



Universidad Estatal Península de Santa Elena



Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE OCHO
VARIEDADES DE (*Saccharum officinarum* L.), CAÑA SOCA
AÑO 3, EN RÍO VERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Autora: Paola Kimberly Ramon Mazzini.

La Libertad, 2021



Universidad Estatal Península de Santa Elena



Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE OCHO
VARIEDADES DE (*Saccharum officinarum* L.), CAÑA SOCA
AÑO 3, EN RÍO VERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Autora: Paola Kimberly Ramon Mazzini.

Tutor: Ing. Idalberto Macías Socarras, Ph.D.

TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Néstor Acosta Lozano, Ph.D.
**DECANO (E) DE LA FACULTAD
CIENCIAS AGRARIAS
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



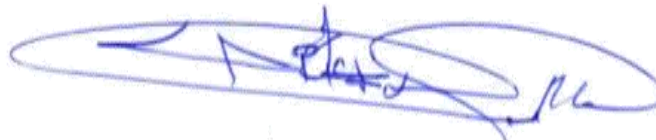
Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D.
**DIRECTORA DE CARRERA
AGROPECUARIA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Carlos Balmaseda Espinosa, Ph.D.
**PROFESOR DEL ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Idalberto Macías Socarras, Ph.D.
**PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Abg. Víctor Coronel Ortiz, Mgt.
SECRETARIO GENERAL

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis más sinceros agradecimientos a Dios por la vida, salud y fortaleza otorgada, que me permite culminar con mis estudios universitarios y obtener una fundamental herramienta de trabajo. A mis padres, quienes con su esfuerzo y dedicación me han ayudado a formarme profesionalmente.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena y los docentes de la Facultad de Ciencia Agrarias, que comparten sus conocimientos y experiencia mediante sus enseñanzas, contribuyendo con una profesión que impulsa el desarrollo sostenible mediante el manejo de los recursos naturales

Al Ing. Klever Bajaña Alvarado, que me orientó en la elección del presente trabajo de titulación y me guio inicialmente en el manejo del cultivo.

Al Ing. Idalberto Macías Socarras, Ph. D, tutor de titulación, por su aporte, asesoría y predisposición que ha sido fundamental en trabajo de campo y el desarrollo del tema de investigación.

Ramon Mazzini Paola Kimberly

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación está dedicado a mis padres que han sido la principal fuente de apoyo y motivación en el proceso de formación académica.

RESUMEN

El Trabajo de Titulación referente al comportamiento agronómico de la caña de azúcar correspondiente a la tercera soca, realizado en el Centro de Producción y Prácticas Río Verde de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, se realizó con la finalidad de continuar con la investigación y saber si el cultivo mantiene su productividad y rentabilidad. Su objetivo fue determinar el comportamiento agronómico de ocho variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), durante la fase de soca, año tres. El material vegetativo es originario de Barbados, Brasil, Colombia, Cuba, Hawái, India, República Dominicana y Venezuela. Se utilizó la variedad Ragnar como barrera protectora. Las variables que se evaluaron son, altura de planta, diámetro de tallo, grados Brix y rendimiento de la caña. Se empleó el diseño de bloques completamente al azar, con ocho tratamientos y tres repeticiones. Las variedades sobresalientes en rendimiento agrícola fueron CC 85-92 y CR 74-250, seguidas de V 71-51. Las cifras más bajas de rendimiento se obtuvieron con Co 213P y B 49-119, las que presentaron un mayor valor de grados Brix son SP 80-1842 y CC 85-92. Determinando que las variedades que expresaron un mejor comportamiento agronómico tanto en rendimiento expresado en toneladas de caña por hectárea, igual que en otras variables, grados Brix, altura de la planta y diámetro de tallo son la CC 85-92 y la CR 74-250, por sus características son adecuadas para la producción en la provincia de Santa Elena.

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

ABSTRACT

The Degree Work concerning the agronomic behavior of the sugar cane corresponding to the third soca, carried out at the Rio Verde Production and Practices Center of the State University Peninsula of Santa Elena, this was done in order to continue the research and to know whether the crop maintains its productivity and profitability. Its objective was to determine the agronomic behavior of eight sugar cane varieties (*Saccharum officinarum* L.), during the soca phase, year three. The vegetative material originates from Barbados, Brazil, Colombia, Cuba, Hawaii, India, Dominican Republic and Venezuela. The Ragnar variety was used as a protective barrier. The variables evaluated are plant height, stem diameter, Brix grades and cane yield. The block design is used completely at random, with eight treatments and three repetitions. Outstanding varieties in agricultural yields were CC 85-92 and CR 74-250, followed by V 71-51. The lowest performance figures were obtained with Co 213P and B 49-119, which had the highest brix grade value are SP 80-1842 and CC 85-92. Determining that the varieties that expressed a better agronomic behavior in both yield expressed in tons of cane per hectare, as in other variables, degrees Brix, plant height and stem diameter are CC 85-92 and CR 74-250, Because of their characteristics they are suitable for production in the province of Santa Elena.

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

"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".



Paola Ramon Mazzini

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Problema Científico:	2
Objetivo General:.....	2
Objetivos Específicos:	2
Hipótesis:	2
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1. Caña de azúcar	3
1.1.1. Origen del cultivo.....	3
1.1.2. Clasificación taxonómica	4
1.1.3. Producción mundial de la caña de azúcar	4
1.1.4. Producción nacional de la caña de azúcar.....	6
1.1.5. Fenología del cultivo de caña de azúcar.....	7
1.2. Morfología de la caña de azúcar	9
1.2.1. Raíz	9
1.2.2. Tallo	9
1.2.3. Nudo.....	9
1.2.3. Entrenudo	10
1.2.4. Hoja	10
1.2.5. Inflorescencia	10
1.3. Requerimientos climáticos y edáficos	10
1.3.1. Temperatura	10
1.3.2. Radiación.....	11
1.3.4. Humedad	12
1.3.5. Precipitación.....	12
1.3.6. Viento.....	12
1.3.7. Suelo.....	12

1.4. Fitotecnia	13
1.4.1. Preparación del Terreno	13
1.4.2. Siembra	14
1.4.3. Fertilización.....	15
1.4.4. Riego	17
1.4.5. Control de maleza	17
1.4.6. Enfermedades.....	19
1.4.7. Plagas	24
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	29
2.1. Localización del experimento.....	29
2.2. Caracterización del área de estudio	29
2.2.1. Características del suelo.....	29
2.2.2. Características del agua.....	30
2.2.3. Características del clima.	30
2.2.4. Análisis químico foliar de la caña soca.....	31
2.3. Material vegetativo	31
2.3.1. B 49-119.....	32
2.3.2. SP 80-1842	32
2.3.3. CC 85-92	33
2.3.4. C 1051-73.....	34
2.3.5. H 56-4848.....	35
2.3.6. Co 213P.....	35
2.3.7. CR 74-250	36
2.3.8. V 71-51.....	36
2.4. Diseño experimental	37
2.4.1. Tratamientos.....	37
2.4.2. Análisis estadístico.....	37
2.4.3. Delineamiento experimental	38
2.5. Manejo experimental	40

2.5.1. Acondicionamiento del suelo	40
2.5.2. Descostillado	40
2.5.3. Aporque	40
2.5.5. Control de malezas	41
2.5.6. Manejo fitosanitario	41
2.5.7. Fertilización.....	41
2.5.8. Riego	42
2.5.9. Cosecha	42
2.6. Variables experimentales	42
2.6.1. Altura de planta (ALPLA)	42
2.6.2. Diámetro de tallo (DIATA).....	43
2.6.3. Análisis de grados Brix	43
2.6.4. Tonelada de caña por hectárea (TCH).....	43
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
3.1. Resultados del tercer año de caña soca	44
3.1.1. Análisis de la varianza de altura de planta	44
3.1.2. Análisis de la varianza de diámetro del tallo	45
3.1.3. Análisis de la varianza de grados Brix	46
3.1.4. Análisis de la varianza de rendimiento de caña de azúcar (t/ha)	47
3.3. Análisis económico.....	48
3.3.1. Costo de producción para una hectárea de caña soca semitecnificada	48
3.2. Discusión	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
Conclusiones.....	52
Recomendaciones	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rendimiento Nacional 2018 de Caña para Azúcar (tallo fresco)	7
Tabla 2. Arvense malas en el cultivo de caña de azúcar.....	18
Tabla 3. Propiedades químicas del suelo	30
Tabla 4. Análisis de textura y materia orgánica.....	30
Tabla 5. Análisis químico de agua.....	30
Tabla 6. Características climáticas del Centro de Producción y Practicas Río Verde	31
Tabla 7. Resultados de análisis químicos de follaje	31
Tabla 8. Variedades y tratamientos evaluados.....	32
Tabla 9. Tratamientos	37
Tabla 10. Grados de libertad del experimento	37
Tabla 11. Delineamiento Experimental	38
Tabla 12. Análisis de la varianza de altura de planta a los 12 meses, caña soca 3. ...	44
Tabla 13. Análisis de la varianza, diámetro del tallo a los 12 meses, caña soca 3. ...	45
Tabla 14. Análisis de la varianza de grados Brix a los 12 meses, caña soca 3.....	46
Tabla 15. Análisis de la varianza, rendimiento (t/ha) a los 12 meses, caña soca 3. ..	47
Tabla 16. Costo de inversión en la producción de caña soca.....	48
Tabla 17. Análisis económico del tercer año de caña soca.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales países productores de caña de azúcar	4
Figura 2. Evolucion de la demanda y oferta mundial de azúcar (Mt).....	5
Figura 3. Mapa de Producción Nacional 2018	6
Figura 4. Distancia de Siembra.....	14
Figura 5. Siembra en cadena sencilla.....	14
Figura 6. Siembra en cadena traslapada.....	15
Figura 7. Siembra en cadena doble	15
Figura 8. Salta hojas; A. Sitios de postura; B. Ninfas; C. Adultos	26
Figura 9. Colonia de Áfido amarillo	27
Figura 10. Adulto y larva de barrenador del tallo.....	28
Figura 11. Centro de Producción y Prácticas Rio Verde	29
Figura 12. Variedad (B 49-119).....	32
Figura 13. Variedad (SP 80-1842).....	33
Figura 14. Variedad (CC 85-92).....	34
Figura 15. Variedad (C 1051-73).....	34
Figura 16. Variedad (H 56-4848)	35
Figura 17. Variedad (Co 213P).....	35
Figura 18. Variedad (CR 74-250).....	36
Figura 19. Variedad (V 71-51)	37
Figura 20. Diseño de la parcela experimental de caña de azúcar.	39
Figura 21. Distribución de los tratamientos y bloques experimentales	40
Figura 22. Enfermedades; A. Carbon; B. Mancha de ojo; C.Roya Naranja.....	41
Figura 23. Análisis de las medias, altura de planta a los 12 meses, caña soca 3.	44
Figura 24. Análisis de las medias de diámetro de tallo a 12 meses, caña soca 3.....	45
Figura 25. Análisis de las medias de grados Brix a los 12 meses, caña soca 3.	46
Figura 26. Análisis de las medias de rendimiento (t/ha) a 12 meses, caña soca 3.....	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Tabla 1A. Datos promedios de Altura de planta (m), tercer año de caña soca.....	62
Tabla 2A. Datos promedios de Diámetro del tallo (cm), tercer año de caña soca.....	63
Tabla 3A. Datos promedios de Análisis de grados Brix, tercer año de caña soca.....	64
Tabla 4A. Datos promedios de rendimiento (t/h), tercer año de caña soca	65
Tabla 5A. Costo de producción de 1 ha para el tercer año de caña soca	66
<i>Figura 1A.</i> Análisis de Suelo (1)	67
<i>Figura 2A.</i> Análisis de Suelo (2)	67
<i>Figura 3A.</i> Análisis Foliar (1).....	68
<i>Figura 4A.</i> Análisis Foliar (2).....	68
<i>Figura 5A.</i> Cosecha del tercer año de caña soca	69
<i>Figura 6A.</i> Medición de la variable altura de la planta.	69
<i>Figura 7A.</i> Medición de la variable diámetro del tallo.....	70
<i>Figura 8A.</i> Medición de la variable grados Brix	70
<i>Figura 9A.</i> Peso del rendimiento (t/h) de variedades de caña de azúcar	71

INTRODUCCIÓN

El cultivo de caña de azúcar posee características excepcionales que le confieren una mayor impacto económico y social a nivel mundial, es una gramínea tropical capaz de sintetizar material fibroso y carbohidratos solubles a un ritmo muy superior al de otros cultivos comerciales, del tallo se obtiene el jugo que contiene sacarosa y mediante el proceso de cristalización se produce el azúcar (Hernández *et al.*, 2013).

