de azúcar

El autor antes citado indica que mundialmente la producción aumentó, pasando de 1 260 a 1 870 millones de toneladas, es decir 48,2 %. El grupo de los cinco grandes productores acrecentó la producción en 60,3 %. Brasil incrementó 108 % y China 86,3 %; sus volúmenes de producción respectivamente. Para más detalles de la producción mundial se observa el Cuadro 3.

Cuadro 3. Volúmenes producidos por principales países productores y totales mundiales 1999/00 a 2009/10.

	Volumen (Millones Tns)			Variaciones		
	1999/00	2004/5	2009/10	99 a 09	04 a 09	08 a 09
Argentina	14,90	18,10	21,76	46,05%	20,23%	6,15%
Brasil	326,12	422,96	680,90	108,79%	60,98%	3,01%
China	67,71	86,64	126,18	86,35%	45,65%	2,59%
Australia	31,23	38,16	33,88	8,50%	-11,21%	5,89%
India	295,60	281,17	339,09	14,71%	20,60%	21,97%
Méjico	44,48	47,29	48,88	9,89%	3,35%	10,87%
Pakistán	43,61	44,67	51,29	17,61%	14,82%	2,58%
Estados Unidos	31,11	22,43	25,69	-17,43%	14,50%	-0,28%
Resto	406,47	432,43	542,06	33,36%	25,35%	3,48%
Totales 5G (*)	777,52	882,72	1.246,33	60,30%	41,19%	7,81%
TOTAL MUNDIAL	1.261,22	1.393,84	1.869,72	48,25%	34,14%	6,35%

	Volumen - Participación (%)		
	1999/00	2004/5	2009/10
Argentina	1,18%	1,30%	1,16%
Brasil	25,86%	30,34%	36,42%
China	5,37%	6,22%	6,75%
Australia	2,48%	2,74%	1,81%
India	23,44%	20,17%	18,14%
Méjico	3,53%	3,39%	2,61%
Pakistán	3,46%	3,20%	2,74%
Estados Unidos	2,47%	1,61%	1,37%
Resto	32,23%	31,02%	28,99%
Totales 5G (*)	61,65%	63,33%	66,66%

(*) 5G: 5 grandes productores: Brasil, China, India, Méjico y Pakistán

2.1.5 Producción nacional

Según el INEC (2013), la superficie cosechada entre 2005 y 2011 mantuvo un incremento anual del 0,82 %. Pero en el año 2012 se obtuvo un aumento del 10,16 %.

En el 2011 la región Costa (Guayas) aportó con el 80,77 % y la región Sierra (Cañar y Loja) con el 19,23 % de la superficie cosechada. Referente a producción de caña de azúcar en la Costa se obtuvo el 75,19 % y en la Sierra el 18,76 %.

La provincia del Guayas contribuyó con el 86,3 % de la producción destinada para azúcar. Mayores detalles se expresan en la Figura 1.

En el 2013 se sembraron 113 160 hectáreas y se cosecharon 101 066 hectáreas, obteniendo una producción de 7 158 265 toneladas de caña de azúcar, de las cuales 7 156 813 se comercializaron (Cuadro 4).

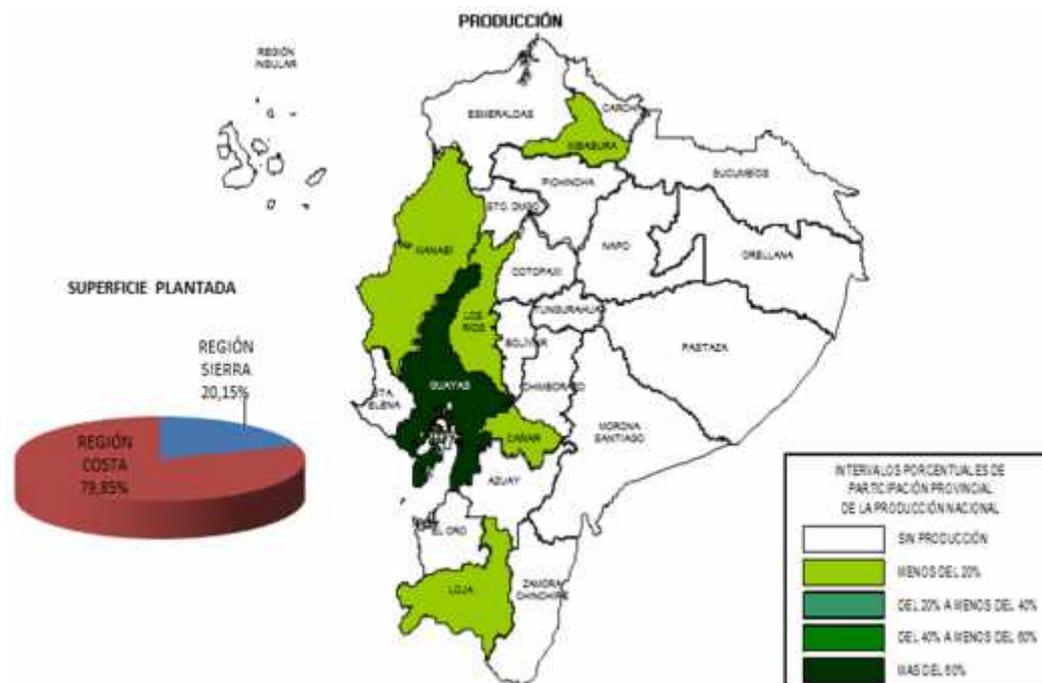


Figura 1. Porcentaje de superficie plantada y producción, según región y provincia.

Cuadro 4. Superficie, Producción y Ventas de Caña de Azúcar, según región y provincia.

ENCUESTA DE SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA CONTINUA 2013					
SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y VENTAS, SEGÚN REGIÓN Y PROVINCIA					
CAÑA DE AZÚCAR PARA AZÚCAR (Tallo fresco)					
REGIÓN Y PROVINCIA		SUPERFICIE (Has.)		PRODUCCIÓN (Tm.)	VENTAS (Tm.)
		Plantada	Cosechada		
TOTAL NACIONAL		113.160	101.066	7.158.265	7.156.813
REGIÓN SIERRA		22.798	16.966	896.306	895.004
REGIÓN COSTA		90.361	84.100	6.261.959	6.261.809
REGIÓN SIERRA					
CAÑAR	Solo	9.587	6.708	482.273	482.273
	Asociado				
IMBABURA	Solo	4.206	2.049	137.265	137.265
	Asociado				
LOJA	Solo	9.006	8.209	276.768	275.466
	Asociado				
REGIÓN COSTA					
GUAYAS	Solo	89.078	82.817	6.180.227	6.180.227
	Asociado				
LOS RÍOS	Solo	1.281	1.281	81.727	81.577
	Asociado				
MANABÍ	Solo	3	3	5	5
	Asociado				

Fuente: INEC 2013

2.1.6 Principales Ingenios en el Ecuador

La producción de toneladas de caña por hectárea (TCH) del 2014 de los tres principales ingenios en el Ecuador se resume en el Cuadro 5 (CINCAE 2015).

Cuadro 5. Producción TCH.

Ingenio	Producción (TCH) 2014
San Carlos	1 298 623,2
La Troncal	1 006 911,0
Valdez	940 440,0

Los ingenios San Juan (Guayas), IANCEM (Imbabura), MALCA (Loja) e Isabel María (Los Ríos) influyen en la producción nacional pero no se posee cifras de la producción anual de ellos.

2.2 Descripción botánica

2.2.1 Raíz

La caña de azúcar posee dos tipos de raíces, las raíces primordiales o adventicias las cuales son de los brotes y solo subsisten los tres primeros meses para luego dar paso a las raíces permanentes que brotan de las yemas de los esquejes. Son numerosas, gruesas y de rápido crecimiento; la calidad y longitud dependerá de la variedad, humedad y tipo de suelo.

2.2.2 Tallo

La variedad determina el número, el diámetro, el color, la altura y el hábito de crecimiento del tallo (AGRIORIENTE 2015).

El tallo posee una parte esponjosa rica en sacarosa y una parte periférica rica en fibra.

RIMACHE (2008) indica que el tallo se clasifica en subterráneo (tipo determinado) y el aéreo (almacenamiento de azúcares).

CINCAE (2011) manifiesta que el tallo mide entre 2,5 y 3,95 metros con crecimiento recto.

Partes que conforman el tallo.

El nudo: es donde se encuentra la yema de brote o crecimiento. Está formado por una dura fibra que separa dos entrenudos.

El entrenudo: el entrenudo se encuentra ubicado entre dos nudos. El diámetro, color, forma y longitud dependerá de la variedad. Las principales formas de los entrenudos son cilíndricos, convexos, cóncavos, conoidales y curvados.

Para mayor detalle se distingue la Figura 2.



Figura 2. Nudo y entrenudo de la caña de azúcar.

2.2.3 Hoja

Según RUÍZ (1995), la hoja es un órgano cuya función es realizar la fotosíntesis.

MENDIETA Y RIMACHE (2008) expresan que las hojas nacen a partir de los nudos del tallo de manera alternada, formando dos hileras opuestas en un mismo plano.

Las partes de la hoja son las siguientes:

Lámina: puede ser delgada o gruesa, suave, dura o coriácea.

Nervadura central: es la estructura que recorre longitudinalmente la lámina conocida como vena principal o vena media.

Vaina: es la base de la hoja que envuelve el tallo y sirve de soporte a la lamina foliar.

Lígula: es un apéndice membranoso, ubicado en el punto inferior de la inserción de la lamina con la vaina.

Aurícula: es un apéndice situado en la base de la lamina foliar.

2.2.4 Flor

Se describe brevemente la inflorescencia y la floración.

La Inflorescencia

Es un panículo abierto llamado espiga, entre 30 y 60 cm de largo, posee cientos de espiguillas en las variedades silvestres, hasta varios miles en las variedades nobles.

La Floración

La floración incide bajando el rendimiento de sacarosa cuando la caña florece antes de la maduración por lo cual CINCAE anhela que las variedades sembradas en Ecuador sean cosechadas antes de la floración, para que no interfieran en la producción.

Cuando se inicia la floración se suspende abruptamente la formación de nuevos entrenudos y se promueve el brote de las yemas laterales; las hojas inferiores rápidamente pierden agua y luego mueren.

2.3 Agroecología

2.3.1 Suelo

INFOAGRO (2009) recomienda suelos profundos para que desarrolle un amplio sistema radicular. Los suelos arcillosos pueden perjudicar al cultivo en épocas lluviosas por su poca o nula permeabilidad.

Según CINCAE (2012), el cultivo de caña de azúcar se desarrolla favorablemente en suelos franco, franco arcillosos, franco arenoso con buen drenaje. El rango promedio del pH del suelo es 6.

MAGO (1986) aduce que es importante el manejo del suelo cañero y hay que considerarlo como material viviente.

CHEESMAN (2004) dice que la caña de azúcar degasta los suelos por lo cual se debe evitar los procesos de degradación del suelo: erosión, salinidad y de alcalinidad. Suelos cercanos al mar son beneficiosos para el desarrollo del cultivo.

2.3.2 Temperatura

MENDIETA (2008) aduce que no es conveniente temperaturas inferiores a 0 °C. Se desarrolla con temperatura de 14 a 16 °C. Aunque la temperatura óptima se sitúa en 30 °C. Se desarrolla en climas tropicales y subtropicales del mundo.

El CINCAE cuenta con una casa de fotoperiodo que induce a las variedades a la floración con temperatura de 23 °C (CASTILLO *et al.* 2003).