El azúcar consumida con responsabilidad y bajo hábitos saludables no afecta la salud, sus propiedades físico-químicas le atribuyen un dulzor que perdura brevemente, estabilidad química que permite usarla en procesos que necesitan temperaturas altas, disminución del punto de congelación, estabilidad a los ácidos, entre otros, que los edulcorantes no han logrado remplazar debido a que requieren procesos tecnológicos complejos o su producción es altamente contaminante y costosa (Asocaña, 2019).

La UNESCO considera a la caña de azúcar como el cultivo agrícola más importante del mundo, posee una elevada eficiencia fotosintética, es la principal fuente de azúcar, etanol y subproductos como, melaza, bagazo, cachaza, vinaza, cenizas de hornos, y gases de combustión, además proporciona materia prima en la producción de energía en forma de biocombustibles y bioelectricidad (Valencia *et al.*, 2013).

A nivel mundial, la producción anual de caña de azúcar es de 1930 millones de toneladas (Mt) y abarca un área de 26 millones de hectáreas distribuidas en América 52%, Asia 41%, África 5% y Oceanía 1.8%, con un rendimiento promedio cercano a las 73 toneladas por hectárea (t/ha). Entre los países productores, Brasil se ubica en el primer puesto con 747 Mt anuales, seguido por India con una producción anual de 380 Mt (FAOSTAT, 2018).

Ecuador, según el Ministerio de Agricultura y Ganadería en el año 2018 obtuvo una superficie cosechada de 98 856 hectáreas, de caña para azúcar con una producción de 7.502 251 toneladas y un rendimiento de 76 t/ha. La caña de azúcar para otros usos alcanzó una superficie cosechada de 16 464 hectáreas, con una producción de 338 383 toneladas y 21 t/ha de rendimiento. El 87% de la producción se concentró en la provincia del Guayas con una superficie cosechada de 87 756 hectáreas.

Según las condiciones agroecológicas de la provincia de Santa Elena, con manejo adecuado y disponibilidad de riego para propiciar su correcto desarrollo, el cultivo se puede adaptar fácilmente, generando una alternativa para los agricultores. Sin embargo, en esta zona, el cultivo está siendo objeto de estudio desde el año 2014 que se implementó la caña planta, igual que las posteriores cosechas de soca año uno y dos, el proyecto de investigación pretende evaluar la adaptabilidad en Río Verde.

Al ser un cultivo perenne de cosecha anual es necesario saber hasta que etapa mantiene rendimientos aceptables y es factible mantenerlo o renovarlo, el presente trabajo de titulación corresponde al comportamiento agronómico de la caña soca año tres, genera datos a los futuros productores, impulsando el desarrollo agrícola del lugar, ayudando a la elección de variedades que presentan mayor capacidad de adaptación a las condiciones edafoclimáticas del lugar y mantengan su productividad en el tiempo.

Problema Científico:

¿Cómo se comporta el cultivo de ocho variedades de caña de azúcar durante la fase de soca, año tres, en las condiciones agroecológicas de Río Verde, provincia de Santa Elena?

Objetivo General:

Determinar el comportamiento agronómico de ocho variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), durante la fase de soca año tres, en la comuna Río Verde, provincia de Santa Elena.

Objetivos Específicos:

- Evaluar el comportamiento agronómico y la productividad del cultivo.
- Identificar las variedades de mayor producción en función de los rendimientos.
- Determinar el costo de producción de caña de azúcar por hectárea.

Hipótesis:

La provincia de Santa Elena presenta condiciones agroecológicas adecuadas para el cultivo de la caña de azúcar, por ende, al menos una de las variedades empleadas en la investigación tendrá un correcto desarrollo alcanzando un nivel óptimo de rendimiento.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Caña de azúcar

1.1.1. Origen del cultivo

La caña de azúcar, es uno de los cultivos más antiguos del mundo, *Saccharum robustum* fue la variedad de la cual provino *Saccharum officinarum* L, la misma que existe desde el año 6000 A.C y a partir el año 3000 A.C se emplea para la alimentación humana, esta gramínea se originó en Nueva Guinea y se cultivó inicialmente en la India Occidental y el Sureste Asiático (Araya *et al.*, 2018).

Los romanos conocían las propiedades de la caña, pero fueron los árabes quienes propagaron estacas por Palestina, Egipto, España, Sicilia y Marruecos. En el año 327 A.C, el cultivo era de gran relevancia en el subcontinente indio, en 647 D.C fue llevado a Egipto y un siglo después 755 D.C introducido en España. Posteriormente las plantaciones se desarrollaron en las zonas tropicales y subtropicales (Araya *et al.*, 2018 and CONADESUCA, 2015).

En 1493 fue introducida en América, específicamente en la Isla La Española durante segundo viaje de Cristóbal Colón, pero las plantas de caña no progresaron. En el año 1501 introdujeron estacas que se desarrollaron de forma adecuada, en las islas del mar Caribe, inicialmente en la que hoy se conoce como Republica Dominicana y en el transcurso de los años 1500 y 1600 a la mayoría de países de América.

En el año 1526 los españoles realizaron el primer desembarque en las costas de Ecuador, bajo la autoridad de Bartolomé Ruiz. Guiados por Francisco Pizarro y Sebastián de Benalcázar en 1533, ocasionaron la muerte de Atahualpa con la finalidad de ejercer control sobre el territorio. Haciendo referencia esta situación, la introducción se da en el siglo XVI.

En el transcurso de los años 1526 y 1533 fue traída de México a Ecuador por los comercializadores de cacao a la Audiencia de Quito y difundida hasta las estribaciones de los Andes occidentales. En 1832 durante el mandato del General Juan José Flores, se estableció en Babahoyo un ingenio de 60 hectáreas en La Elvira. En 1889 Rafael Parducci instaló en Guayaquil una industria con maquinaria de última generación produciendo hasta 20 000 quintales de azúcar por zafra (Ávila, 2011).

1.1.2. Clasificación taxonómica

Según Macas (2018) la caña de azúcar se ubica en la siguiente clasificación taxonómica.

División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poáceae
Tribu:	Andropogoneae
Género:	<i>Saccharum</i>
Especie:	<i>S. officinarum</i>
Nombre binominal:	<i>Saccharum officinarum</i> L.

1.1.3. Producción mundial de la caña de azúcar

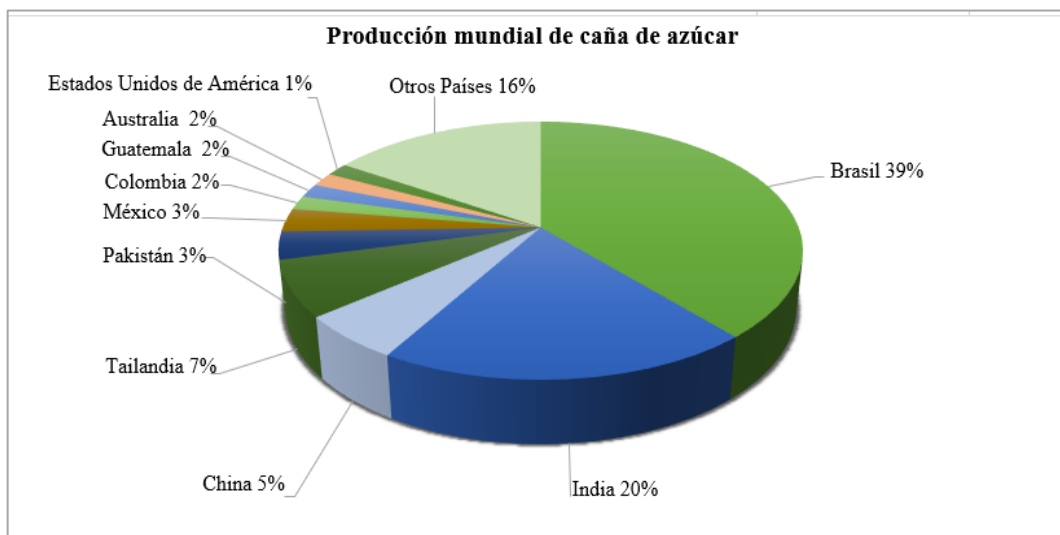


Figura 1. Principales países productores de caña de azúcar

A nivel mundial el cultivo abarca un área de 26 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio cercano a las 73 t/ha y su producción anual es de 1930 Mt de las cuales el 52% son producidas en el continente americano. Brasil concentra el 39% de la producción con sus plantaciones ubicadas en la región sur-central, ocupa el primer lugar de los países cultivadores de caña de azúcar, produce anualmente 747 Mt con un rendimiento de 75 t/ha, según la base de datos FAOSTAT (2018).

India con una producción anual de 380 Mt por sus principales zonas productoras como Maharashtra, Uttar Pradesh, Karnataka y Gujarat ocupa el segundo lugar, seguido de China

con 109 Mt, se estima que la mayor parte de su producción proviene de los cultivos ubicados en las regiones del sur y suroeste (FAOSTAT, 2018).

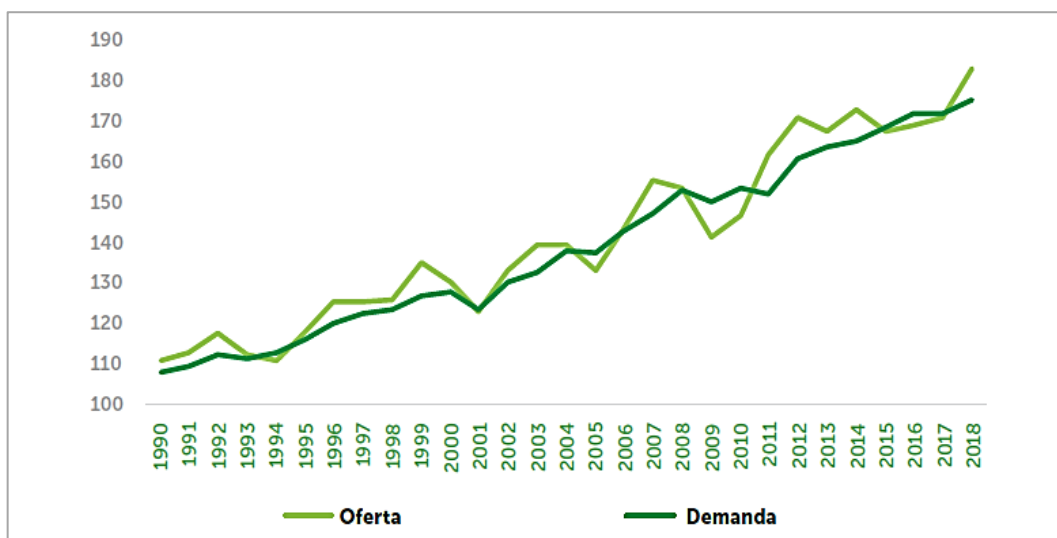


Figura 2. Evolucion de la demanda y oferta mundial de azúcar (Mt)
Fuente: Asocaña (2019).

Como se observa en la Figura 2, pese al cambio de tendencias en las pautas de consumo, la demanda mundial de azúcar continúa con un patrón de crecimiento más uniforme que el de la producción y a tasas menores a las observadas en años anteriores, durante los últimos cinco años el promedio anual de consumo creció un 1.4% frente al crecimiento de 2% observado hace 20 años, actualmente la demanda mundial incrementa 2.5 Mt al año, frente a 2.3 millones hace 20 años (ASOCAÑA, 2019).

Con el supuesto de condiciones climáticas normales, se prevé que la producción de caña de azúcar continuará en expansión, impulsada por políticas que apoyan la producción de etanol o de azúcar y rendimientos lucrativos con relación a otros cultivos. La caña de azúcar, que se produce en los países tropicales y subtropicales de Asia, África, América Latina y el Caribe, continuara siendo considerado el cultivo principal para generar alrededor de 86% azúcar (OCDE-FAO, 2019).

Se espera que en el transcurso de 10 años la producción mundial de azúcar tendrá un incremento de 14%, de 178 Mt en el periodo base (septiembre de 2016 a octubre de 2019) a 207 Mt en 2028 y que 85% del aumento previsto vendrá de países en desarrollo. Se prevé que incremente la demanda mundial de azúcar a 203 Mt en 2028, lo que simboliza 32 Mt

más que en el periodo base, debido al creciente consumo de azúcar en Asia y la región de África del Norte y Oriente Medio (OCDE/FAO, 2019).

1.1.4. Producción nacional de la caña de azúcar

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería en el año 2018 Ecuador alcanzó una superficie plantada de 101 898 ha, de las que se cosecho 98 856 ha de caña para azúcar, totalizando una producción de 7.502 251 toneladas y un rendimiento de 76 t/ha. La caña para otros usos alcanzo una superficie plantada de 30 714 ha de las que se cosecho 16 464 ha, obtuvo una producción de 338 383 toneladas y 21 t/ha de rendimiento (INEC-ESPAC, 2018).

Las principales zonas productoras son, la provincia del Guayas con sus cantones Milagro, Naranjal, Coronel Marcelino Maridueña, El Triunfo y Naranjito, a los que se suma la provincia de Cañar con su cantón La troncal. En otras localidades como Imbabura, Loja Los Ríos y Esmeraldas también se cultiva en menores cantidades (MAG, 2018).



Figura 3. Mapa de Producción Nacional 2018
Fuente: MAG (2018).

Tabla 1. Rendimiento Nacional 2018 de Caña para Azúcar (tallo fresco)

Provincia	Superficie Cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Participación
Guayas	87 756	6 536 416	74.48	87.13%
Cañar	6159	397 154	64.48	5.29%
Imbabura	2044	313 354	153.28	4.18%
Loja	2092	192 343	91.93	2.56%
Los Ríos	626	56 113	86.62	0.75%
Esmeraldas	67	737	10.91	0.01%

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC)-ESPAC (2018).

En la Tabla 1 se observa que la provincia del Guayas abarcó con el 87% de la producción nacional, con una superficie cosechada de 87 756 hectáreas, seguida de la provincia de Cañar que obtuvo 6159 hectáreas que representan el 5.3%.

Según el CINCAE (2019), en la zafra de 2018, los ingenios Valdez, San Carlos y COAZÚCAR cosecharon 76 158 ha, logrando una producción de 5.527 599 toneladas de caña molida, que permitió obtener 490 016 TM de azúcar. La información de FENAZÚCAR, indica que los pequeños ingenios del país obtuvieron una producción de: Miguel Ángel 11 442, IANCEM 32 752, Monterrey 26 578 y San Juan 11 800 TM de azúcar. El total de producción en la cosecha llegó a 572 411 TM de azúcar.

El mismo autor indica que la edad de corte para la mayoría de las variedades fue de 12 meses, el promedio de producción de caña (TCH) en esta zafra fue 72.3 TCH, siendo inferior al 2017 que llegó a 77.2 TCH. El rendimiento azucarero medio de los tres ingenios fue 9.0% por caña, tanto en caña propia como de cañicultores. La producción promedio de azúcar fue de 128.6 sacos de 50 kg de azúcar/ha (SAH).

La variedad CC 85-92 es la más cultivada, con 19 473 ha (56.5%) en cañicultores y, en ingenios alcanzó 15 602 ha (37.4%). La variedad ECU-01, ocupó 9824 ha (23.6%), en plantaciones de caña propia y 2860 ha en áreas de cañicultores (CINCAE, 2019).

1.1.5. Fenología del cultivo de caña de azúcar

Cuenta con cuatro fases fenológicas de desarrollo: a) Establecimiento del cultivo y brotación; b) macollamiento, corresponde al periodo entre el final de la emergencia de los brotes hasta los 120 días luego de ser sembrada; c) crecimiento de tallos y desarrollo vegetativo, comienza posteriormente al macollamiento hasta 270 días luego de la siembra;

d) maduración, etapa de acumulación y síntesis de sacarosa que puede durar hasta 360 días posteriores a su plantación (Santos *et al.*, 2012).

El macollamiento es el proceso de ramificación continua subterránea de los nudos del brote primario, proporciona al cultivo la cantidad necesaria de tallos para lograr buenos rendimientos. La formación temprana de macollos produce tallos más gruesos y pesados, los formados tardíamente sucumben o permanecen inmaduros. El valor máximo de macollos es alcanzado entre 90 y 120 días. A los 150-180 días, por lo menos el 50% de estos mueren y el número se estabiliza (Marasca *et al.*, 2015).

El desarrollo es en estructura de matas, la parte aérea está compuesta por tallos, hojas, panícula y semillas, mientras las raíces y rizomas son la parte subterránea. La estructura morfológica de interés comercial por su sacarosa industrializable es el tallo, su composición química se da en función de las condiciones del clima, variedad, edad fisiológica y características microbiológicas, químicas y físicas del suelo (Barbosa *et al.*, 2015).

La morfología de la planta le confiere la capacidad de almacenar sacarosa en grandes cantidades. Similar a otros miembros de la familia Poáceae, el tallo está compuesto por nudos y entrenudos de los que se despliegan yemas y hojas, originarias del meristema apical vegetativo. Los entrenudos contienen las estructuras celulares especializadas en almacenamiento y transferencia de la sacarosa (Pereira *et al.*, 2015).

Cuando la floración es inducida, el patrón de desarrollo de los meristemas apicales se modifica convirtiéndose en un gran raquis ramificado con numerosas flores bisexuales. Las raíces se originan ya sea como raíces de las plántulas después de la germinación de una semilla o como raíces adventicias producidas del nudo (Marasca *et al.*, 2015).

La caña es una gramínea perenne, que macolla de forma abundante, en su fase inicial de desarrollo, cuando es establecida como un cultivo, el autosombreado provoca una inhibición del macollamiento y aceleración del vástago principal. El crecimiento en altura continúa hasta que ocurra alguna limitación o supresión de agua, de bajas temperaturas o debido al florecimiento, siendo este proceso indeseable en cultivos comerciales. (Paz *et al.*, 2015).

En la fase de maduración, el cultivo de caña de azúcar requiere déficit hídrico o baja temperatura, para que exista reposo fisiológico y la acumulación de sacarosa en los tallos sea mayor (Pereira *et al.*, 2015).

Los genotipos de caña dan respuesta a la altura que se realiza el corte y a la época en que se cosechan los tallos, con relación al macollamiento, y responden al periodo de cosecha en relación con la productividad de los tallos. La reserva de energía acumulada en la base del tallo, por el nivel del corte, favorece a que la planta rebrote. El tiempo de cosecha interfiere en el rendimiento de los tallos y de azúcar (Paz *et al.*, 2015).

1.2. Morfología de la caña de azúcar

1.2.1. Raíz

Proporcionan a la planta fijación y absorben agua y nutrientes, en un cultivo se desarrollan dos clases de raíces. Las raíces procedentes de la estaca original son delgadas, superficiales y ramificadas, su periodo de vida es de aproximadamente tres meses después de la plantación. Las raíces del brote son numerosas, gruesas, de rápido crecimiento, la longitud, cantidad y edad dependen de las variedades y de los factores ambientales, como el tipo de suelo y la humedad (Digonzelli *et al.*, 2015).

1.2.2. Tallo

Evangelista (2019), comenta que es el órgano más representativo y primordial de la planta, en el que se almacenan los azúcares, forma cepas compuestas por la aglomeración de los tallos, que se originan de las yemas de nuevos brotes subterráneos, de las variedades depende el número, el color, el diámetro, y el hábito de crecimiento. El tallo de la caña no posee ramificaciones, su sección transversal circular, diferenciado en segmentos compuestos por nudos y entrenudos (Paz *et al.*, 2015).

1.2.3. Nudo

Es un segmento fibroso y compacto, en el tallo separa los entrenudos próximos, está formado por, la banda o franja de raíces, el anillo de crecimiento, la cicatriz de la hoja, el anillo y la yema. La vellosidad y forma de la yema sirven de indicadores para diferenciar las variedades (López, 2015). Los espacios entre los nudos se dan en intervalos de 15 a 25 cm, en la parte superior del tallo o vástago, donde se produce la elongación son más espaciados y en la base de la planta más próximos (Marasca *et al.*, 2015).

1.2.3. Entrenudo

Ubicado entre dos nudos, su aspecto, dimensión y color son diferentes en cada variedad. La coloración está determinada por la genética y se expresa según las condiciones ambientales, el entrenudo es de forma cilíndrica, constreñida, curvada y coneiforme (López, 2015).