De acuerdo a RIMACHE (2008), las temperaturas bajas influyen en la maduración, pues ocasiona una reducción en la absorción de nutrientes y agua, aún bajo condiciones favorables de humedad y nutrientes. Recordando que las altas temperaturas aceleran la utilización de azúcares producidos, esto genera poca ganancia neta de sacarosa.

En zonas con temperaturas inferiores a 19 °C el crecimiento se retarda, los entrenudos son más cortos y el período vegetativo se incrementa, lo que reduce considerablemente el tonelaje de panela por hectárea.

2.3.3 Luz

MENDEIETA (2008) indica que el desarrollo de la caña de azúcar depende en gran medida de la luz solar, razón por la cual el cultivo se realiza en las zonas tropicales que poseen un brillo solar alto y prolongado. Conociendo que la caña de azúcar una planta C-4, esta responderá mejor a mayores horas de brillo solar, para procesar los hidratos de carbono, como el azúcar.

La caña exige una fuerte iluminación sobre todo en el macollamiento y en la maduración, y cuando hay oscuridad disminuye la formación de sacarosa, por consiguiente disminuyen la producción y el rendimiento.

CINCAE (2010) anuncia que los ingenios de los valles interandinos de la Sierra muestran las más altas producciones de caña y azúcar debido a su alta luminosidad comparados con los ingenios de la Costa.

2.3.4 Humedad y agua

El cultivo de caña de azúcar requiere abundante agua en su etapa inicial, luego se va reduciendo el porcentaje de agua, pues este cultivo necesita ser sometido a un

estrés hídrico, 60 días antes de la cosecha, para impulsar su maduración cuando se aproxima la misma.

MENDIETA (2009) indica que las técnicas de riego por aspersión o por surcos están siendo remplazadas por la técnica de riego por goteo, lo cual facilita el manejo de agua y permite el abonado a través de la fertirrigación; esto permite un ahorro de agua y un desarrollo uniforme.

Según VERA (2010), más del 60 % del peso de la caña es agua, por lo cual para determinar de manera práctica el momento de aplicar el riego que corresponde, se entierra un machete hasta los 30 centímetros de profundidad. Si no se adhiere tierra al machete, significa la necesidad de regar de forma inmediata.

2.4 Fitotecnia

2.4.1 Preparación del suelo

Es muy importante tener óptimas condiciones en el medio edáfico, conociendo que la caña pasará en el campo 5 a 7 años por las varias zafras a realizarse.

RIMACHE (2008) indica que el suelo debe estar suelto hasta una profundidad promedio de 50 centímetros con el propósito de beneficiar al sistema radicular y por consiguiente la nutrición de las plantas.

El tipo de labranza se aplica de acuerdo a la textura del suelo; por lo general se realiza un primer pase de gradas a 25 centímetros de profundidad, un primer subsolado a 30 centímetros de profundidad, luego un segundo subsolado a 50 centímetros de profundidad, siguiendo con el segundo pase gradas para desterronar los bloques de suelo y finalmente se hará surcado a 1,5 metros entre surcos.

2.4.2 Siembra

Según EcuareRed (2015), es conveniente sembrar en dirección Este a Oeste para captar mayor brillo solar. Se recomienda sembrar material vegetativo sano que tengan de 9 a 10 meses para evitar el carbón, el mosaico, la escaldadura, la roya y el raquitismo de la soca. Es beneficioso emplear esquejes de tres yemas.

La sima del surco fluctúa entre 30 a 35 cm, y la distancia más usada es 1.50 m entre surcos. El esqueje debe ser cubierto con unos cinco centímetros de suelo, para influenciar al desarrollo temprano del mismo.

2.4.2.1 Modalidad de siembra

Existen diferentes modalidades de siembra y las principales son:

Chorrillo: El esqueje se siembra directamente en el surco de una manera horizontal formando una línea continua.

Simple traslape: Se realiza una hilera continua de esquejes y se superpone un trozo por cada dos esquejes como se muestra en la Figura 3. Es la más empleada, posee una densidad de 8 a 10 yemas por metro lineal.



Figura 3. Simple traslape.

Chorrillo doble: Se emplea cuando los esquejes no son de buena calidad. La siembra es de dos esquejes paralelos. La densidad es de 10 a 12 yemas por metro lineal.

2.4.3 Fertilización

La fertilización es una labor de mucha importancia porque es determinante para el rendimiento del cultivo.

VERA (2010) relata que la fertilización a base de abono debe aplicarse al fondo del surco al momento de la siembra; en caña planta entre 90 y 100 días después de la siembra y en caña soca entre 5 y 8 semanas después de la cosecha.

MENDEIETA (2010) dice que al ser un cultivo productor de enorme cantidad de biomasa, la caña de azúcar requiere mayores cantidades de nutrientes.

La cantidad de nutrimentos que extrae un cultivo de caña de azúcar es diferente de acuerdo con la variedad, el tipo de suelo, las condiciones de clima y el manejo del cultivo.

STANFORD (2001) informan que es muy importante conocer la dosis necesaria de fertilizantes que se va a aplicar al cultivo para la producción anual.

Según TISDALE y NELSON (1966), hay 16 elementos nutritivos esenciales para la caña de azúcar: el carbono, el hidrogeno y el oxígeno (la planta los toma del dióxido de carbono y del agua); nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. Los micronutrientes son: boro, zinc, cloro, cobre, hierro, manganeso y molibdeno.

2.4.3.1 Recomendaciones para fertilizar en caña planta y en caña soca

Caña planta

- Realizar la primera fertilización al momento de la siembra, en forma de chorro en el fondo del surco, con todo el fósforo, un tercio de nitrógeno y un tercio de potasio.
- Al mes y medio de la siembra, realizar una segunda fertilización haciéndola en forma de chorro, procurando que el abono quede cerca del cuello de las plantas, con un tercio de nitrógeno y un tercio de potasio.
- A los tres meses y medio, realizar una tercera fertilización de igual forma que la anterior. Después de los cinco meses, no debe abonarse la caña porque los jugos salen de mala calidad.

Caña soca

- Hacer una aplicación de la mitad del fertilizante lo más pronto posible después del corte.
- Aproximadamente al mes y medio de la primera aplicación, realizar una segunda fertilización con la otra mitad de la dosis. Las cantidades que se deben aplicar de cada fertilizante son muy variables, pues dependen del suelo y del estado de la plantación.

Para la investigación del comportamiento agronómico en Río Verde, se necesitó 42 kg de Sulfato de Amonio, 6.5 kg de Sulfato de Potasio y 15 kg de DAP.

2.4.4 Riego

Consiste en la aplicación de agua a un cultivo en el momento oportuno y en la cantidad requerida. El objetivo del riego en la caña de azúcar es el crecimiento de la planta para que produzca la mayor cantidad de sacarosa posible.

RIMACHE (2008) relata que el tiempo que se va a regar la parcela dependerá de la textura del suelo y la edad fisiológica del cultivo.

2.4.4.1 Sistemas de riego

Los sistemas de riego más usados en el cultivo de la caña de azúcar son:

Sistema de riego por surcos: es el más empleado y necesita una buena nivelación del terreno.

El sistema de surcos largos se usa para que un regador maneje una cantidad de agua tan grande como sea posible.

Sistema de riego por aspersión: es la forma mecánica de aplicar el agua por medio de simuladores de precipitación natural, pero controlando su cantidad y uniformidad.

Sistema de riego por goteo: es una tecnología relativamente nueva en la caña de azúcar, que permite ahorrar agua y energía y aumentar las ganancias. De este modo, el riego por goteo puede ayudar a resolver tres de los mayores problemas de la caña de azúcar: la escasez de agua, los crecientes costos del bombeo (energía) y las bajas ganancias de los agricultores.

El riego por goteo se define como la aplicación precisa, lenta y frecuente de agua mediante un punto o una línea de emisores sobre o bajo la superficie del suelo,

que funcionan con baja presión de trabajo (20 - 200 kPa) y con bajo caudal (0.6 a 20 L.h⁻¹), produciendo una humedad parcial de la superficie del suelo.

En la Figura 4 se muestran imágenes que ejemplifican los tipos de técnicas de riego localizado más empleadas en caña de azúcar.

Existen dos tipos de sistema de riego por goteo:

- **Riego por Goteo Superficial:** se define así a la aplicación de agua sobre la superficie del suelo en forma de gotas o como un fino chorro, a través de emisores localizados a una distancia predeterminada a lo largo del lateral de goteo.
- **Riego por Goteo Subterráneo:** corresponde a la aplicación de agua bajo la superficie del suelo a través de emisores moldeados en la pared interna del lateral de goteo, con caudales (1.0 - 3.0 L.h⁻¹) que, generalmente, están dentro del mismo rango que los caudales del riego por goteo superficial integral.



Figura 4. Tipos de riego por goteo.

2.4.5 Malezas

Según BUENAVENTURA (1997), las malezas generan un problema de importancia en la producción de caña de azúcar afectando severamente si no se controla a tiempo. Las malezas que afectan a la caña de azúcar generalmente un 61 % es gramínea, 24 % malezas de hoja ancha y 13 % de ciperáceas.

Entre las principales gramíneas que afectan la caña de azúcar está la Caminadora (*Rotboellia cochichinensis*), Cauca o Saboya (*Panicum maxicum* Jacq), Paja blanca (*Leptoclos filiformis*), Pajilla (*Panicum fasciculatum*). Las malezas de hoja ancha más comunes son la Achochilla (*Momordica charantia*), el Bejuco o Betilla (*Ipomoea spp*), la Verdolaga (*Portulaca oleracea*) y el Bledo (*Amarantus espinosus*). En cuanto a ciperáceas, el Coquito (*Cyperus rotundus*), y la Cortadera (*Ciperux ferax*) son las de mayor importancia.

RIMACHE (2008) indica que las malezas compiten directamente con el cultivo de caña de azúcar por agua, nutrientes, luz y espacio.

MENDIETA (2008) anuncia que se ha estimado que las malas hierbas reduce aproximadamente entre el 13 a 73 % la producción de caña de azúcar.

Según PILCO (2013), el control de las malezas influye en un 30 % de los costos de manejo del cultivo y si la infestación es fuerte, provoca pérdidas económicas.

Los principales métodos de control son:

Manual: se emplea machetes, palas y/o azadones. No es recomendable porque eleva el costo de producción.

Químico: es el más usado y económico en comparación al control manual. Se emplea herbicidas pre-emergentes (antes de la germinación del cultivo y/o hasta

60 días después de la siembra) y el post-emergente (se usa cuando ha germinado la caña-planta y se emplea hasta los cinco primeros meses del cultivo).

Los principales herbicidas empleados por los ingenios ecuatorianos se anuncian en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Herbicidas empleados en la caña de azúcar.

Herbicidas	Dosis	Aplicación	Malezas
Atrazina	1-2 kg	Pre emergente	Gramíneas y hoja anchas
Ametrina	1-2 kg	Post emergente	Gramíneas y hoja anchas
Diuron	1-1,5 kg	Pre emergente	Gramíneas y hoja anchas
2,4-D	1 -2 L	Pre emergente	Hojas anchas y ciperáceas
Glyfosato	2 -3 L	Quemas totales	Pre siembra o dirigido
Terbutrina	2.5-3.5 L	Post emergente	Hoja ancha

2.4.6 Plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades generan grandes pérdidas en el sector agroindustrial cuando no se controla a tiempo. En la caña de azúcar a nivel mundial se han reportado más de 1 450 especies de insectos perjudiciales y aproximadamente 200 enfermedades.