1.2.4. Hoja

Romero *et al.* (2015) plantea que las hojas de la caña se unen al tallo por la base de los nudos y crecen de modo alternado durante el desarrollo del mismo, cada hoja se constituye por la vaina y la lámina, ambas partes se denomina cuello, en el que se encuentran la lígula y las aurículas de pubescencia variable.

El color, la forma y grado de desarrollo de la lígula y las aurículas, son características fundamentales en la diferenciación de las variedades de caña. La lámina foliar es la estructura más importante en el proceso fotosintético y su disposición en el tallo difiere con la variedad, siendo frecuentes la péndulosa y la erecta (Scandaliaris *et al.*, 2015).

1.2.5. Inflorescencia

Es una panícula sedosa de forma piramidal. Está formada por un eje principal y ejes secundarios con articulaciones en las cuales se implantan las espiguillas, una frente de la otra. La flor posee androceo y gineceo es hermafrodita y el fruto semilla es un cariopse de tamaño muy pequeño. Para que la floración se produzca, tienen que reunirse darse ciertas condiciones de oscuridad y horas de luz, temperatura ambiental, disponibilidad de nutrientes, agua y edad de la planta (Digonzelli *et al.*, 2015).

1.3. Requerimientos climáticos y edáficos

1.3.1. Temperatura

Según Caraballosa *et al.* (2015), el agua tiene alta influencia en mantener la temperatura de la planta, permitiendo que los tejidos experimenten una considerable absorción o pérdida de calor con mínimos cambios de la temperatura, algo muy significativo en la caña de azúcar, por tanto, ambas variables están ligadas en la naturaleza y se deben tener presente siempre.

Romero *et al.* (2015) menciona que la caña de azúcar se adapta diversos climas tropicales y subtropicales, sin embargo, no soporta la congelación a temperaturas bajo 0 °C y el crecimiento con valores menores de 10 °C a 12 °C se detiene.

Cada fase de crecimiento tiene exigencias de temperatura diferentes. Las temperaturas superiores a 10 °C activan el inicio de brotación de las yemas, aunque es lenta hasta alcanzar los 16-18 °C, regularizándose cuando los valores están sobre los 20 °C (Leggio *et al.*, 2015).

En el período de gran crecimiento, el desarrollo vegetativo se puede ver afectado por temperaturas menores a 16-17 °C, siendo los valores óptimos entre los 28-35 °C. Las plantas pueden tolerar temperaturas máximas de 45-50 °C, aunque provocaría retrasos en su crecimiento (Giardina *et al.*, 2015).

1.3.2. Radiación

Aguilar (2015) plantea que la caña pose morfología tipo Kranz, es una planta perteneciente al grupo de vía fotosintética C4. Los cloroplastos de las células del mesófilo ubicados en la hoja y la vaina vascular le permiten fijar CO₂ por ambas vías, la de tres carbonos y la alterna de cuatro carbonos, en compuestos orgánicos como ácido aspártico, oxalacético y málico

El uso de la energía solar en una mayor eficiencia fotosintética se debe a la refijación de CO₂ en los haces conductores de la vaina como fosfoglicerato, debido a que la tasa fotosintética incrementa con la intensidad luminosa, logrando valores sobre los 60 lux (lumen/m²) de intensidad, con una variante entre 6.5 a 150 lux, que le concede un punto de saturación de luz elevado, dependiendo de la variedad.

La eficiencia conversión de energía es de 5 a 6%, no presenta fotorrespiración aparente, por ende, no pierde o elimina CO₂ mediante las hojas a tasas aceleradas, su capacidad fotosintética es de 34 a 86 mg CO₂/dm²/h, por la vía C4 con los estomas casi cerrados efectúa la fotosíntesis, doblando su eficiencia en transpiración relativa y uso del agua, adaptándose a condiciones de sequía o humedad deficiente.

La radiación solar para un nivel alto de aptitud en las plantaciones de caña es de 1800-2200 (horas / año), para un nivel medio 1800-1400 (horas / año), valores de 1400-1200 (horas / año) corresponden a un nivel bajo y cantidades menores a 1200 horas al año no son aptas para el cultivo (Aguilar, 2015).

1.3.4. Humedad

En el transcurso de la etapa de gran crecimiento, beneficia a una rápida elongación de la planta las condiciones de alta humedad 80-85%, cifras moderadas, de 45-65%, y una disponibilidad de agua limitada, son favorables en la maduración (Aguilar, 2015).

1.3.5. Precipitación

Según Espinoza (2019) la precipitación promedio ideal está entre 1200 a 1500 mm/año, el agua es un factor determinante de la producción de la caña de azúcar, su requerimiento varía según la etapa de desarrollo de la planta o ciclo vegetativo.

El mismo autor indica que si hay disponibilidad de agua la raíz se desarrolla y en suelos secos las raíces jóvenes mueren. En el periodo de crecimiento se produce la mayor cantidad de biomasa, en esta etapa el cultivo requiere grandes cantidades de agua; en el caso de existir deficiencia hídrica ocasiona disminución en el rendimiento.

En el periodo de maduración la caña reduce su requerimiento hídrico, debido a que el almacenamiento de la sacarosa ocurre cuando detiene su crecimiento. Para producir 1g de materia seca la planta utiliza entre 148 a 300 g de agua. (Espinoza, 2019).

1.3.6. Viento

Ramírez *et al.* (2019) expone que velocidades altas de viento, sobre los 60 km/h, perjudican las plantas de caña que ya han crecido, al ocasionar rotura y acame de los tallos. Además, facilita que la planta pierda humedad, empeorando los efectos dañinos de las plagas, enfermedades y estrés hídrico.

El incremento de la velocidad del viento asociada a los tornados suele causar significativos daños sobre todo en plantaciones mayormente desarrolladas. Bajo su efecto las plantas de caña sufren al punto de quebrarse o ser fuertemente movidas, que al caer sean desarraigadas y queden tendidas en el campo, en contacto directo con la tierra, formando numerosas raíces que originan un cambio en la composición del jugo (Rodríguez *et al.*, 2019).

1.3.7. Suelo

El cultivo de caña crece de forma adecuada en suelos de composición franco-areno-arcilloso, con estructura granular que facilite las labores, una profundidad de 80 a 90 cm, adecuado

grado de infiltración, capacidad de almacenar agua, drenaje natural, con materia orgánica 0.7% en adelante y una densidad aparente de 1.1 a 1.2 g/cm³ (1.3-1.4 g/cm³ en suelo arenoso) (Espinosa, 2019 and Colque, 2016).

Espinosa (2019), informa que la caña tolera un amplio rango de pH, el valor de óptimo para el cultivo es cercano a 6.5, puede alcanzar altos rendimientos en suelos con pH entre 5 y 8, con valores menores a 5 es necesario el encalado y mayores a 9.5 la aplicación de yeso para que no se limite la producción debido a problemas de acides, alcalinidad y salinidad.

El cultivo es moderadamente sensible a las sales, tolera niveles de salinidad ponderada en el metro superior de suelo de 1.7 ds/m en el extracto de saturación, y a partir de allí declina el rendimiento a medida que incrementa la conductividad eléctrica (Colque, 2016).

1.4. Fitotecnia

1.4.1. Preparación del Terreno

Según Quinde (2012), una de las labores en la adecuada preparación del suelo es el paso de subsolador que rompe los horizontes o estratos compactos del suelo a 50 cm de profundidad dando lugar a que el desarrollo del sistema radicular de la planta sea más extenso y profundo, contribuyendo a un óptimo crecimiento y producción.

El mismo autor indica que se debe realizar dos pasos de arado a 40 cm de profundidad con el objetivo de romper y descompactar el suelo a la vez de destruir e incorporar los rastrojos de cosechas anteriores, con lo que se incrementa la porosidad y el movimiento del agua a través del perfil, lo que representa un mayor aprovechamiento de los nutrientes y el agua del suelo por las plantas y mejor desarrollo radicular.

Posteriormente dos pasos de rastra cruzada a 25 cm de profundidad rompen los terrones dejados por la aradura para realizar el nivelado cuyo objetivo es acondicionar la topografía, mejorar la eficiencia del riego y drenaje así como adecuar la cama de siembra, después realizar el surcado que es la última labor de la preparación del suelo destinado a la plantación, su trazado, se elabora en función del riego, el drenaje y la mecanización del cultivo, especialmente de la cosecha, sus distanciamientos fluctúan entre 1.3 a 1.5 m (Quinde, 2012).

1.4.2. Siembra

López (2015) indica que cuando se establece un cultivo de caña de azúcar la distancia entre surcos se calcula de acuerdo con la fertilidad, estructura y los obstáculos que puedan presentar los terrenos. En tierras con niveles bajos de nutrientes, pendientes, textura arcillosa e impedimentos como piedras y troncos, se aconseja una separación de 1.2 a 1.4 m; en suelos planos, de alta fertilidad y textura media, entre 1.4 y 1.7 m. Para la siembra de caña destinada a la producción de forraje se recomienda una distancia de 0.7 a 1.2 m.

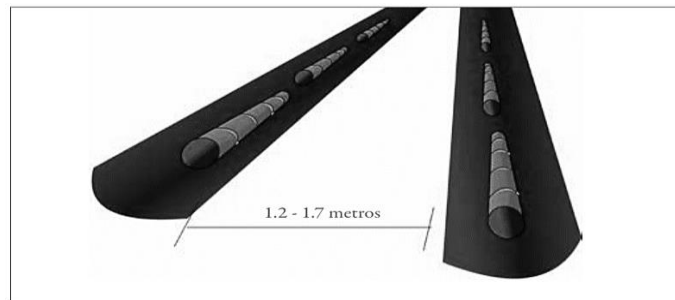


Figura 4. Distancia de Siembra
Fuente: López (2015).

Según López (2015), la densidad de siembra puede variar de acuerdo con el método, la calidad de la semilla y distancia de plantación; la más utilizada está entre siete y diez yemas por metro. La época de establecimiento del cultivo debe ser al principio de la temporada de lluvias o, en cualquier momento cuando se dispone de agua para riego.

Cadena Sencilla: se utiliza cuando la semilla es de excelente calidad. Las yemas tienen que ubicarse entre ocho y diez por metro y se debe sembrar en sentido contrario a la pendiente o en curvas a nivel.

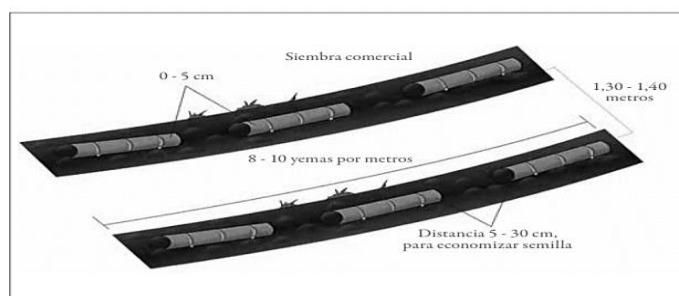


Figura 5. Siembra en cadena sencilla
Fuente: López (2015).

Cadena traslapada: se utiliza cuando la semilla ha sido muy manipulada y deben quedar entre 10 y 12 yemas por metro lineal.

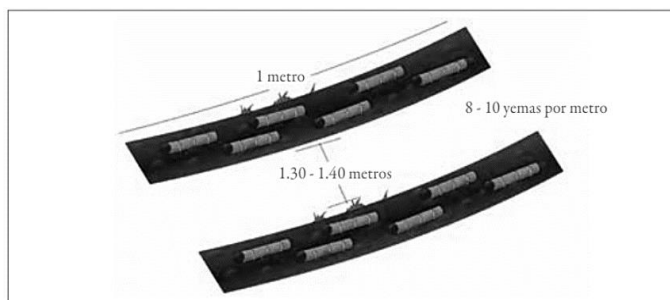


Figura 6. Siembra en cadena traslapada
Fuente: López (2015).

Cadena doble: se emplea cuando la semilla es de baja calidad o han pasado más de cinco días entre el corte y la siembra. Para esta técnica se requiere una densidad de 12 a 16 yemas por metro lineal.

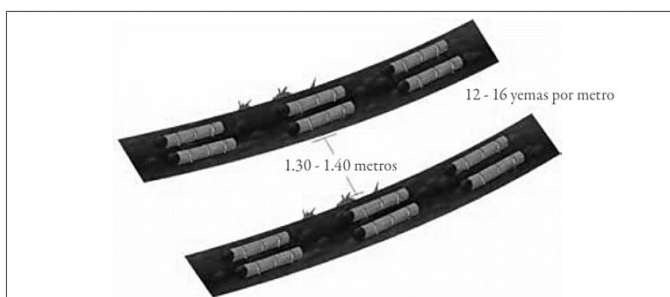


Figura 7. Siembra en cadena doble
Fuente: López (2015).

1.4.3. Fertilización

El nitrógeno es uno de los nutrientes principales, forma parte de los componentes orgánicos como aminoácidos y proteínas, esencial para un mayor crecimiento vegetativo y macollaje, la deficiencia ocasiona hojas viejas cloróticas, cepas poco vigorosas, disminución de la cantidad de brotes, área foliar reducida, menor altura y diámetro del tallo que dan como resultado bajos rendimientos (Alonso *et al.*, 2015).

El nitrógeno se debe aplicar según el ritmo de absorción el cual es máximo en los primeros meses de desarrollo, durante el macollaje, etapa en que la planta absorbe y almacena este nutriente para ser utilizado en la fase de gran crecimiento. El lugar de aplicación del

fertilizante es a 10-15 cm de profundidad al lado de la cepa, de esta forma se evita o reduce pérdidas de nitrógeno por volatilización y lavado.

El fósforo es un elemento poco móvil, participa en los procesos vitales como la fotosíntesis, respiración y absorción de nutrientes, ejerce un efecto determinante en la brotación, desarrollo radicular, elongación del tallo y macollaje. La deficiencia se manifiesta en cañaverales compuestas principalmente por tallos primarios y pocos secundarios con entrenudos pequeños. Se aplica en la base del surco, por única vez, la dosis que requerirá el cultivo en cinco años de ciclo promedio (Romero *et al.*, 2015).

El potasio es un nutriente de alta movilidad extraído por la planta en mayor cantidad, fundamental para la respiración, fotosíntesis, translocación de azúcares y acumulación de sacarosa, es significativo en la economía del agua, estimula el crecimiento de la raíz y aumenta la resistencia ante las enfermedades. Su escasez se manifiesta en tallos débiles y delgados con entrenudos cortos y menor macollaje (Leggio *et al.*, 2015).

Estudios realizados por el CINCAE en el año 2013 exponen que el nitrógeno, fósforo y potasio son elementos importantes para cumplir con diversas funciones en las fases fenológicas de su desarrollo, durante la fase soca se determinó que requiere niveles más altos de nitrógeno que en caña planta produciendo mejores resultados con valores de 180 kg/h combinado con dosis de 80 y 90 kg/ha de fósforo y potasio (Tzerembo, 2018).

En investigaciones realizadas por el CINCAE con ingenios colaboradores, se evaluó el efecto de tres dosis de nitrógeno y potasio en las variedades ECU-01, CC 85-92 y EC-06, se obtuvo buenos resultados con las combinaciones de 100 kg/ha de nitrógeno más 90 kg/ha de óxido de potasio (K_2O), en el ingenio San Carlos, lograron las más altas producciones de azúcar 176 SAH; mientras que la dosis de 120 kg/ha de nitrógeno (N) más 45 kg/ha de óxido de potasio (K_2O) en el ingenio COAZÚCAR alcanzó 150 SAH (Castillo *et al.*, 2018).

Con respecto a la fertilización fosforada en caña soca, en la variedad CC 85-92, con 141 kg/ha de nitrógeno más 90 kg/ha de óxido de potasio (K_2O) se determinó que la dosis óptima económica es de 41 kg/ha de óxido de fósforo (P_2O_5) de la que se obtuvo una producción de 215 SAH a los 12.7 meses (Salazar *et al.*, 2018).

El mismo autor menciona que en caña planta la dosis utilizada fue de 55 kg/ha de óxido de fosforo (P_2O_5) para producir 280 SAH a los 13.9 meses. La cantidad de fosforo extraída por el cultivo fue 0.22 kg de fosforo por tonelada de caña, equivalente a 45 kg/ha de óxido de fosforo (P_2O_5) con una producción de 90.1 TCH en primera soca.

1.4.4. Riego

Quinde (2012) señala que el primer riego en caña planta, debe efectuarse inmediatamente después de la siembra o al día siguiente. Durante los primeros 45 días de edad del cultivo, los intervalos de riego deben estar en promedio de 15 días, para evitar dificultades en la emergencia de los brotes por la formación de costras.

El mismo autor menciona que posteriormente de los 45 días, los riegos se deben distanciar acorde a las necesidades del cultivo, teniendo en consideración las características del suelo, clima y del desarrollo de las plantillas. El riego en cañas socas, a diferencia de la caña planta, puede realizarse con intervalos extensos de 18-22 días, debido a su mayor profundidad radical que le proporciona la capacidad de absorber agua en estratos más profundos del suelo.

En la fase de soca el primer riego debe realizarse después de la quema, esto se debe a que la caña en el periodo de maduración para la zafra se somete a una fuerte sequía, y es estropeada con los equipos de corte, alza y transporte durante la el proceso de cosecha (Quinde, 2012).

El volumen de agua requerido para la caña es de 1252 mm durante todo su ciclo o entre 1500 y 2500 mm por año. La variación ambiente por genotipo es demostrada por la precipitación pluvial de una región, debido a que los rendimientos de la plantación son en función de la disponibilidad de agua, la producción de caña aumenta si se suspende el riego de 45 a 60 días antes de efectuar la cosecha (Galvis *et al.*, 2017)

Existen diversos métodos de riego para la caña, entre los que se pueden mencionar, riego por inundación, riego por aspersión y riego por goteo. Se debe tomar en cuenta las ventajas, desventajas, eficiencia, beneficios y costos de cada método, para elegir el adecuado según la disponibilidad de agua y el tipo de suelo (Quinde, 2012).

1.4.5. Control de maleza

Pilco (2011) menciona que el problema de las malezas en el cultivo de caña de Azúcar forma parte de aproximadamente 35% de los costos de manejo de la plantación y pueden repercutir

en pérdidas altamente significativas de producción dependiendo del nivel de interferencia. Las malezas compiten con la plantación de caña por agua luz y nutrientes causándole de 20 a 25% de disminución en sus rendimientos y de 33 a 97% si no se controlan y persiste la competencia (CONODESUCA, 2016 and Rodríguez *et al.*, 2019).

Según Pilco, (2011) en caña soca el grado de competencia de las arvenses malas con relación al cultivo es menor que el existente en caña planta, porque la aparición y crecimiento de los primeros brotes son más acelerados que los que necesita la caña planta para germinar, por consiguiente, mientras más extenso es el tiempo, las oportunidades de competir que alcanzan las arvenses malas son mayores.

No obstante, variedades de buen macollamiento y rápido desarrollo tienden a ser las menos afectadas. En la Tabla 2 se exhiben principales arvenses malas presentes en cultivos de caña de azúcar de Ecuador (Pilco, 2011).

Tabla 2. Arvense malas en el cultivo de caña de azúcar

Nombre científico	Nombre común	Ciclo	Agresividad
<i>Eleusina indica</i>	Pata de gallina	Anual	Altamente invasora
<i>Leptochloa scabra</i>	Paja blanca	Anual	Altamente invasora
<i>Leptochloa filiformis</i>	Paja mona	Anual	Altamente invasora
<i>Echiochloa colonum</i>	Paja patillo	Anual	Altamente invasora
<i>Phisallys angulata</i>	Bejigón	Anual	Altamente invasora
<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga	Anual	Altamente invasora
<i>Eclipta alba</i>	Botoncillo	Anual	Altamente invasora
<i>Rotboellia cochinchinensis</i>	Caminadora	Anual	Medianamente invasora
<i>Panicum fasciculatum</i>	Paja colorada	Anual	Medianamente invasora
<i>Panicum maximun</i>	Cauca, Saboya	Perenne	Medianamente invasora
<i>Sorghum halapense</i>	Pasto Jhonson	Perenne	Medianamente invasora
<i>Cyperus rotundus</i>	Coquito	Perenne	Medianamente invasora
<i>Ipomena fastigiata</i>	Betilla	Perenne	Medianamente invasora
<i>Amaranthus dubis</i>	Bledo	Anual	Medianamente invasora
<i>Momordica charantina</i>	Achochilla	Anual	Medianamente invasora

Fuente: Pilco (2011).

El uso de herbicidas es más eficiente que el método manual y mecánico, sin embargo, generan resistencia por excesos, perjudica la fertilidad biológica del suelo y contamina los mantos freáticos. Para optimizar el ecosistema es importante integrar plantas y animales que faciliten el control de organismos perjudiciales, ciclaje de nutrientes, producción de materia

orgánica y biomasa mediante alternativas como abonos verdes, rotación, cobertura de cultivos y otras diversidades en el manejo (Naranjo *et al.*, 2020).

Las labores culturales más comunes consisten en el control mecánico que es el paso de implementos como el cultivador para nivelar los surcos entre las hileras 40 a 50 días posteriores a su siembra o corte, proporcionándole un control de 15 días dependiendo del grado de infestación. (Espinosa *et al.*, 2014).

El mismo autor menciona que el control químico es el uso de herbicidas preemergentes y posembrados de manera mecanizada, en áreas poco accesibles de topografía irregular se realiza de forma manual con bombas de mochila, la aplicación aérea de herbicidas preemergentes se da en zonas planas y lejanas a otros cultivos.

1.4.6. Enfermedades

En el Ecuador se han identificado 22 agentes patológicos capaces de producir daño en el cultivo, entre los principales están los hongos como, carbón (*Sporisorium scitaminea*), roya anaranjada (*Puccinia kuehnii*), roya café (*Puccinia melanocephala*), mancha púrpura (*Dimariella sacchari*), mancha de anillo (*Leptosphaeria sacchari*), pudrición roja (*Physalospora tucumanensis*), mal de piña (*Ceratocystis paradoxa*) y mancha de ojo (*Bipolaris sacchari*) (Mendoza *et al.*, 2017 and Castillo *et al.*, 2018).