Hasta el año 2013, según MENDOZA *et al.* (2013), se han reportado la presencia de 38 especies de insectos plagas; siendo los principales el saltahojas (*Perkinsiella saccharicida*), el áfido amarillo (*Sipha flava*), el barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*) y el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Las demás pasan desapercibidas por su mínimo daño al cultivo. También cabe recalcar que en los últimos años es notoria la presencia de dos especies de salivazo, *Mahanarva andigena* y *M. trifissa*; el piojo algodonoso (*Orthezia praelonga*), el chinche de encaje (*Leptodictya tabida*) y la escama blanca (*Duplachionaspis divergens*).

También se han detectado tres especies de roedores y 15 enfermedades, de las cuales solo unas pocas revisten importancia económica en la zona azucarera de la cuenca baja del río Guayas.

2.4.6.1 Insectos-plagas y roedores

2.4.6.1.1 Insectos-plagas

Seguidamente clasificaremos en grupos los principales insectos plagas existentes en los ingenios del Ecuador según MENDOZA *et al.* (2013).

Insectos barrenadores

- Barrenador de la caña de azúcar (*Diatraea saccharalis*)
- Barrenador gigante (*Telchin licus*)
- Picudo rayado (*Metamasius hemipterus*)
- Perforador menor del tallo (*Elasmopalpus lignosellus*)

Insectos chupadores

- Saltahojas (*Perkinsiella saccharicida*)
- Afido amarillo (*Sipha flava*)
- Salivazo (*Mahanarva andigena*)
- Piojo algodonoso (*Orthezia praelonga*)
- Afido blanco (*Melanaphis sacchari*)
- Cochinilla harinosa o rosada (*Saccharicoccus sacchari*)
- Cinche de encaje (*Leptodictya tabida*)
- Escama rayada (*Pulvinaria sp.*)
- Escama blanca (*Duplachionaspis divergens*)

Insectos comedores de hojas

- Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)
- Falso medidor (*Mocis latipes*)
- Minador de la hoja (*Dicranoctetes saccharella*)

2.4.6.1.2 Roedores

Hasta el 2015, CINCAE ha detectado tres especies y son las siguientes:

- *Sigmodon hispidus*: conocida como rata cañera o algodonera
- *Oryzomys sp.*: rata de tamaño mediano y cola muy larga
- *Mus musculus*: ratón pequeño de oreja grande

2.4.6.2 Enfermedades

SATHE (2009), especifica las principales enfermedades encontradas en la caña de azúcar.

Las principales enfermedades de caña de azúcar detectadas por CINCAE (2011), en el Ecuador son las siguientes:

- Carbón de la caña de azúcar: *Sporisorium scitamineum*
- Roya común o parda: *Puccinia melanocephala*
- Virus del mosaico de la caña de azúcar: *ScMV-Potyvirus*
- Raquitismo de la soca: *Leifsonia xyli subsp xyli*
- Escaldadura de la hoja: *Xanthomonas albilineans*
- Virus de la hoja amarilla: *ScYLV-Polerovirus*
- Raya clorótica. Etiología desconocida
- Roya anaranjada: *Puccinia kuehnii*

2.4.7 Cosecha

Para RIMACHE (2008) es aconsejable realizar la cosecha en los meses frescos y secos en los dos hemisferios.

MENDIETA (2008), relata que para evitar cortar caña sobremadura o inmadura hay que realizar la zafra en el momento oportuno o máximo estado de madurez.

La zafra de la caña es recomendable realizarla cortando el primer nudo que se encuentra a ras de suelo, para obtener entrenudos ricos en azúcar, aumentando la producción y el rendimiento de sacarosa.

La cosecha de la caña de azúcar se la realiza entre los 12 y 14 meses luego de la siembra dependiendo de la variedad y zona de cultivo, pues hay zonas donde el cultivo puede tardar desde 18 a 24 meses como es el caso de la serranía ecuatoriana. Se recomienda someter a estrés hídrico al cultivo aproximadamente 60 días antes de la cosecha para que haya mayor concentración de azúcares.

2.4.7.1 Tipos de cosecha

Según SUGARCANE (2015), los principales tipos de cosechas son:

Cosecha Manual: se realiza empleando machetes de lámina ancha y cortando a ras de suelo. Se necesita de personal hábil.

Cosecha Mecánica: se emplea por las grandes extensiones de cultivadas y muchas veces para evitar que la cosecha se sobremadure por falta de mano de obra. La mayoría de países cultivadores de caña emplean cosechadoras mecánicas que tienen la capacidad de 2,5 a 4 hectáreas cosechadas en jornadas de ocho horas.

* * * * *

En resumen, la caña de azúcar, conociéndose que se desarrolla favorablemente en suelos francos arcillosos, es un cultivo que se adaptaría fácilmente al suelo franco-arcillo-arenoso que presenta el Centro de Producción y Prácticas Río Verde.

Se puede desarrollar en temperaturas superiores a 14 °C y la temperatura óptima se sitúa a los 30 °C; aquello es muy favorable a las temperaturas que presenta el sitio de ensayo, la cual bordea de 16 a 31 °C.

Hay nuevas técnicas de irrigación; como el riego por goteo lo cual facilita la fertirrigación, ahorro de agua y desarrollo uniforme del cultivo, por lo cual se empleará el sistema de riego por goteo.

Así mismo se aprovecharán los meses frescos para la cosecha. La cual se realizará en su máximo estado de madurez para evitar cortar caña sobre madura; esta cosecha será de forma manual.

Bajo estos criterios, la investigación pretende analizar el comportamiento agronómico de ocho variedades de caña de azúcar, bajo las condiciones agroecológicas de la zona de Río Verde.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y descripción del sitio experimental

El trabajo se realizó en el Centro de Producción y Prácticas Río Verde, propiedad de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, ubicada en la comuna Río Verde, km 118 vía Guayaquil-Salinas, cantón Santa Elena, provincia del mismo nombre.

Las coordenadas del sitio experimental son: Latitud Sur: 02° 18' 24.1", Longitud Oeste: 80° 41' 57.2", altitud 25 msnm, con topografía plana y pendiente mayor al 1 %. La zona se caracteriza por una humedad relativa del 79 % precipitación anual en invierno 100 mm/mes y en verano 0,2 mm/mes, y luminosidad de 4 - 6 horas luz/día. El ensayo se inició el 21 de agosto del 2014 y culminó el 15 de septiembre del 2015.

3.2 Características del suelo, agua y clima

3.2.1 Características del suelo

El análisis físico y químico de suelo se realizó en el laboratorio de la Estación Experimental Litoral Sur INIAP-Boliche en el cual se determinó un suelo Franco-Arcillo-Arenoso.

El Cuadro 7 indica los macro y micro nutrientes del suelo que fueron analizados; el Cuadro 8 muestra la textura y materia orgánica del suelo y el Cuadro 9 revela el análisis del extracto de pasta del suelo del sitio del ensayo.

Cuadro 7. Propiedades químicas del suelo.

Elementos	Cantidad ug/ml	Interpretación
pH	7,3	Prac. Neutro
Nitrógeno	19	Bajo
Fosforo	17	Medio
Potasio	337	Alto
Calcio	2688	Alto
Magnesio	907	Alto
Azufre	24	Alto
Zinc	0,8	Bajo
Cobre	2,9	Medio
Hierro	7	Bajo
Manganeso	20	Alto
Boro	0,63	Medio

Cuadro 8. Análisis de textura y materia orgánica.

Lote	Textura %			Clase Textural	(%)				meq/100ml				Ca Mg	Mg K	Ca + Mg K
	Arena	Limo	Arcilla		^M.O.	K	^Ca	^Mg	Σ Bases						
Muestra	55	16	29	Franco-Arcillo-Arenoso	1.03 B	0.86 A	13.44 A	7.47 A	21.77	1.80 B	8.64 M	24.19 M			

Cuadro 9. Análisis del extracto de pasta del suelo.

Identificación del lote	pH.	mS/cm	mg/L					meq/L				RAS	PSI (°)
		C.E.	Na	K	Ca	Mg	Suma	CO ₃ H ⁺	CO ₃ ⁺	SO ₄ ⁺	Cl ⁺		
RIO VERDE	8.3	0.84	317.4	9.4	34.1	18.8	380.00	3.7	2.4	4	7	11	13

3.2.2 Características del agua

Según los resultados del análisis de la calidad de agua realizado por el Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE determina que esta tiene características buenas para ser utilizada en el riego del cultivo de caña de azúcar como se detalla en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Análisis químico de agua.

Análisis	Unidad	Río Verde
Salinidad	Ppt	3,0
Nitrito (N-NO ₂)	mg/L	0,0
Nitrato (N-NO ₃)	mg/L	0,3
Fosfato (P-PO ₄)	mg/L	0,0
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L	202,5
Dureza	mg CaCO ₃ /L	1027,0
Ph		7,8

3.2.3 Características climáticas

Dadas las características climáticas de la zona de Río Verde, se puede clasificar como área semidesértica tropical. A continuación se muestran en el Cuadro 11, los principales datos anuales referentes al periodo 2013-2014 según la estación meteorológica UPSE-INAMHI.

Cuadro 11. Características climáticas.

Temperatura °C			Heliofania acumulada/mes (hora/luz)	Precipitaciones/mm	Humedad relativa %	Evaporación potencial, mm mes
Max.	Min.	Media				
27,18	20,08	23,63	1189,9	7,97	79,97	5,01

3.3 Material biológico

Las variedades estudiadas fueron proporcionadas por el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE).

3.3.1 Variedades evaluadas

En el Cuadro 12 se anuncia la procedencia de cada una de las variedades estudiadas.

Cuadro 12. Variedades evaluadas.

Variedades	Procedencia.
B49-119	Barbados
SP80-1842	Brasil (Copersucar)
CC85-92	Colombia
C1051-73	Cuba
H56-4848	Hawái
Co213P	India (Coimbatore)
CR 74-250	República Dominicana
V 71-51	Venezuela

3.3.1.1 B 49-119 Barbados

Cruce entre B35218 y B4098. Con poca cantidad de sacarosa, buen cultivar, buen sabor. Proveniente de Barbados, México y otro sitio.

Resistente a: FIJ (Madagascar, Australia), GUM (Madagascar), RUS (República Dominicana), YES (Barbados).

Susceptible a: Mosaico (Jamaica) LSC (Barbados, Guyana, Puerto Rico, Venezuela, Kenia), EYS (Jamaica), CUS (Caribe, Brasil, Hawai, Kenia, Sudáfrica, Madagascar, Venezuela).

3.3.1.2 SP80 -1842 Brasil

Cruce entre SP71 -1088 y H57 -5028. Liberado en 1993, inducido en Sao Paulo, producido bajo caña planta, cosecha temprana, buena formación de fibra, buena producción de sacarosa, el residuo de la caña sirve para elaborar compost.

Resistente a: CUS, Mosaico, RUS.

Susceptible a: LSC.

3.3.1.3 CC85-92 Colombia

- **Origen:** Esta variedad es originaria de Ceñicaña-Valle del Cauca, Colombia.
Cruce entre Co775 y CP52-68.

Caracteres morfológicos

- **Tallo:** Largo pueden llegar hasta 3.5 m de longitud, curvado, ligeramente reclinado y grueso; sin presencia de rajadura y tolerante al volcamiento, se visualiza en la Figura 5.
- **Entrenudo:** Cilíndrico y diámetro de 30 a 32 mm.
- **Nudo:** Tiene 2 mm de ancho.
- **Yema:** De forma orbicular y su posición es sentada.
- **Hoja:** Larga, angosta y erecta, con la punta doblada.
- **Aurícula:** Deltoide.