Las enfermedades producidas por bacterias son raquitismo de la soca (*Leifsonia xyli* subsp. *xyli*), escaldadura de la hoja (*Xanthomonas albilineans*) y gomosis de la caña de azúcar (*Xanthomonas axonopodis*) (Castillo *et al.*, 2017).

Adicionalmente están las causadas por virus como hoja amarilla (*Sugarcane Yellow Leaf Virus, ScYLV*) y mosaico común de la caña de azúcar (*Sugarcane mosaic virus, ScMV*), a continuación, se describe las más frecuentes y de mayor importancia (Castillo *et al.*, 2017).

Enfermedades ocasionadas por hongos

Látigo del carbón: (*Sporisorium scitamineum*) se descubrió en el sur de África y se dispersó por América, es un problema serio a nivel mundial, se caracteriza por causar la formación de un apéndice alargado similar a un látigo, compuesto por las teliosporas, formadas a partir de la transformación del tejido del cono vegetativo o meristema apical (Loyo *et al.*, 2018).

La infección inicia cuando las condiciones de humedad son las apropiadas, las esporas producen el micelio que se introduce en el tejido a través de las yemas caulinares y se distribuye en la región meristemática, en clones susceptibles, ocasiona tallos herbáceos, sin jugo y corchosos (Valdez *et al.*, 2018).

El medio principal de dispersión del hongo es el viento, facilita el transporte de las esporas a largas distancias. Ciclos alternos de lluvia con días secos y la presencia de rocío durante las noches y parte de las mañanas, son favorables para su diseminación, la temperatura desempeña un rol importante en la severidad de la enfermedad (Silva *et al.*, 2018).

Como medida de control se recomienda el empleo de cultivares residentes, antes de la siembra realizar la inmersión de las semillas en fungicida sistémico. En el cultivo ya establecido cuando se detecte una planta infectada se debe envolver en fundas de papel los látigos, cortar y quemar la cepa, otra alternativa es la aplicación de glifosato en dosis de 6 l/ha y realizar desinfección de las herramientas (Pindo, 2016).

Roya café: (*Puccinia melanocephala*) H Sydow & P Sydow, en 1978 aparece en el Continente Americano ocasionando pérdidas hasta de un 50% en la producción (Pindo 2016). El primer síntoma es el apareamiento de manchas alargadas cloróticas en ambos lados de la hoja, cambian a color café con un halo delgado verde amarillento de 2-40 mm de longitud. Iniciado el desarrollo de las pústulas se observan abultamientos en el envés, que luego se rompen y liberar esporas (Melgar *et al.*, 2014).

Después del período de esporulación activa, las lesiones se alcanzan un tono negruzco y la esporulación cesa. Las lesiones se encuentran en los ápices de las hojas bajas, en variedades susceptibles con escenarios ambientales que propicien su desarrollo y se unifican afectando grandes áreas de tejido (Meneses *et al.*, 2014).

Se transmite cuando se rompe la epidermis de las pústulas, las esporas son transferidas a otras plantas y a otros cultivos por la lluvia y el viento. Las esporas requieren de una capa fina de agua sobre la superficie de la hoja, por lo menos durante seis horas, para germinar usualmente en el envés de la hoja la temperatura óptima es de 21° C (Orozco *et al.*, 2014).

El método de control es el uso de variedades resistentes. Debido a que es común el rompimiento súbito de la resistencia, en ocasiones se recomienda la aplicación de fungicidas mientras se reemplaza la variedad susceptible por una resistente (Pérez *et al.*, 2014).

Roya naranja: (*Puccinia kuehnii*) es una enfermedad importante, debido al potencial de daño que produce en cultivares susceptibles, inicialmente se presentaba exclusivamente en el Sudeste de Asia y el Pacífico, en el año 2007 surgió en Estados Unidos y se diseminó a diversos países del Caribe, América Central y América del Sur (Aday *et al.*, 2017)

La roya naranja generalmente ocasiona lesiones foliares que rompen la epidermis foliar, cuando maduran, dando a la superficie de la hoja un aspecto áspero. Uno de los síntomas más comunes es la pústula formada por una pequeña mancha necrótica con la elevación de la epidermis, por la fuerza que produce debido a la formación de las urediniosporas y uredinias del hongo se rompe (Alfonso *et al.*, 2017).

El uso de variedades tolerantes es el método de control más efectivo, por ser aplicable en áreas extensas y no causar impactos ambientales significativos, es preciso tener en cuenta el polimorfismo de *P. kuehnii*, así como su variabilidad en virulencia y agresividad a causa de la existencia de razas fisiológicas que originan variaciones en la reacción del hospedante, patógeno y ambiente (Rodríguez *et al.*, 2017).

Mancha de ojo: (*Bipolaris sacchari* L) se caracteriza por la aparición de manchas ovaladas amarillentas con el centro rojizo, con el tiempo las lesiones presentan un centro del color de la paja seca, de tejido necrótico, rodeado de un halo café-rojizo, el cual se presenta como una prolongación de las lesiones hacia el ápice de la hoja. El rayado es consecuencia de una toxina producida por el hongo en la lesión primaria (Ovalle, 2018).

El mismo autor menciona que en algunas variedades también se produce infecciones sobre los tallos hasta la yema, la cual pierde la capacidad para germinar. El viento es el principal agente de transmisión y diseminación de las esporas, sin embargo, cuando ocurren infecciones en el anillo de crecimiento o en los entrenudos, la diseminación también ocurre en los trozos de tallo utilizados como semilla.

Enfermedades ocasionadas por bacterias

Raquitismo de la soca: (*Leifsonia xyli subsp. Xyli*) es un patógeno que afecta a la planta de manera sistémicas, en el campo es difícil de diagnosticar con certeza porque los síntomas se pueden confundir con los producidos por otros agentes abióticos (Melgar *et al.*, 2014).

Registra bajas progresivas en la producción, esta bacteria obstruye el xilema causando disminución de diámetro y acortamiento de entrenudos, dando un aspecto raquítrico que permanece en las socas, además, un bajo número de tallos por los macollos o cepas enfermas. En algunas variedades se ha observado líneas de uno a dos milímetros de color rojizo en la base de los entrenudos al realizar un corte longitudinal del tallo (Meneses *et al.*, 2014).

En variedades con mayor grado de susceptibilidad se pueden marchitar el ápice y los márgenes de la hoja, el sistema radicular disminuye y los tallos individuales mueren. El estrés y la humedad hacen que la enfermedad se desarrolle, entre las formas principales de transmisión del agente causal está el empleo de semilla contaminada y herramientas de manejo debido a que puede sobrevivir 18 días en el machete (Pindo, 2016).

El control preventivo consiste en establecer semilleros sanos y realizar un análisis serológico o molecular entre seis a nueve meses de edad del cultivo, un tratamiento sencillo es la inmersión de la semilla en agua caliente a 52 grados durante 30 minutos. La desinfección de implementos utilizados se realiza con una solución surfactante yodada (Orozco *et al.*, 2014).

Escaldadura de la hoja (LSD): (*Xanthomonas albilineans*) es una enfermedad vascular que se manifiesta de tres formas en clones susceptibles. De forma crónica se presenta unas líneas definidas color blanco con 0,5 mm de ancho en las nervaduras secundarias de la hoja y en la base o parte media del tallo se desarrollan yemas laterales hasta el ápice (García *et al.*, 2015).

La Forma aguda de la enfermedad ocasiona el marchitamiento que conduce a la muerte súbita, reduce los rendimientos del cultivo, afecta la calidad de los jugos y sobre todo produce pérdidas que pueden alcanzar hasta 90 y 100%. La forma latente en el ciclo de plantilla presenta un periodo de incubación muy largo y no manifiesta síntomas hasta el año siguiente en el ciclo de soca, lo que obstaculiza detectar su llegada y beneficia la propagación de la bacteria (Ortiz *et al.*, 2015).

Se disemina por la utilización de tallos infectados como fuente de semilla, de maquinaria agrícola e instrumentos de corte infectados, a nivel parcelario, la dispersión se da por efecto combinado de lluvia y viento fuerte, los cuales rompen el tejido de los tallos infectados y permiten la exposición de la bacteria que es arrastrada por el viento y el agua, en este caso, dispersión sería considerada más bien de contagio (Salgado *et al.*, 2015).

Para prevenir y controlar esta enfermedad, antes de cortar material para los semilleros se debe realizar un análisis serológico entre los 6 y 9 meses de edad, la utilización de cultivo de tejidos de origen meristemático proporciona material sano, el adecuado tratamiento térmico de la semilla, una correcta desinfección de las herramientas y el monitoreo fitosanitario, actualmente los aceites esenciales ayudan a reducir los riesgos de esta enfermedad convirtiéndose en otra alternativa (Sánchez *et al.*, 2012).

Enfermedades ocasionadas por virus

Hoja amarilla: *Sugarcane yellow leaf virus* (SCYLV) fue detectado por primera vez en Brasil en el año 1990 y se ha reportado en las áreas productoras de caña en algunos países, el síntoma característico es un amarillamiento intenso en la nervadura central de las hojas infectadas, que varía según los factores ambientales y la variedad, se han registrado pérdidas en rendimiento de 40-50%, mientras que en plantas infectados que no presentan síntomas las mermas son de 10-30% (Barbosa *et al.*, 2018).

Es considerado una de las causas de origen biótico que pueden reducir sustancialmente el rendimiento de la caña de azúcar, además del amarillamiento de la lámina foliar y del raquis de la hoja por los síntomas inician con necrosis en el ápice de la hoja, expansión progresiva del color amarillo que comienza en la nervadura extendiéndose a los bordes y acortamiento de los entrenudos terminales (Aday *et al.*, 2014).

En algunos cultivares también se produce una coloración rojiza sobre el haz de la nervadura principal de las hojas y, a su vez, muestran amarillamiento en el envés. Estos síntomas pueden tener origen biótico y abiótico y no son específicos. En hojas infectadas el jugo de la nervadura central contiene dos a tres veces más altos los grados Brix en plantas con síntomas, que en plantas sanas (Hechavarría *et al.*, 2014).

Se propaga por uso de semilla infectada y se transmite por los áfidos *Melanaphis sacchari* Zehntner, *Rhopalosiphum maidis* Fitch, *Rhopalosiphum rufiabdominalis* Sasaki y *Sipha flava* Forbes. El método de control en los países que ha ocasionado pérdidas en la producción es el uso de variedades resistentes (Zardón *et al.*, 2014 and Melgar *et al.*, 2014).

Virus del mosaico común de la caña de azúcar: *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) es un patógeno de relevancia económica, causante de drásticas infecciones en Brasil, Argentina, Estados Unidos, Cuba y Puerto Rico y, en variedades susceptibles las pérdidas de rendimiento se estiman de 11-50% (Bermúdez *et al.*, 2018).

El síntoma general es la decoloración en la lámina foliar, se observan zonas de color verde alternado con áreas cloróticas, debido a los variados niveles de concentración de la clorofila. Existe la posibilidad de que los síntomas sean causados por otros virus que también infectan la caña de azúcar como el mosaico estriado (SCSMV) o el mosaico del sorgo (SrMV), además, las plantas asintomáticas pueden resultar positivas (Delgado *et al.*, 2018).

El nivel de afectación varía según la resistencia que presenta y la especie de caña, en plantas jóvenes son más visibles las zonas de color amarillo. Según la capacidad para infectar y dañar la planta se diferencian las variantes del virus (López, 2015).

La proliferación de la enfermedad se facilita con la alta inocuidad y presencia de insectos vectores, uno de los principales es el áfido pulgón, *Rhopalosiphum maidis*, *Hysteroneura setariae* Thos y *Toxoptera graminum*. (Melgar *et al.*, 2014).

El método más empleado para conservar bajos los niveles de incidencia, es la eliminación de plantas infectadas que muestren signos y síntomas, está en dependencia de la variante del virus, la variedad sembrada, y los vectores que existan en el cultivo y fuera del mismo. La medida de control es el establecimiento de semilleros sanos, cultivos con variedades resistentes y adecuadas labores culturales (López, 2015).

1.4.7. Plagas

En Ecuador se ha logrado identificar 39 especies de insectos, dos especies de ácaros y dos especies de roedores. Las especies de ácaros *Tetranychus* sp y *Abacarus sacchari* no han causado daños económicos que le confieran importancia. El problema de ratas (*Sigmodon*

hispidus) y (*Oryzomys sp.*) ha ocasionado preocupación y los eventos más relevantes han estado relacionados con el fenómeno de El Niño y la caña rezagada (Castillo *et al.*, 2017).

Referente a los insectos, pocos son considerados auténticas plagas, que se originan por desequilibrio biológico asociado a las aplicaciones excesivas de insecticidas, siembra de variedades no resistentes o labores agronómicas que crean condiciones que favorecen su presencia, tales como barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*), salta hoja (*Perkinsiella saccharicida*) y áfido amarillo (*Sipha flava*) (Silva *et al.*, 2017).

Morán (2017) y Mendoza *et al.* (2013) expresan que las plagas secundarias eventualmente requieren control sin causar preocupación. En este grupo se encuentran el chinche de encaje (*Leptodictya tabida*), salivazo (*Mahanarva andigena* y *trifissa*), falso medidor (*Mocis latipes*), piojo algodonoso (*Orthezia praelonga*), gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), escama blanca (*Duplacionaspis divergens*), picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) y barrenador gigante (*Castnia licus*).

La dinámica poblacional en la que se desenvuelven los en los ecosistemas agrícolas demuestra la fragilidad del equilibrio biológico de estas plagas y el peligro de convertirse en problemas significativos en el cultivo (Mendoza *et al.*, 2013).

Salta hojas: (*Perkinsiella saccharicida*) es una plaga significativa en la zona productora de la costa ecuatoriana, está presente desde 1966, ocasiona daños a la planta mediante la succión de savia que efectúan las ninfas y adultos, las incisiones que hacen las hembras adultas con su ovopositor para depositar los huevos en la nervadura central de la hoja, la formación de fumagina (*Capnodium sp*); y, la transmisión de virus, como el Mal de Fiji enfermedad aún no reportada en América (Morán, 2017).

Las ninfas permanecen agrupadas en la cara inferior de las hojas y sobre las vainas foliares que están adheridas al tallo y los adultos se sitúan junto al cogollo en la parte superior de las plantas. Bajo las condiciones climáticas de Ecuador, se presentan en el año variaciones poblacionales muy marcadas. Estas generalmente se inician en los meses de época seca y continúan durante la estación lluviosa hasta alcanzar su máximo nivel poblacional en los meses de febrero y marzo (Morán, 2017).

Los controladores autóctonos más importantes son los parasitoides *Anagrus optabilis*, *Aprostocetus (Ootetrastichus) sp*, *Pseudogonatopus sp*, depredadores *Tytthus parviceps*,

Zelus rudicunda, *Ceraeochrysa spp*, *Leucochrysa spp* y especies de arácnidos. Además, los entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* (Mendoza *et al.*, 2013).

En el método mecánico de control se utiliza un capturador de tela y cilindros recolectores, en cultivos de hasta 2.5 meses de edad reduciendo poblaciones adultas en un 80%. El control químico se aplica cuando hayan eclosionados las ninfas y exista una población de 10 o más por cada brote (Martínez *et al.*, 2013).

En experimentos realizador por el CINCAE en el ingenio San Carlos se obtuvieron mejores resultados con aplicaciones de malathion, acefato, imidacloprid e imidacloprid con bifentrina, en dosis comerciales, fueros eficaces en el control de adultos y ninfas hasta siete días después de su aplicación (Mendoza *et al.*, 2019).



Figura 8. Salta hojas; A. Sitios de postura; B. Ninfas; C. Adultos
Fuente: CINCAE (2013).

Áfido amarillo: (*Sipha flava*) en Ecuador últimamente se han registrado poblaciones elevadas que incrementa el uso de insecticidas. Es un insecto chupador que forma numerosas colonias en el envés de la hoja, las ninfas y adultos succionan la savia e inyectan saliva tóxica en los tejidos, ocasionando decoloración, retraso en el crecimiento y pérdidas económicas de 54% en la calidad de los jugos y 42% en la producción (Mendoza *et al.*, 2012).

Existen factores ambientales que favorecen su presencia, periodos secos, variedades susceptibles, cultivos menores de siete meses, hospederos alternos y disminución de enemigos naturales. Atraviesan cuatro estadios ninfales en su desarrollo, en una etapa de 13 a 15 días alcanzan la madurez, se reproducen por partenogénesis, dan origen entre 50 a 90 cría de hembras ápteras o aladas, que miden de 1.5 a 2.0 mm de largo (Chicaiza *et al.*, 2013).

El control natural es realizado por especies de crisopas *Leucochrysa sp* y *Ceraeochrysa sp*, coccinélidos *Scymnus sp* y *Diomus sp*, sírfidos *Baccha sp* y *Allograpta sp* y arañas que

ejercen el rol de depredadores, en el momento que la infestación alcanza el 30% de las hojas, se puede aplicar dosis de 350 a 500 g/ha del insecticida acefato (Gualle *et al.*, 2013).

En los resultados de ensayos actuales realizados por el CINCAE, sugieren que la aplicación de químicos debe efectuarse tres a cuatro semanas después de haberse detectado por encima del 30% de hojas infestadas. En numerosos casos este periodo de tolerancia permite actuar a los enemigos naturales, evitando el control químico (Mendoza *et al.*, 2019).

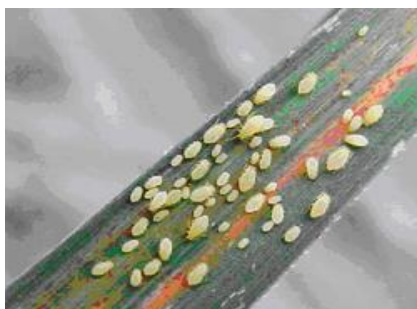


Figura 9. Colonia de Áfido amarillo
Fuente: CINCAE (2013).

Barrenador de tallo: (*Diatraea saccharalis*) es una de las plagas más importantes por los daños que ocasiona, el adulto es una mariposa de coloración amarilla de 20 a 25 mm de expansión alar, los huevos son de forma ovalada y aplanada, color blanco cremoso y antes de la eclosión rojizos o anaranjados, con un punto negro. El periodo de incubación tarda de cuatro a cinco días (Cuasapaz *et al.*, 2018).

La fase larval consta de cinco instares, con una duración de 18 a 25 días, su coloración es blanca cremosa, con puntuaciones café en el cuerpo y la cabeza marrón. La crisálida tiene una tonalidad castaña, en este periodo permanece de 10 a 14 días, al final emerge la mariposa que coloca los huevos en las hojas superiores de la caña, dando origen a nuevos gusanos que se alimentan de la vaina de la hoja y perforan el tallo, hasta reiniciar el ciclo, pueden reproducirse cinco veces en el año (Arreaga, 2018).

Si el gusano ataca durante la brotación formando galerías, puede ocasionar la muerte del brote apical, si perfora la caña en el gran crecimiento y maduración, promueve la aparición de las yemas laterales, como resultado, el tallo tiende a quebrarse, ocasionando pérdidas de rendimiento fabril y cultural (Digonzelli *et al.*, 2015).

Causa disminución del rendimiento industrial, debido a la acción de los hongos que ingresan en las perforaciones formadas por el gusano, ocasionando pudrición roja (*Fusarium moniliforme* y/o *Colletotrichum falcatum*), a los costados de la galería, por cada 1% de infestación, ocurre una pérdida en azúcar de 650 gr/t de caña. (Romero *et al.*, 2015).

El principal método de control es el biológico con el uso de avispa de *Trichogramma exiguum* que parasitan los huevos de *Diatraea saccharalis*, como medida de manejo cultural se recomienda la destrucción de residuos de cosecha y la rotación de cultivos, no es recomendable uso de químicos, pero se deben emplear cuando los ataques son severos utilizando clorpirifós en dosis de 500cc por hectárea (Arreaga, 2018).



Figura 10. Adulto y larva de barrenador del tallo
Fuente: CINCAE (2013).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización del experimento

La investigación se desarrolló en el Centro de Producción y Practicas Río Verde de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, localizado en la comuna Río Verde, parroquia Chanduy, cantón Santa Elena, km 35 de la vía Salinas - Guayaquil, provincia de Santa Elena.

Las coordenadas geográficas referenciales WGS84 son, Latitud -2,304865, Longitud -80,698966 y altitud de 54 msnm, su temperatura media/anual de 24 °C, humedad relativa de 80%, precipitaciones promedio anual de 100 mm/mes durante la estación de invierno y 0.2 mm/mes en verano y luminosidad de 4-6 horas luz/día.



Figura 11. Centro de Producción y Prácticas Río Verde

2.2. Caracterización del área de estudio

2.2.1. Características del suelo

El análisis químico y físico del suelo se ejecutó en el laboratorio de la Estación Experimental Litoral Sur INIAP ubicado en Boliche, identificándose que la textura del suelo es franco arcillo-arenoso y tiene un pH de 6.4.

La Tabla 3 muestra las características químicas del suelo expresadas en cantidades de macro y micronutrientes. En la Tabla 4 se exhiben resultados de la clase textural y materia orgánica del suelo en el que se ubica el cultivo experimental.

Tabla 3. Propiedades químicas del suelo

Elementos	Cantidad $\mu\text{g/ml}$	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
Hierro	10	Bajo
Manganeso	18	Alto
Boro	0.59	Medio

Fuente: Pozo and Suarez, (2018).

Tabla 4. Análisis de textura y materia orgánica

Id	Textura(%)			Clase textual	meq/100ml					Ca	Mg	Ca+Mg
	Arena	Limo	Arcilla		MO	K	*Ca	*Mg	Σ Bases	Mg	K	K
Proy. Cañade azúcar	55	16	29	Franco-Arcillo-arenoso	0.60	0.56	17.85	7.91	26.31	2.26	14.15	46.07
					B	A	A	A		M	A	M

Alto: A, Medio: M, Bajo: B

Fuente: Pozo and Suarez, (2018).