Caracteres agronómicos sobresalientes

La germinación es excelente puede llegar hasta el 85 %. El macollamiento está entre 10 y 12 tallos por cepa. La floración es muy escasa.

Buena adaptación a diferentes suelos, excepto a suelos salinos, buena en suelos desmantelados o gastados.

- **Maduración:** Es un material semi-tardío cuya madurez puede presentarse antes de los 19 meses de edad del cultivo. La maduración es muy desuniforme sin embargo genera sacarosa de buena calidad. El porcentaje de conversión a azúcar supera el 12 % a escala comercial. Los jugos presentan alta concentración de sacarosa.
- **Plagas:** Es una variedad ligeramente susceptible al ataque de barrenadores del tallo. Altamente susceptible al ataque de pulgón amarillo (*Sipha flava*) y a la infestación provocada por hormiga loca y sus simbiontes asociados

S. sacchari, *M. sacchari*, *Pulvinaria sp* y a hongos causantes de fumaginas. Medianamente susceptible al *Diatraea*.

- **Enfermedades:** Resistente al virus del mosaico, al carbón y a la roya. Ligeramente susceptible a la mancha de anillo y a la mancha de ojo. Intermedia en resistencia al raquitismo de las socas; altamente susceptible a la escaldadura de la hoja y presenta baja incidencia del síndrome de la hoja amarilla.



Figura 5. Variedad CC 85-92.

3.3.1.4 C1051-73 Cuba

Cruce entre B42231 x C431 – 62. Material de segundo nivel, proveniente de Cuba, buena adaptación local en tierras agrícolas, buena germinación, alta producción de sacarosa, Buena caña de 18 meses de edad.

Resistente a: CUS, RUS, Mosaico.

3.3.1.5 H56 -4848 Hawái

Cruce entre H44 -3098 y ?. Es el mejor material originario de Hawái en altas elevaciones cambia el sabor del material vegetal. Maduración tardía

Resistente a: RUS, CUS, RED, EYS.

Presenta características agronómicas positivas como: ser poco susceptible al virus del mosaico y la roya, erecta con excelente desarrollo aunque es atacada por la cercospora (*Cercospora spp.*); informes procedentes de Hawái, reportan esta variedad como 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.

Esta variedad ha sido la caña comercial por varios años en la región de Káu y otras zonas elevadas de Hawái; presenta altos requerimientos de luz y frío para su maduración, sobresale por su excelente tonelaje y producción de azúcar/ha. Se recomienda probar en otras zonas agroclimáticas.

3.3.1.6 Co213P India (Coimbatore, India)

Cruce entre POJ213 x Co.291. Progenitor originario de la India.

Cultivado en Hawái, México y otros sitios. Primeramente probado en diferentes variedades, en ingenios de N. India, promisorio (México) Mo R, RRS+ (India) Gum R, Mo S (Inglaterra) Mo S (Sudáfrica) Sm 2 (Brasil) Sm S (India) Sm 8 (Momba) Sm S (Inglaterra).

3.3.1.7 CR 74-250 República Dominicana

Cruce entre CP5268 y B45181. Mejor material proveniente de Central Romana, República Dominicana, buena adaptación a los suelos, alto tonelaje, material vigoroso. Buena germinación, ligeramente inclinada, buen tonelaje, no apto para zonas lluviosas, buena formación de fibra, maduración tardía, calidad promedio baja.

Resistente a: CUS, Roya, LSC (I).

3.3.1.8 V71-51 Venezuela

➤ **Origen:** Esta variedad es originaria de Venezuela.

La variedad resultó del cruzamiento entre L60-25 x ?

Caracteres morfológicos

- **Tallo:** Largo, erecto y recto.
- **Entrenudo:** Cilíndrico, con una longitud de 10 a 12 cm y un diámetro de 30 mm.
- **Nudo:** Tiene 2 mm de ancho.
- **Yema:** Ovalada con mechón apical.
- **Hoja:** Larga, ancha y pendulosa con la punta doblada.
- **Aurícula:** Deltoide.

Caracteres agronómicos sobresalientes

La germinación es excelente. Es de crecimiento vigoroso. El macollamiento está entre 12 y 14 tallos por cepa con tendencia al volcamiento. La floración es muy escasa. La variedad se visualiza en la Figura 6.

Aspectos sanitarios

Es resistente a las enfermedades de carbón, roya café y roja naranja, mosaico, raquitismo de las socas y escaldadura de la hoja; y presenta una incidencia moderada del virus de la hoja amarilla. Es resistente al pulgón amarillo, *Sipha flava*. Intermedia a *Diatraea spp.*, susceptible a *A. varia*.



Figura 6. Variedad V71-51.

3.4 Materiales y equipos

3.4.1 Materiales

3.4.1.1 Insumos

- Fertilizantes (DAP, sulfato de amonio y sulfato de potasio).

3.4.1.2 Herramientas

- Machete
- Azadón
- Pala
- Rastrillo
- Piola
- Flexómetro
- Estacas
- Letreros
- Cinta métrica
- Brocha
- Pintura
- Bolígrafos
- Regla
- Lápiz

3.4.1.3 Equipos

- Cintas de riego
- Llaves de paso
- Bomba de riego
- Calculadora

- Libreta de campo
- Reloj
- Calibrador
- Balanza mecánica y electrónica
- Refractómetro
- Impresora
- Cámara fotográfica
- Computadora

3.5 Tratamiento y diseño experimental

3.5.1 Tratamientos

Los tratamientos (variedades) que se estudiaron se observan en el Cuadro 13 dispuestos bajo Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con tres repeticiones.

Cuadro 13. Tratamientos.

Tratamientos	Variedades
T1	B49-119
T2	SP80-1842
T3	CC85-92
T4	C1051-73
T5	H56-4848
T6	Co213P
T7	CR 74-250
T8	V 71 - 51

3.5.2 Análisis estadístico

Para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos se utilizó el análisis de la varianza y las medias de los tratamientos, comparadas según la Prueba de Duncan al 5 % de probabilidad del error (Cuadro 14).

Cuadro 14. Grados de libertad del experimento.

Fuente de Variación	Grados de libertad
Tratamientos (n - 1)	7
Bloques (r - 1)	3
Error experimental (n -1) (r -1)	21
Total	31

3.5.3 Delineamiento experimental

Se realizó una siembra con simple traslape, es decir empleando tres esquejes (8 a 10 yemas) por metro lineal (Figura 7).

La distancia entre hileras fue de 1,5 metros. Se empleó la variedad Ragnar (T0) como barrera protectora en cada repetición (Figura 8).

Más detalles sobre el delineamiento experimental se observa en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Delineamiento experimental.

Diseño experimental	Bloque completamente al azar
Tratamientos	8
Repeticiones	4
Total de unidades experimentales	32
Área total de la parcela (6 x 5)	30 m ²
Área útil de la parcela (5 x 3)	15 m ²
Área del bloque (48 x 5)	240 m ²
Área útil de bloque (15 x 8)	120 m ²
Efecto de borde	0 m
Distanciamiento entre hileras	1,5 m
Distanciamiento entre plantas	Siembra continua
Longitud de la hilera-surco	5 m
Número de esquejes por surcos	15
Número de esquejes por parcelas	60
Número de esquejes por experimento	1 920
Número de esquejes por hectáreas	20 000 (10 toneladas)
Forma de la parcela	Cuadrada
Distancia entre parcela	0 m
Distancia entre bloque	2 m

Diseño experimental	Bloque completamente al azar
Distancia de los bloques por los 4 lados	1 m
Área útil del experimento (15 x 32)	480 m ²
Área neta del experimento (30 x 32)	960 m ²
Área total del experimento (50 x 28)	1 400 m ²

La distribución de los tratamientos en el lote experimental y el diagrama de la parcela están descritos en las Figuras 8 y 9.

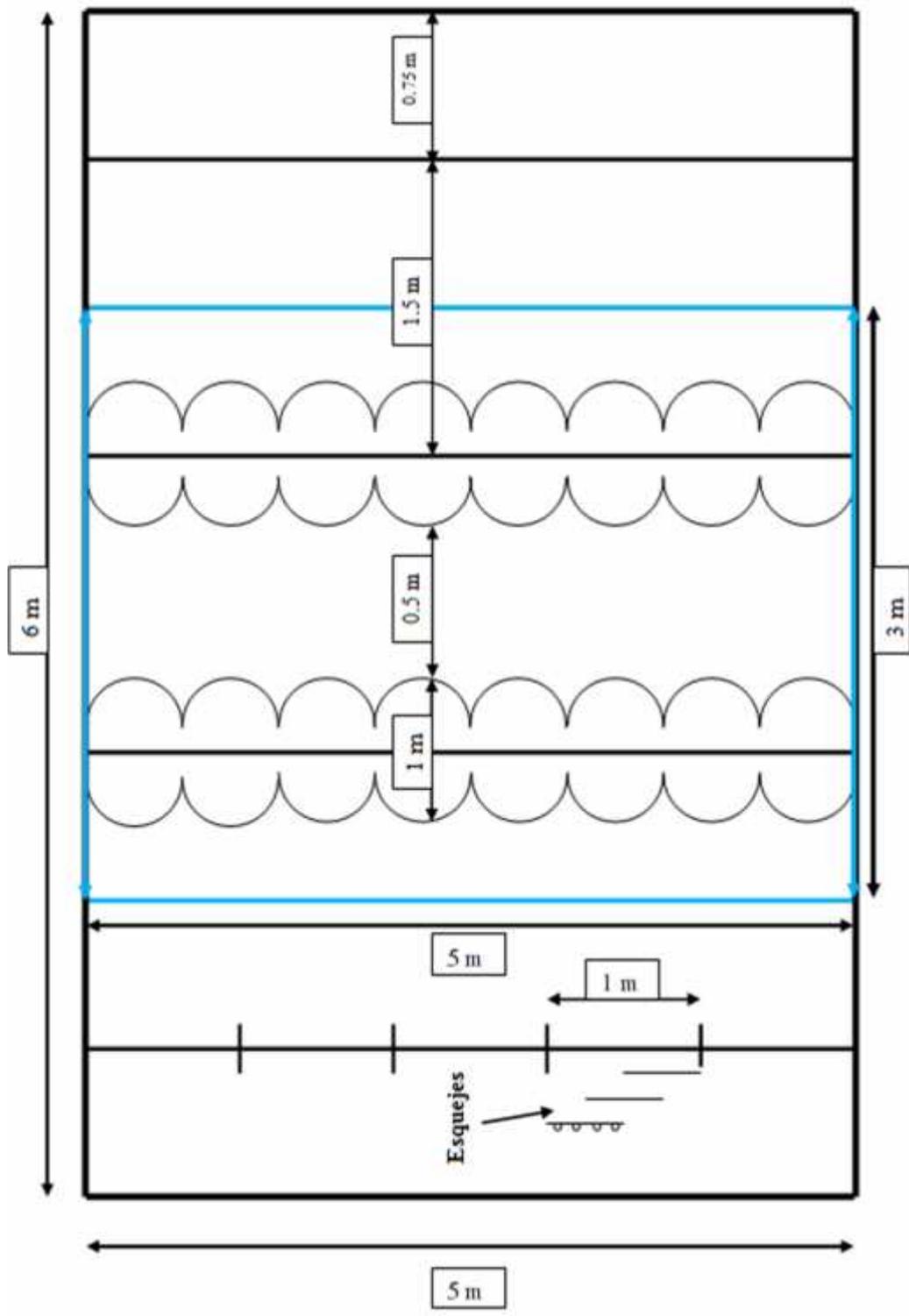


Figura 7. Diseño de la parcela experimental de caña de azúcar, Centro de Producción y Practicas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. 2015.

Área total de la parcela: 30 metros²

Área útil de la parcela: 15 metros²

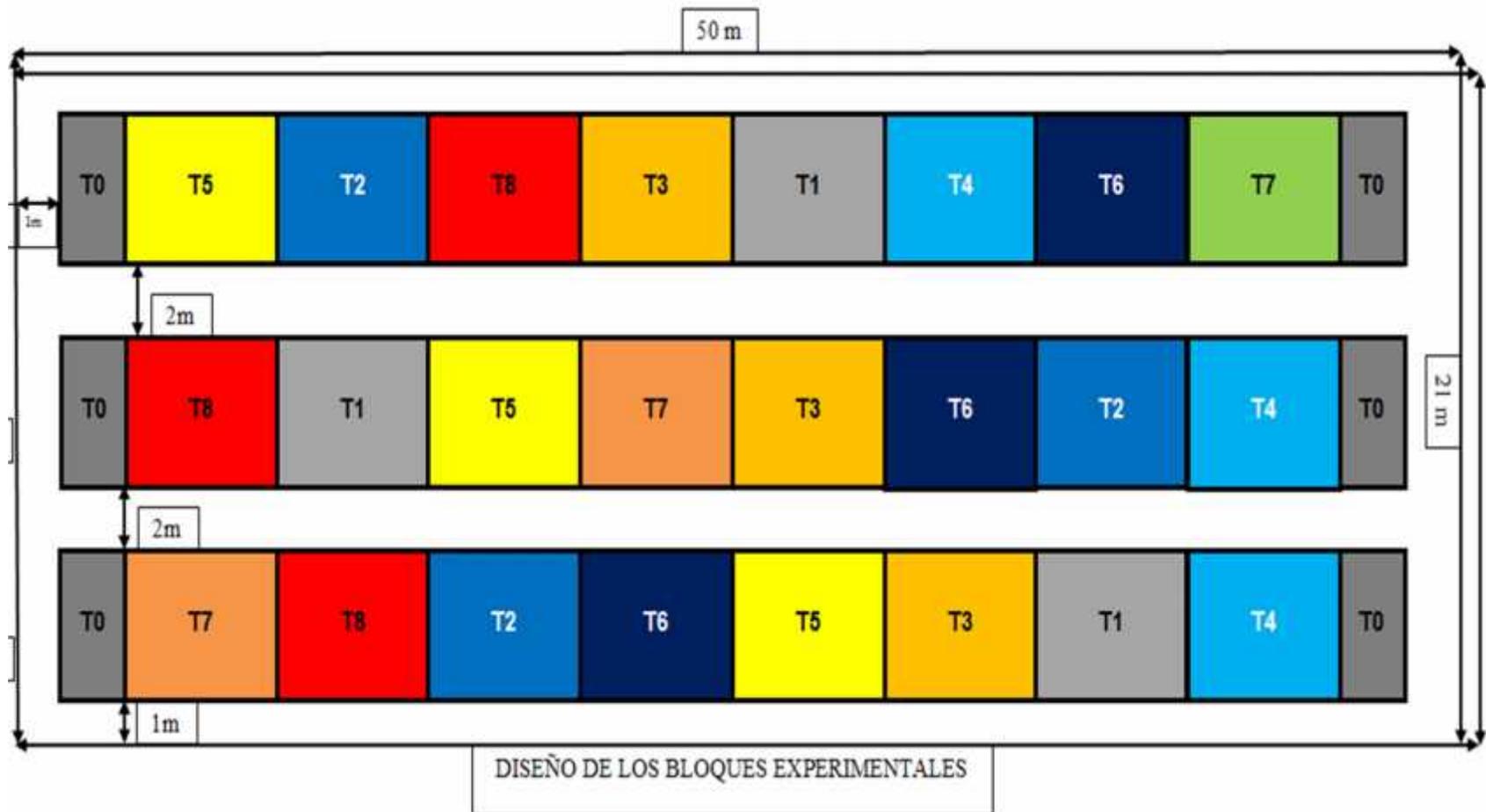


Figura 8. Distribución de los tratamientos y bloques experimentales en el Centro de Producción y Practicas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. 2015.

3.6 Manejo del experimento

3.6.1 Preparación del suelo

Consistió en un desbroce de maleza del terreno para posteriormente hacer un pase de arado y uno de rastra para mullir el suelo.

3.6.2 Instalación del ensayo

Se delimitaron las unidades experimentales de acuerdo al diseño previsto, para luego identificar los tratamientos en el campo.

3.6.3 Siembra

La siembra se realizó a una distancia de 1.5 m entre surcos y los esquejes a doble hilera con traslape, los surcos se hicieron a una profundidad de 30 cm a nivel del suelo.

3.6.4 Control de malezas

El desmalezado se realizó de forma manual empleando el machete y el azadón de acuerdo a la incidencia de malezas.

3.6.5 Manejo fitosanitario

Se realizó la observación sobre la presencia de plagas y enfermedades durante todo el ciclo del cultivo, para determinar el efecto de estos factores perjudiciales.

3.6.6 Fertilización

Se realizó una fertilización de fondo antes de la siembra, colocando fertilizantes químicos: 6.65 kg de DAP, mezclado con estiércol de chivo.

Para su posterior fertilización se aplicaron 21 kg de sulfato de amonio, 3.25 kg de sulfato de potasio y 7.5 kg de DAP.

3.6.7 Riego

Se empleó riego por goteo, los intervalos y tiempo de riego fueron determinados por las condiciones climáticas y las necesidades del cultivo. Este cultivo necesita abundante agua los seis primeros meses de vida.

3.6.8 Cosecha

Se realizó la zafra a los 12 meses de la siembra, de manera manual empleando machetes.

3.7 Variables experimentales

Las variables experimentales que se tomaron en la presente investigación fueron las siguientes:

3.7.1 Altura de la planta a los 12 meses

Se consideró el área útil de la parcela para tomar medidas de diez plantas al azar, desde la base del tallo hasta la primera hoja con lígula visible, con la ayuda de una cinta métrica expresada en centímetros.

3.7.2 Diámetro del tallo a los 12 meses

Se midió el engrosamiento del tallo de diez plantas al azar, empleando el calibrador en cada área útil de las parcelas, expresado en centímetros.

3.7.3 Comportamiento fitosanitario

Se realizó observación directa a nivel de hojas y tallos del cultivo para determinar presencia o ausencia de plagas y/o enfermedades.

3.7.4 Toneladas de caña por hectárea (TCH)

Se cortaron las parcelas en su totalidad y se pesaron todos los tallos por cada variedad y repetición. El peso fue expresado en kilogramos y se empleó la siguiente fórmula:

$$T = \frac{\text{Pcs} \times 10000\text{m}^2}{\text{Área de la parcela m}^2 \times 1000}$$

3.7.5 Análisis de grados Brix

Se efectuó el análisis de grados Brix de cada variedad con sus respectivas repeticiones, para determinar la concentración de azúcar. Se utilizó el refractómetro.

3.7.6 Análisis económico

Culminando la evaluación del proyecto, se realizó el análisis económico para determinar el beneficio neto, la relación beneficio-costos y rentabilidad de cada tratamiento con relación al costo de producción de una hectárea de caña-planta.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Altura de la planta a los 12 meses

En el Cuadro 1A₁ se detalla la variable altura de planta a los 12 meses de edad del cultivo de caña de azúcar, seguido del análisis de la varianza. Los tratamientos fueron altamente significativos entre sí.

En el Cuadro 16 se observa cuatro grupos estadísticos, la mayor altura de planta le corresponde al primer grupo estadístico conformado por el Tratamiento 5 (H 56-4848) con una media promedio de 2,15 m, el cual es diferente a los demás tratamientos; el segundo grupo estadístico integrado por los Tratamientos 2 (SP80-1842) con 1,64 m y T1 (B 49-119) con 1,33 m, estadísticamente iguales entre sí; el tercer grupo constituido por los Tratamientos 3 (CC 85-92) con 1,03 m, Tratamiento 7 (CR 74-250) con 1,02 m y Tratamiento 6 (Co 213P) con 1,00 m, estadísticamente iguales entre sí; y a la vez iguales al T1 (B 49-119). El cuarto grupo constituido por los Tratamiento 4 (C 1051-73) con 0,97 m y Tratamiento 8 (V 71-51) con 0,85 m, estadísticamente iguales a los Tratamientos T3 (CC 85-92), T7 (CR 74-250) y T6 (Co 213P). El coeficiente de variación fue 17,52 %.

Cuadro 16. Análisis de las de altura de la planta a los 12 meses.

VARIEDAD	Medias	evaluadas al 5%
T5 (H 56-4848)	2,15	a
T2 (SP 80-1842)	1,64	b
T1 (B 49-119)	1,33	b c
T3 (CC 85-92)	1,03	c d
T7 (CR 74-250)	1,02	c d
T6 (Co 213P)	1,00	c d
T4 (C 1051-73)	0,97	d
T8 (V 71-51)	0,85	d
CV	17,52 %	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.1.2 Diámetro del tallo a los 12 meses

En el Cuadro 2A₁ se detalla la variable diámetro del tallo a los 12 meses de edad del cultivo de caña de azúcar, seguido del análisis de la varianza. Los tratamientos fueron altamente significativos.

En el Cuadro 17 se observa cinco grupos estadísticos, el mayor diámetro de tallo le corresponde al primer grupo estadístico conformado por el Tratamiento 3 (CC 85-92) con una media promedio de 3,03 cm, el cual es diferente a los demás tratamientos; seguido del segundo grupo estadístico integrado por los Tratamientos 7 (CR 74-250) con 2,80 cm y 8 (V 71-51) con 2,63 cm, estadísticamente iguales entre sí; el tercer grupo constituido por el Tratamiento 4 (1051-73) con 2,45 cm, estadísticamente igual al Tratamiento T8 (V 71-51). El cuarto grupo conformado por los Tratamiento 5 (H 56-4848) con 2,35 cm y Tratamiento 2 (SP80-1842) con 2,28 cm, estadísticamente iguales entre sí, y a la vez al Tratamiento T4 (C 1051-73). El quinto grupo conformado por los Tratamientos T6 (Co 213P) y T1 (B 49-119) con 2,20 cm, estadísticamente iguales entre sí, y a los Tratamientos 5 (H 56-4848) y T2 (SP80-1842). El coeficiente de variación fue 5,29 %.

Cuadro 17. Análisis de las medias de diámetro del tallo a los 12 meses.

VARIEDAD	Medias	evaluadas al 5%
T3 (CC 85-92)	3,03	a
T7 (CR 74-250)	2,80	b
T8 (V 71-51)	2,63	b c
T4 (C 1051-73)	2,45	c d
T5 (H 56-4848)	2,35	d e
T2 (SP 80-1842)	2,28	d e
T6 (Co 213P)	2,20	e
T1 (B 49-119)	2,20	e
CV	5,29 %	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.1.3 Comportamiento fitosanitario

La incidencia de plagas y enfermedades fue mínima, en ningún momento llegó a umbrales económicos, por tanto no hubo necesidad de su control. Presentándose esporádicamente Barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*) y pudrición roja (*Physalospora tucumanensis* Speng. [= *Glomerella tucumensis* (Speg.) Arx y Müller]; [= *Colletotrichum falcatum* (Went)]; *Colletotrichum graminícola* (Ces.) G. W. Wils.) en la variedad de Cuba (C 1051-73).

4.1.4 Toneladas de caña por hectárea (TCH)

En el Cuadro 3A₁ se detalla la variable toneladas de caña por hectárea, seguido del análisis de la varianza. Existe diferencia significativa entre los tratamientos.

En el Cuadro 18 se observa cuatro grupos estadísticos, la mayor cantidad de toneladas le corresponde al primer grupo estadístico conformado por los Tratamiento 5 (H 56-4848) con 114,48 toneladas, Tratamiento T6 (Co 213P) con 94,26 toneladas, Tratamiento 1 (B 49-119) con 92,29 toneladas y Tratamiento 2 (SP80-1842) con 88,02 toneladas, estadísticamente iguales entre sí. El segundo grupo estadístico integrado por el Tratamiento 7 (CR 74-250) con 80,27 toneladas, estadísticamente iguales a los Tratamientos T6 (Co 213P), T1 (B 49-

119) y T2 (SP80-1842). El tercer grupo conformado por los Tratamientos 3 (CC 85-92) con 58,66 toneladas y Tratamiento 8 (V 71-51) con 54,20 toneladas, estadísticamente iguales entre sí; y a la vez iguales al Tratamiento 7 (CR 74-250). El cuarto grupo constituido por el Tratamiento 4 (C 1051-73) con 48,61 toneladas, estadísticamente igual a los Tratamientos 3 (CC 85-92) y T8 (V 71-51). El coeficiente de variación fue 23,92 %.

Cuadro 18. Análisis de las medias de toneladas de caña por hectárea (TCH).

VARIEDAD	Medias	evaluadas al 5%
T5 (H 56-4848)	114,48	a
T6 (Co 213P)	94,26	a b
T1 (B 49-119)	92,29	a b
T2 (SP 80-1842)	88,02	a b
T7 (CR 74-250)	80,27	b c
T3 (CC 85-92)	58,66	c d
T8 (V 71-51)	54,20	c d
T4 (C 1051-73)	48,61	d
CV	23,92 %	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.1.5 Análisis de grados Brix

En el Cuadro 4A₁ se detalla la variable grado Brix del cultivo de caña de azúcar, seguido del análisis de la varianza. No existe diferencia significativa entre los tratamientos.

En el Cuadro 19 se observa tres grupos estadísticos, el mayor grado Brix le corresponde al primer grupo estadístico conformado por los Tratamiento 2 (SP80-1842) con 21,53, Tratamiento T8 (V 71-51) con 19,63, Tratamiento 4 (C 1051-73) con 19,60, Tratamiento 3 (CC 85-92) con 19,13 y Tratamiento T7 (CR 74-250) con 18,78; estadísticamente iguales entre sí. El segundo grupo estadístico integrado por los Tratamientos T6 (Co 213P) con 18,53 y Tratamiento T1 (B 49-119) con 18,13, estadísticamente iguales entre sí; y a la vez a los Tratamientos T7 (CR 74-250), T3 (CC 85-92), T4 (C 1051-73) y T8 (V 71-51). El tercer grupo

conformado por el Tratamiento 5 (H 56-4848) con 16,28, estadísticamente iguales a los Tratamientos T1 (B 49-119), T6 (Co 213P) y T7 (CR 74-250). El coeficiente de variación fue 8,94 %.

Cuadro 19. Análisis de las medias de grados Brix.

VARIEDAD	Medias	evaluadas al 5%
T2 (SP 80-1842)	21,53	a
T8 (V 71-51)	19,63	a b
T4 (C 1051-73)	19,60	a b
T3 (CC 85-92)	19,13	a b
T7 (CR 74-250)	18,78	a b c
T6 (Co 213P)	18,53	b c
T1 (B 49-119)	18,13	b c
T5 (H 56-4848)	16,28	c
CV	8,94 %	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4.1.6 Análisis económico

4.1.6.1 Costo de inversión para una hectárea de caña de azúcar semi-tecnificada

El análisis económico del proyecto está basado en el presupuesto para la implementación de una hectárea de caña de azúcar semi-tecnificada con tipo de siembra simple traslape y a 1,5 m entre surco-hilera, con un total de 10 toneladas de caña-soca (esquejes) por hectárea; en la preparación del terreno se invirtió aproximadamente \$ 220,00, en jornales para siembra, surcos y trazado \$ 210,00, en equipos y herramientas \$ 1 212,67, en materiales e insumos \$ 900,00, en el manejo del ensayo \$ 240,00; con un costo total aproximado de 2 921,80 dólares (Cuadro 5A₁).

4.1.6.2 Relación Beneficio Costo

Según el Cuadro 20 en el tratamiento 5 (H56-4848) se obtiene un beneficio de 37 centavos por dólar invertido, en el tratamiento 6 (Co213P) se obtiene 13 centavos por dólar invertido, en el tratamiento 1 (B49-119) se logra 11 centavos por dólar invertido y en el tratamiento 2 (SP 80-1842) se adquiere 5 centavos por dólar invertido.

Cuadro 20. Análisis económico del proyecto.

Variedades Tratamientos	Costo de Tratamientos	Costo Total de una Hectárea de caña-planta	Producción/ Hectárea	Costo de Tonelada	Beneficio de Venta	Ingreso Neto	Beneficio/ Costo	Rentabilidad
T1 (B 49-119)	350,00*	2921,80**	92,29	35,00	3230,15	308,35	1,11	0,11
T2 (SP 80-1842)	350,00*	2921,80**	88,02	35,00	3080,70	158,90	1,05	0,05
T3 (CC 85-92)	350,00*	2921,80**	58,66	35,00	2053,10	-868,70	0,70	-0,30
T4 (C 1051-73)	350,00*	2921,80**	48,61	35,00	1701,35	-1220,45	0,58	-0,42
T5 (H 56-4848)	350,00*	2921,80**	114,48	35,00	4006,80	1085,00	1,37	0,37
T6 (Co 213P)	350,00*	2921,80**	94,26	35,00	3299,10	377,30	1,13	0,13
T7 (CR 74-250)	350,00*	2921,80**	80,27	35,00	2809,45	-112,35	0,96	-0,04
T8 (V 71-51)	350,00*	2921,80**	54,20	35,00	1897,00	-1024,80	0,65	-0,35

* Es el valor de 10 toneladas de esquejes necesario para una hectárea.

** Costo de producción para una hectárea de caña planta. Mayor detalle se observa en Cuadro 5A₁.

4.2 Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación sobre el comportamiento agronómico de ocho variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en Río Verde, provincia de Santa Elena se puede decir que:

Para la variable altura de planta a los 12 meses, se encontró resultados inferiores a los obtenidos por Madrid (2007), quien a los 9 meses obtuvo una altura máxima de 3,25 m (RAGNAR) y a los 16 meses alcanzó 3,75 m (CR74-250) en primera soca. En el ensayo de Río Verde a los 12 meses se logró 2,15 m (H 56-4848) en caña – planta. Esto posiblemente porque en caña-soca las raíces del cultivo ya se encuentran plenamente desarrolladas y bien establecidas, por lo cual el incremento en altura va a ser mayor en la etapa de crecimiento.

En la variable diámetro del tallo a los 12 meses se obtiene un máximo de 3,03 cm (CC85-92) los cuales difieren con el obtenido por Madrid (2007) a los 16 meses, quien reporta un máximo de 4,00 cm (POJ 2878).

Para la variable toneladas de caña por hectárea en Río Verde, la variedad CR 74-250 obtuvo producción menor a los conseguidos por Reynel (2006) y Madrid (2007) en la Estación Experimental Mútile; posiblemente por falta de recurso hídrico en sus etapas críticas.

Referente a análisis de grados Brix, los valores alcanzados son similares a los de Ortega *et al.* (2012).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados y los resultados obtenidos en la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Las características evaluadas evidencian que todas las variedades se destacan en alguna de ellas, ninguna sobresale en todas las variables.
2. Las variedades que se destacan por su rendimiento son Hawái (H 56-4848) con 114.48 toneladas por hectárea, seguida de la variedad de India (Co213P) con 94.26, Barbados (B 49-119) con 92.29, Brasil (SP 80-1842) con 88.02 y República Dominicana (CR 74-250) con 80.27.
3. El costo de producción de una hectárea de caña de azúcar (caña - planta) al primer año en el cantón Santa Elena es de \$ 2921,80.
4. El análisis de la relación beneficio/costo indica que las variedades de Hawái (H 56-4848), India (Co213P), Barbados (B 49-119) y Brasil (SP 80-1842) presentan rentabilidad para su desarrollo en la zona.
5. El rendimiento considerado como umbral económico en el Ecuador es de 80 t/ha, sin embargo no produce utilidades en la península de Santa Elena.
6. El comportamiento presentado por variedades en las condiciones agroproductivas de la península de Santa Elena, determinan la no incidencia de plagas y enfermedades, a excepción de la variedad de Cuba (C 1051-73) que presentó esporádica manifestación de estos perjuicios, sin embargo permite que este cultivo pueda ser desarrollado con éxito en la zona.

RECOMENDACIONES

1. Continuar con la evaluación de este experimento en el segundo año (caña – primera soca), para validar o relegar los resultados del comportamiento agronómico y adaptación de las variedades en estudio.
2. Establecer este ensayo con las variedades evaluadas, en otras zonas agroecológicas de la provincia de Santa Elena para determinar su adaptación en las mismas.
3. Evaluar la intensidad de infestación de insectos plaga e incidencia de enfermedades en el cultivo, para identificarlas y sintetizar la información obtenida, con la finalidad de tener un banco de datos.
4. Introducir y evaluar otras variedades de caña para conocer su comportamiento agronómico y su rendimiento, con la finalidad de tener un banco de datos que permita a la Universidad Estatal Península de Santa Elena recomendar a los productores de caña el material adecuado y adaptado a las condiciones agroecológicas de la provincia.

BIBLIOGRAFÍA

AGRORIENTE. 2015. Morfología de la caña. Consultado 08 de octubre de 2015. Disponible en <https://agrioriente.wordpress.com/morfologia-de-la-cana/>.

ANTUÑA J.C. 2010. Análisis de la situación internacional, nacional y exportaciones. Años 2000 a 2009. Anuario 2010. Observatorio Estratégico-INTA-RIAN. Argentina.

BUENAVENTURA C. 1997. Bases para la creación del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador. CINCAE. Guayaquil- Ecuador. 17 p.

CASTILLO R., GÓMEZ A., GARCÉS F. 2003. Programa de Variedades del CINCAE. CINCAE. El Triunfo – Ecuador. 8 p.

CASTILLO R. 2004. Fisiología, Floración y Mejoramiento genético de la caña de azúcar en Ecuador. CINCAE. Publicación técnica N° 6. El Triunfo – Ecuador. 16 – 17 p.

CASTILLO R. 2008. Primera Variedad mejorada de caña de azúcar del Ecuador. CINCAE. Plegable Divulgativo N° 4. El Triunfo - Ecuador. 2 p.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA CAÑA DE AZÚCAR DEL ECUADOR CINCAE. 2009. Informe Anual 2008. El Triunfo - Ecuador. 44 p.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA CAÑA DE AZÚCAR DEL ECUADOR CINCAE. 2010. Informe Anual 2009. El Triunfo - Ecuador. 35 p.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA CAÑA DE AZÚCAR DEL ECUADOR CINCAE. 2011. Informe Anual 2010. El Triunfo - Ecuador. 37 p.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA CAÑA DE AZÚCAR DEL ECUADOR CINCAE. 2012. Informe Anual 2011. El Triunfo - Ecuador. 36 p.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA CAÑA DE AZUCAR DEL ECUADOR CINCAE. 2015. Informe Anual 2014. El Triunfo - Ecuador. 37 p

CHAVARRÍA E. 2006. Escalas Descriptivas para la Evaluación de Enfermedades de la Caña de Azúcar. Dirección de Investigación y extensión de la Caña de Azúcar. Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar. San José – Costa Rica.

CHEESMAN O. 2004. Environmental Impacts of Sugar Production. Retrieved from <http://www.ebib.com>.

Ecuared. 2015. Cultivo de la caña de azúcar. Consultado 12 de octubre de 2015. Disponible en:

http://www.ecured.cu/index.php/Cultivo_de_la_ca%C3%B1a_de_az%C3%BAcar

FIALLOS F. 2008. “Reacción de 100 variedades de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.) del Banco de Germoplasma del CINCAE, al Carbón (*Ustilago scitaminea* Sydow), Roya (*Puccinia melanocephala* Sydow) y Mosaico (Sugarcane Mosaic Virus) en la zona del Cantón El Triunfo”. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censo INEC. 2013. Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua 2013. Tabla 15.

INFOAGRO. 2009. Cultivo de la caña de azúcar. Consultado el 13 de octubre de 2015. Disponible en:

http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_cana_azucar.asp.

KAUP F. 2015. Sugarcane Complex in Brazil: The Role of Innovation in a Dynamic Sector on Its Path Towards Sustainability. Retrieved from <http://www.ebib.com>

MADRID C. 2007. Evaluación del comportamiento agronómico de cinco variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la primera soca en la Estación Experimental Mútila. Esmeraldas – Ecuador.

MAGO P. 1986. El Suelo y Manejo en Caña de Azúcar. FONAIAP DIVULGA N° 20. Enero-Marzo. FONAIAP Estación Experimental Yaracuy. Venezuela.

MENDEIETA M. 2008. Caña de Azúcar: Producción y Procesamiento. Primera edición. Lima-Perú. 135 p.

MENDOZA J. 2004. Guía para el reconocimiento y manejo de insectos plagas y roedores de la caña de azúcar, en el Ecuador. CINCAE. El Triunfo –Ecuador. 34 p.

MENDOZA J., GUALLE D., GÓMEZ P. 2013. Guía para el reconocimiento y manejo de insectos plagas y roedores de la caña de azúcar en Ecuador. Tercera Edición. CINCAE. Publicación Técnica N° 2. El Triunfo - Ecuador. 33 p.

MENDOZA J., GUALLE D., GÓMEZ P. 2013. Plagas potenciales: Una amenaza para el cultivo de la caña de azúcar en el Ecuador. III Congreso Nacional de la Caña de Azúcar y sus derivados, organizado por AETA (Asociación Ecuatoriana de Tecnólogos Azucareros). Guayaquil-Ecuador.

ORTEGA M., VERA I., MARTÍNEZ A. 2012. Comportamiento agronómico en la segunda soca de cinco variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Universidad Técnica Luis Vargas Torres. Esmeraldas - Ecuador.

PILCO J. 2013. Nuevas alternativas químicas para el manejo de malezas en el cultivo de caña de azúcar. III Congreso Nacional de la Caña de Azúcar y sus derivados, organizado por AETA (Asociación Ecuatoriana de Tecnólogos Azucareros) septiembre 18 - 20. Guayaquil, Ecuador.

REYNEL CH. 2006. Evaluación del comportamiento agronómico de cinco variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la Estación Experimental Mútile. Esmeraldas – Ecuador.

RIMACHE M. 2008. Cultivo de la Caña de Azúcar. Primera edición. Surquillo-Perú. 112 p.

RODRÍGUEZ A. 2011. Fitoprotección de la caña de azúcar. Universidad Veracruzana. México. Disponible en:
www.caneros.org.mx/site_caneros/investigaciones/plagas.pps.

RUÍZ F.S. 1995. El Cultivo de la Caña de Azúcar. Editorial Universidad Estatal a Distancia. Primera Edición. San José - Costa Rica.

SATHE, T. V.; SHINDE, K.P.; SHAIKH, A.L. 2009. Sugarcane Pests and Diseases. Retrieved from <http://www.ebib.com>

Servicio de información agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador SICA. 2002. Superficie de caña cultivada y cosechada, producción de caña y azúcar. Quito – Ecuador. www.sica.org.ec.

Servicio de información agroalimentaria y pesquera SIAP. 2015. Origen de la caña de azúcar. Consultado el 13 de octubre de 2015. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/siaprendes/contenidos/3/03-cana-azucar/contexto-1.html>

SILVA E. 2003. Morfología y Fisiología de la Caña de Azúcar en el Ecuador. Asociación Ecuatoriana de Tecnólogos de la Caña de Azúcar (AETA). Guayaquil – Ecuador. 1 -13 p.

SILVA E., CASTILLO R., MARTÍNEZ F., CAICEDO W., ROMERO H., MENDOZA J., GARCÉS F., SALAZAR M., AUCATOMA B., MADRID C., LEÓN T., FIALLOS F. 2010. Nuevas Variedades de Caña de Azúcar para el sector azucarero de la cuenca baja del Río Guayas. CINCAE. Plegable Divulgativo N° 7. El Triunfo, Ecuador. 8 p.

STANFORD G. 2001. Recommendations for the good use and handling of the fertilizers. Fifth edition. Alberta, CA. Alberta International University. 240 p.

SUGARCANE. 2015. Cosecha de la caña de azúcar. Consultado 12 de octubre de 2015. Disponible en:

http://www.sugarcane.crops.com/s/agronomic_practices/harvesting_management/

TISDALE S. L. y NELSON W. L. 1966. Soil fertility and fertilizers. MacMillan, Nueva York - EEUU. 694 p.

VERA S. 2010. Guía Agrotécnica para Cañicultores. La Troncal-Ecuador. 24 p.

ANEXOS

**Análisis de varianza de diámetro del tallo a los 12 meses
ANDEVA**

F.V	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5%	1%
Total	31	3,43				
Bloques	3	0,52	0,17			
Tratamientos	7	2,54	0,36	20,97**	3,36	4,56
Error	21	0,36	0,02			
C.V.	5,29					

** Altamente significativo

**Cuadro 3A₁. Datos promedios de Toneladas de caña por Hectárea (TCH)
Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. 2015.**

Tratamientos	Repeticiones						
	I	II	III	IV			
TI B 49-119	77,10	68,94	100,68	122,44	369,16	92,29	
T2 SP 80-1842	52,60	94,34	95,70	109,44	352,08	88,02	
T3 CC 85-92	17,24	34,46	40,82	142,10	234,62	58,66	
T4 C 1051-73	11,80	33,56	63,50	85,56	194,42	48,61	
T5 H 56-4848	87,98	126,54	77,10	166,28	457,90	114,48	
T6 Co 213P	74,38	67,12	80,72	154,80	377,02	94,26	
T7 CR 74-250	57,14	64,40	65,30	134,24	321,08	80,27	
T8 V 71-51	20,86	32,66	35,38	127,90	216,80	54,20	
							78,85

**Análisis de varianza de toneladas de caña por hectárea
ANDEVA**

F.V	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5%	1%
Total	31	52325,14				
Bloques	3	30044,45	10014,82			
Tratamientos	7	14813,66	2116,24	5,95 *	3,36	4,56
Error	21	7467,03	355,57			
C.V.	23,92					

* Significativo

Cuadro 4A₁. Datos promedios de Análisis de Grados Brix.
Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. 2015.

Tratamientos	Repeticiones						
	I	II	III	IV			
T1 B 49-119	17,90	18,10	15,70	20,80	72,50	18,13	
T2 SP 80-1842	20,00	22,50	20,90	22,70	86,10	21,53	
T3 CC 85-92	19,70	20,90	17,00	18,90	76,50	19,13	
T4 C 1051-73	19,80	17,70	18,50	22,40	78,40	19,60	
T5 H 56-4848	14,60	18,50	12,90	19,10	65,10	16,28	
T6 Co 213P	19,20	19,90	15,60	19,40	74,10	18,53	
T7 CR 74-250	19,40	19,10	16,30	20,30	75,10	18,78	
T8 V 71-51	14,70	22,70	17,60	23,50	78,50	19,63	
							18,95

Análisis de varianza de Análisis de grados Brix
ANDEVA

F.V	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5%	1%
Total	31	201,80				
Bloques	3	79,15	26,38			
Tratamientos	7	62,35	8,91	3,10 ns	3,36	4,56
Error	21	60,30	2,87			
C.V.	8,94					

ns = No Significativo

**Cuadro 5A₁. Proyección de inversiones, costo estimado para 1 ha de caña de azúcar.
Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la UPSE. Santa Elena. 2015.**

Actividades	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	N° de Veces	Costo Total
1. Preparación del terreno.					
Limpieza de terreno	Jornales	4	15,00	1	60,00
Arado de terreno	Horas	2	40,00	1	80,00
Rastra de terreno	Horas	2	40,00	1	80,00
Subtotal. 1.					220,00
2. Siembra					
Trazado del terreno	Jornales	2	15,00	1	30,00
Elaboración de surcos	Jornales	8	15,00	1	120,00
Siembra	Jornales	4	15,00	1	60,00
Subtotal. 2.					210,00
3. Equipos y herramientas					
Sistema de riego*	Ha	1	1.166,67	1	1.166,67
Machete	Unidad	1	3,50	1	3,50
Azadón	Unidad	1	5,00	1	5,00
Pala	Unidad	1	5,00	1	5,00
Rastrillo	Unidad	1	3,50	1	3,50
Piola	Unidad	1	5,00	1	5,00
Flexómetro	Unidad	1	4,00	1	4,00
Letreros para tratamientos	Unidad	1	2,00	1	2,00
Cinta métrica	Unidad	1	10,00	1	10,00
Brocha	Unidad	1	2,00	1	2,00
Pintura	L	2	3,00	1	6,00
Subtotal. 3.					1.212,67
4. Materiales e insumos					
Semilla 10 tonelada/ha	TM	10	35,00	1	350,00
DAP (18-46-0)	kg	150,00	0,92	1	138,00
Sulfato de potasio	kg	65,00	0,70	1	45,50
Sulfato de amonio	kg	420	0,70	1	294,00
Combustible	L	50	0,25	1	12,50
Agua de riego	m3	2000	0,03	1	60,00
Subtotal. 4.					900,00
5. Manejo del ensayo					
Aplicación de fertilizantes	Jornales	2	15,00	1	30,00
Control manual de malezas	Jornales	4	15,00	1	60,00
Zafra	Jornales	10	15,00	1	150,00
Subtotal. 5.					240,00
Subtotal.(1+2+3+4+5)					2.782,67
6. Imprevistos					
Imprevistos 5 %					139,13
TOTAL (1+2+3+4+5+6)					2.921,80

**Cuadro 6A₁. Escala de severidad para evaluar Pudrición roja
(*Colletotrichum falcatum*).**

Nivel	Descripción
1	Sin síntomas visibles.
2	De 1 a 10 % de la nervadura central de la hoja +3 con síntomas.
3	De 11 a 20 % de la nervadura central de la hoja +3 con síntomas.
4	De 21 a 30 % de la nervadura central de la hoja +3 con síntomas.
5	Más de un 31 % de la nervadura central de la hoja +3 con síntomas.

Chavarría, 2006.

Cuadro 7A₁. Punto de equilibrio, Umbral económico y Nivel de daño económico para evaluar Barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*).

	Total de tallos afectados en 50 m	Grado de infestación
P.E.	5	Baja (ejercer medidas fitosanitarias)
U.E.	12	Media (ejercer control)
N.D.E.	>20	Alto o grave

Rodríguez, 2011.

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre	LUPSE	Nombre	RIO VERDE	Informe N°	: 00 13392	Factura N°	: 9468
Dirección	VIA LA LIBERTAD	Provincia	SANTA ELENA	Resp/ Muestreo	: CLIENTE	Fecha/Análisis	: 18/01/2013
Ciudad	SANTA ELENA	Cantón	SANTA ELENA	Fecha/ Muestreo	: 08/01/2013	Fecha/Emisión	: 21/01/2013
Teléfono	N/E	Parroquia	SANTA ELENA	Fecha/ Ingreso	: 08/01/2013	Fecha/Impresión	: 21/01/2013
Fax	N/E	Ubicación	KM. 105 VIA GQUEL. SALI	Cond. Ambientales	: T°C: 22.7 %H: 32	Cultivo Actual	: BARBUCHO

REPORTE DE ANALISIS DE SALINIDAD EN EXTRACTO DE PASTA DE SUELOS

N° Laboratorio	Identificación del Lote	pH	mS/cm	mg/L					mg/L				RAS	PSI(*)
			C.E.	Na	K	Ca	Mg	Suma	CO ₃ H*	CO ₃ * ²	SO ₄ * ²⁻	Cl*		
45726	RIO VERDE	8.3	0.84	317.4	9.4	34.1	18.8	380.00	3.7	2.4	6	7	11	13
C.E.			INTERPRETACIÓN						Determinación		Metodología			
0 - 2.0			Suelo no salino, efecto de sales despreciables.						pH, CE		Electrométrica			
2.1 - 4.0			Suelo ligeramente salino, puede reducirse las cosechas de cultivos sensibles.						K, Ca, Na, Mg		Absorción Atómica			
4.1 - 8.0			Suelo salino, se reducen las cosechas de numerosos cultivos.											
Más de 8			Suelo muy salino.											

<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 están incluidos en el alcance de acreditación solicitada al OAE.

Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitada al OAE.

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

(*) Cálculo efectuado según nomograma de suelos salinos y sódicos manual No. 60


 Responsable Laboratorio

Figura 1A. Análisis de Salinidad en extracto de pasta de suelos.



**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**

Km. 26 Vía Durán - Tambo Ajó. Postal 09-01-7066 Yaguachi - Guayas - Ecuador
Teléfono: 2717181 Fax: 2717119 Celular: 094335183 - 094335183 - 0943351760 e-mail: iniap_l_sul@guayas.es

*"Laboratorio de ensayo
acreditado por el OAE
con acreditación N° OAE LE C 11-007"*

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA	
Nombre :	UPSE	Nombre :	RIO VERDE	Informe No. :	0013392
Dirección :	VIA LA LIBERTAD	Provincia :	SANTA ELENA	Responsable Muestreo :	Cienta
Ciudad :	SANTA ELENA	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha Muestreo :	08/01/2013
Teléfono :	2784006	Parroquia :	SANTA ELENA	Fecha Ingreso :	08/01/2013
Fax :	N/E	Ubicación :	KM. 105 VIA QUAYAQUIL SALIN	Condiciones Ambientales :	T°C: NH
				Factura No. :	9468
				Fecha Análisis :	16/01/2013
				Fecha Emisión :	16/01/2013
				Fecha Impresión :	21/01/2013
				Cultivo Actual :	BARBECHO

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	µg/ml											
			* NH	* P	K	* Ca	* Mg	* S	* Zn	Cu	* Fe	* Mn	* B	* Cl
46726	RIO VERDE	7.3	19	17	337	2688	907	24	0.6	2.9	7	20.0	0.63	

Elementos	Unidad	Resultado	Unidad	Resultado
NH ₄ , P, K, Ca, Mg, S	µg/ml	19	µg/ml	17
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	µg/ml	24	µg/ml	0.6
Si	µg/ml	907	µg/ml	20.0
Se	µg/ml	0.63	µg/ml	0.63
Al	µg/ml	2688	µg/ml	0.63

Elementos	Unidad	Resultado	Unidad	Resultado
NH ₄ , P	µg/ml	19	µg/ml	17
K, Ca, Mg	µg/ml	337	µg/ml	2688
Si, Cu, Fe, Mn	µg/ml	907	µg/ml	20.0
S	µg/ml	0.6	µg/ml	0.63
Zn	µg/ml	24	µg/ml	0.6
Al	µg/ml	2688	µg/ml	0.63

Elementos	Unidad	Resultado	Unidad	Resultado
NH ₄ , P	µg/ml	19	µg/ml	17
K, Ca, Mg	µg/ml	337	µg/ml	2688
Si, Cu, Fe, Mn	µg/ml	907	µg/ml	20.0
S	µg/ml	0.6	µg/ml	0.63
Zn	µg/ml	24	µg/ml	0.6
Al	µg/ml	2688	µg/ml	0.63

N/E = No entregado

<L.C = Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a las muestras seleccionadas al análisis

Los ensayos mencionados (NH₄, Cl) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE

Las opiniones, interpretaciones, etc. que se incluyan a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE

** Ensayo automatizado

Se prohíbe la reproducción parcial, total o en su totalidad

Responsable Laboratorio

Figura 2A. Análisis de Suelos (1).



ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 25 Via Durán - Tambo Apdo. Postal 00-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
 Teléfono: 2717181 Fax: 2717119 Celular: 094035163 - 094035163 e-mail: iniap_@_lsc@ywhoo.es

"Laboratorio de ensayo
 acreditado por el OAE
 con acreditación N° OAE LE C 11-007"

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

COORDENADAS DEL PUNTO DE MUESTREO		COORDENADAS DEL PUNTO DE MUESTREO		COORDENADAS DEL PUNTO DE MUESTREO	
Nombre :	UPSE	Nombre :	RIO VERDE	Informe No. :	0013392
Dirección :	VIA LA LIBERTAD	Provincia :	SANTA ELENA	Responsable Muestreo :	Cliente
Ciudad :	SANTA ELENA	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha Muestreo :	08/01/2013
Teléfono :	2784006	Parroquia :	SANTA ELENA	Fecha Emisión :	18/01/2013
Fax :	NE	Ubicación :	KM. 105 VIA GUAYAQUIL SALIN	Fecha Ingreso :	08/01/2013
				Condiciones Ambientales :	T°C:0.0 %H: 0.0 Cultivo Actual : BARBECHO
				Factura No. :	9488
				Fecha Análisis :	18/01/2013
				Fecha Impresión :	21/01/2013

N° Laborat.	Identificación	* Textura (%)			Clase Textural	mg/100ml			mScm	%			mg/100ml			Ca	Mg	Ca+Mg
		Arena	Limo	Arcilla		*Al-H	* Al	* Na		C.E.	* M.O.	K	* Ca	* Mg	* Bases	Mg	K	K
45724	RIO VERDE	55	18	29	Franco-Arcillo-Arenoso					1.03	8	0.88	13.44	7.47	21.77	1.90	8.04	24.18

Ar. A. 10	Ar. A. 10
Ar. A. 10	Ar. A. 10
Ar. A. 10	Ar. A. 10
Ar. A. 10	Ar. A. 10

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

M.O.	Materia Orgánica	Capacidad de Intercambio
Ca.	Capacidad de Intercambio	Capacidad de Intercambio
Ca.	Capacidad de Intercambio	Capacidad de Intercambio

Ar. A. 10																		
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

NE = No entregado
 *L.C = Menor al Límite de Cuantificación
 Los resultados obtenidos en este informe, corresponden únicamente a (s) muestra(s) analizada(s) al momento.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE.
 Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indiquen a continuación, serán fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE.
 ** Ensayo subsidiario.
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a sujeción que sea en su totalidad.

 Responsable Laboratorio

Figura 3A. Análisis de Suelos (2).



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

"Impulsando la Sociedad del Conocimiento"

Laboratorio Calidad de Agua y Suelos



Reporte de Análisis:

Fecha y Lugar de la muestra: 25 de Agosto 2015
 Fecha de la recepción de la muestra: San Pedro 25 de Agosto 2015
 Entrega de la muestra: Clonide Arábide
 Identificación de la muestra: Agua Pozo Rio Verde 18/8/2015
 Agua Pozo Manglarito 17/8/2015
 Solicitante del análisis: Srta. Yajaira Páez UPSE
 Solicited de análisis: N.º 117
 Fecha del análisis realizada: 1 de Septiembre 2015
 Análisis solicitados:

- CAS-010 FOSFATO
- CAS-007 NITRATO
- CAS-008 NITRITO
- CAS-012 pH
- CAS-005 DUREZA TOTAL
- CAS-006 ALCALINIDAD
- CAS SALINIDAD

Variable	Unidad	Rio Verde	Manglarito	Límites Permisibles ⁽¹⁾		Referencia Metodología
				uso común	Desalchizada ⁽²⁾	
Salinidad	mg/L	3	2,0	*	*	
Nitro (N-NO ₃)	mg/L	0,0	0,1	0	1,0	DIP 1983
Nitro (N-NO ₂)	mg/L	0,3	0,8	10	10	DIP 1983
Fosfato (P-PO ₄)	mg/L	0,0	0,0	*	*	DIP 1983
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L	202,5	227,7	*	*	Boyd + Tucker 1992
Dureza	mg CaCO ₃ /L	1027,0	1457,8	500	300	Boyd + Tucker 1992
pH		7,8	6,8	6,5 - 9,0	6,0 - 9,0	DIP 1983

Yajaira Páez
 Bióloga Yajaira Páez Quiroz
 Analista Responsable

Dr. Stanislaw Schmechel
 Jefe Laboratorio

Observaciones

* No detecte
 Las líneas azules para analizar y comparar los resultados con de la Legislación Ambiental.

Bibliografía

- ⁽¹⁾ Norma de Calidad Ambiental y Desagüe de Efluentes: Recurso Agua Libro VI Anexo 1. Ate B-N 270
 Texto Unificado Legislación Ambiental del Ecuador. Ministerio Ambiental del Ecuador.
- ⁽²⁾ Límites permisibles para agua de consumo humano y uso doméstico que requiere tratamiento potabilizacional.
- ⁽³⁾ Límites permisibles para agua de consumo humano y uso doméstico que requiere desalchización, agua marina y de estuario.
- DIP (1983). Instituto Científico y Técnico DIP. Volúmenes VII. N.º1
- Boyd y Tucker (1992). Water Quality and Prod Soil Analyses Set Apparatus. Auburn University, Alabama.

Figura 4A. Análisis Químico de Agua.



Figura 5A. Material Vegetativo en el sitio de ensayo.



Figura 6A. Paquetes de Variedades.



Figura 7A. Riego por goteo empleado en el ensayo.



Figura 8A. Variedad de Barbados (B 49-119).



Figura 9A. Variedad de Brasil (SP 80-1842).



Figura 10A. Variedad de Colombia (CC 85-92).



Figura 11A. Variedad de Cuba (C 1051-73).



Figura 12A. Variedad de Hawái (H 56-4848).



Figura 13A. Variedad de India (Co 213P).



Figura 14A. Variedad de República Dominicana (CR 74-250).



Figura 15A. Variedad de Venezuela (V 71-51).



Figura 16A. Variedades sembradas.



Figura 17A. Distanciamiento entre bloques.



Figura 18A. Protección del suelo empleando las hojas de caña.



Figura 19A. Desarrollo del tallo.



Figura 20A. Desarrollo de las hojas.



Figura 21A. Variable Grados Brix.



Figura 22A. Variable Diámetro del tallo.



Figura 23A. Variable Altura del tallo a los 12 meses.



Figura 24A. Variable Toneladas de caña por hectárea.



Figura 25A. Zafra.



Figura 26A. Tallos molibles.



Figura 27A. Transportación de la cosecha.