2.2.2. Características del agua

La Tabla 5 muestra los valores del análisis químico de agua del Centro de Producción y Practicas Río Verde, los resultados se clasifican como C2S1, lo que indica que el agua es de buena calidad, adecuada para el riego agrícola.

Tabla 5. Análisis químico de agua

Identificación del lote	uS/cm	mg/L	meq/L						pH	RAS	PSI	%Na
	CE	Ca	Mg	K	*CO ₃	*HCO ₃	*Cl	*SO ₄				
Río Verde - Canal	340.00	38.50	6.80	8.90	ND	2.90	1.00	ND	7.70	1.00	1.00	25.29

Fuente: Anchundía and Mera, (2015).

2.2.3. Características del clima.

La Tabla 6 contiene la información climática pertenecientes al periodo 2013-2014 en función de los datos tomados por la estación meteorológica UPSE-INAMHI.

Tabla 6. Características climáticas del Centro de Producción y Practicas Río Verde

Meses	Temperatura °C			Heliofanía acumulada/ mes (hora/luz)	Precipitación (mm)	Humedad relativa %	Evapotranspiración potencial, mm/mes
	Máx	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

Fuente: Yépez (2018).

2.2.4. Análisis químico foliar de la caña soca

El reporte de análisis correspondiente a la muestra foliar del cultivo de caña en fase de soca, elaborado en el laboratorio de la Estación Experimental Litoral Sur INIAP Boliche, identifica las deficiencias y excesos de nutrientes en la Tabla 7.

Tabla 7. Resultados de análisis químicos de follaje

Nº Muestra Laboratorio	Datos del Lote	(%)							(ppm)				
	Identificación	Área	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
34160	Proyecto 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	6 A	140 A	46 A	11 A

Deficiente: D, Adecuado: A, Excesivo: E

Fuente: Pozo and Suarez, (2018).

2.3. Material vegetativo

El Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador proporciona el material vegetativo para la investigación, la Tabla 8 contiene las variedades que integran los tratamientos.

Tabla 8. Variedades y tratamientos evaluados.

Tratamientos	Variedades	
	Procedencia	Código
T1	Barbados	B49-119
T2	Brasil (Copersucar)	SP 80-1842
T3	Colombia	CC 8592
T4	Cuba	C 1051-73
T5	Hawái	H 56-4848
T6	India (Coimbatore)	Co 213P
T7	República Dominicana	CR 74-250
T8	Venezuela	V 71-51

2.3.1. B 49-119

Los progenitores son B35218 y B4098, es una buena variedad originaria de Barbados, aunque la presencia de sacarosa es menor tiene buen sabor, es resistente a la roya en República Dominicana y gomosis en Madagascar. A su vez no presenta resistencia a la mancha de ojo y mosaico en Jamaica, escaldadura de la hoja en Guyana, Barbados, Puerto Rico, Kenia y Venezuela, roya café en el Caribe, Brasil, Hawái, Kenia, Sudáfrica, Madagascar y Venezuela (Machado, 2001).



Figura 12. Variedad (B 49-119)

2.3.2. SP 80-1842

Liberada e impulsada en el año 1993 en Sao Paulo, Brasil, sus progenitores son SP71-1088 y H57-5028, su propiedad principal es la producción sacarosa y formación de fibra que contribuye a la reducción del tiempo de cosecha (Machado, 2001).

Es una variedad rustica de maduración temprana, se adaptada a suelos de media y baja fertilidad, tiene alto contenido de sacarosa, macolla de forma excelente en la fase de

soca, resistente al carbón, roya y mosaico, tolerante a la escaldadura, el raquitismo de la soca y a la broca del tallo (Espinoza, 2019).



Figura 13. Variedad (SP 80-1842)

2.3.3. CC 85-92

Es originaria de Colombia desarrollada por Cenicaña del Valle del Cauca, en 1985, se produce del cruzamiento de Co 775 y CP 52-68. La germinación puede llegar a un 85%. El tallo no muestra rajadura en la corteza, crece de forma arqueada e inclinada, es grueso, de color morado en etapas tempranas y amarillo verdoso al madurar, tolerantes al volcamiento, alcanzan hasta los 3.5 metros de longitud y tienen largos entrenudos cubiertos con cerosina (Bastidas *et al.*, 2015 and Tarazona, 2011).

Presenta buen macollamiento, con 10 a 13 tallos por cepa y un deshoje natural fácil, es de regular vigor y de crecimiento desigual, donde alternan tallos gruesos, delgados, largos y cortos, lo cual le da un aspecto poco uniforme al cultivo. Las hojas son verdes, angostas, erectas con puntas dobladas, de bordes finos y textura gruesa, escasa pelusa en la yagua y la nervadura central es de color blanco (Tarazona, 2011).

La variedad se comporta bien en suelos con pH ligeramente ácido, con saturación baja de aluminio y altos niveles de materia orgánica. Tiene una buena concentración de azúcar, excelente desempeño en el corte y extracción del jugo, sirve para suplementar la dieta en animales por su aporte de biomasa y subproductos derivados del proceso de elaboración de panela y la cosecha (Tarazona, 2011).

Es vulnerable a la infestación del barrenador del tallo, tolerante al áfido amarillo y a la hormiga loca con sus simbiontes y hongos causantes de fumagina. Es resistente al mosaico, roya y carbón. Es medianamente tolerante al raquitismo de la soca, presenta

ligera susceptibilidad a la mancha de ojival y mancha de anillo, posee incidencia al síndrome de amarillamiento foliar y escaldadura de la hoja (Tarazona, 2011).



Figura 14. Variedad (CC 85-92)

2.3.4. C 1051-73

Cruz (2013) señala que se origina del cruce entre B42231 y C431-62 en Cuba. Es de color morado con matices amarillo verdosos, entrenudo de forma cónica yema obovada, buena calidad interna y con un aproximado de 10.5 cm de longitud, diámetro de 2.7 cm y altura de 2.90 m. La brotación es excelente, tiene hábito de crecimiento erecto, cierre de campo tardío, de buen deshoje, floración nula o escasa, buen retoño, 12 a 14 tallos por metro lineal con 13% a 14% de contenido de fibra.

Posee buen rendimiento agrícola y alto contenido de sacarosa, es el cultivar de mayor contenido azucarero en el país de origen. Apta para la mecanización, tiene buena adaptación en suelo Ferralítico rojo (con riego) o Pardo con y sin carbonato. La variedad es resistente al virus del mosaico de la caña de azúcar (VMCA) y carbón, medianamente tolerante a la roya y susceptible a la mancha de ojo (Cruz., 2013).



Figura 15. Variedad (C 1051-73)

2.3.5. H 56-4848

Se produce con el clon H 44-3098, es originaria de Hawái, cultivada durante años en zonas altas de la isla como el territorio de Káu, alcanza buenos rendimientos y una óptima producción de azúcar. Se desarrolla bien en suelos aluvionales y volcánicos con alturas superiores a los 1.200 msnm, para entrar en etapa de maduración requiere altos niveles de frío e iluminación (Casusol, 2019 and Chávez *et al.*, 1983)

Presenta baja susceptibilidad a la roya y el virus del mosaico, es resistente a la escaldadura de la hoja (*Xanthomonas albilineans*), mancha de ojo (*Helminthosporium sacchari*) y muermo rojo (*Colletotrichum falcatum*), en el caso del carbón (*Ustilago scitaminea*) es necesario realizar prueba local de inoculación. (Corrales *et al.*, 1983).



Figura 16. Variedad (H 56-4848)

2.3.6. Co 213P

Machado (1991) menciona que esta variedad es resultante del cruce de los clones POJ213 x Co291, es procedente de la India. Promisorio al Mosaico en México e Inglaterra y Sudáfrica, pudrición roja en India, gomosis en Inglaterra y mosaico en Sudáfrica. Es vulnerable al tizón en Brasil, India y Momba.



Figura 17. Variedad (Co 213P)

2.3.7. CR 74-250

El cruce de la variedad CR 74-250 se da entre CP52-68 como progenitor femenino y B45181 como progenitor masculino (CINCAE, 2015), es considerado un material vegetal bueno, con optimas perspectivas en suelos fértiles, se originó en Central Romana ubicada en República Dominicana (Machado, 2001).

Presenta buenos rendimientos, tiene un alto índice de germinación y su tallo es de crecimiento levemente inclinado. Es recomendable para zonas cálidas y no para lugares lluviosos, presenta buena formación de sacarosa, fibra y nivel adecuado de maduración, es resistente a la roya y la escaldadura de hoja (Machado, 2001).



Figura 18. Variedad (CR 74-250)

2.3.8. V 71-51

Su progenitor femenino es L60-25 (CINCAE, 2015), originaria de Venezuela, su germinación es excelente, de crecimiento vigoroso, la floración es escasa, el macollamiento oscila entre 12 a 14 tallos por cepa, las plantas son proclives a volcarse, el entrenudo es de forma circular y está cubierto de cera, levemente zigzagueante con 10 a 12 cm de extensión y 30 mm de diámetro, su coloración es roja y cuando está expuesto al sol violácea (Ranjel *et al.*, 2013)

El anillo es definido de color verde y 2 mm de ancho, la yema se extiende hasta el anillo de crecimiento, posee un mechón apical y es ovalada, La hoja es pendulosa con la punta doblada, el deshoje es bueno, la aurícula deltoide y la yagua con pelusa escasa. Tolera enfermedades como carbón, mosaico, roya, escaldadura foliar y raquitismo de la soca. Muestra una moderada incidencia al síndrome de la hoja amarilla, es resistente al barrenador del tallo y pulgón amarillo (Amaya *et al.*, 2003).



Figura 19. Variedad (V 71-51)

2.4. Diseño experimental

2.4.1. Tratamientos

Los tratamientos son las variedades utilizadas en el estudio, están indicados en la Tabla 9, según el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) distribuidos en tres repeticiones.

Tabla 9. Tratamientos

Tratamientos	Variedades
T1	B 49-119
T2	SP 80-1842
T3	CC 85-92
T4	C 1051-73
T5	H 56-4848
T6	Co 213P
T7	CR 74-250
T8	V 71-51

2.4.2. Análisis estadístico

Para identificar si entre los tratamientos existe diferencia significativa, se realizó el análisis de la varianza mediante el método de comparación de Duncan al 5% de probabilidad de error (Tabla 10).

Tabla 10. Grados de libertad del experimento

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

2.4.3. Delineamiento experimental

La Tabla 11 contiene las especificaciones del delineamiento experimental. El distanciamiento entre hileras fue de 1.5 metros, en cada una de las repeticiones se empleó la variedad Ragnar ejerciendo una función de barrera protectora, como se detalla en la Figura 20. El croquis del experimento con el orden de distribución aleatoria de los tratamientos y bloques experimentales observa en la Figura 21.

Tabla 11. 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 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	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
Distancia de los bloques por los 4 lados	1 m
Área útil del experimento (15 x 24)	336 m ²
Área neta del experimento (30 x 24)	720 m ²
Área total del experimento (50 x 21)	1050 m ²

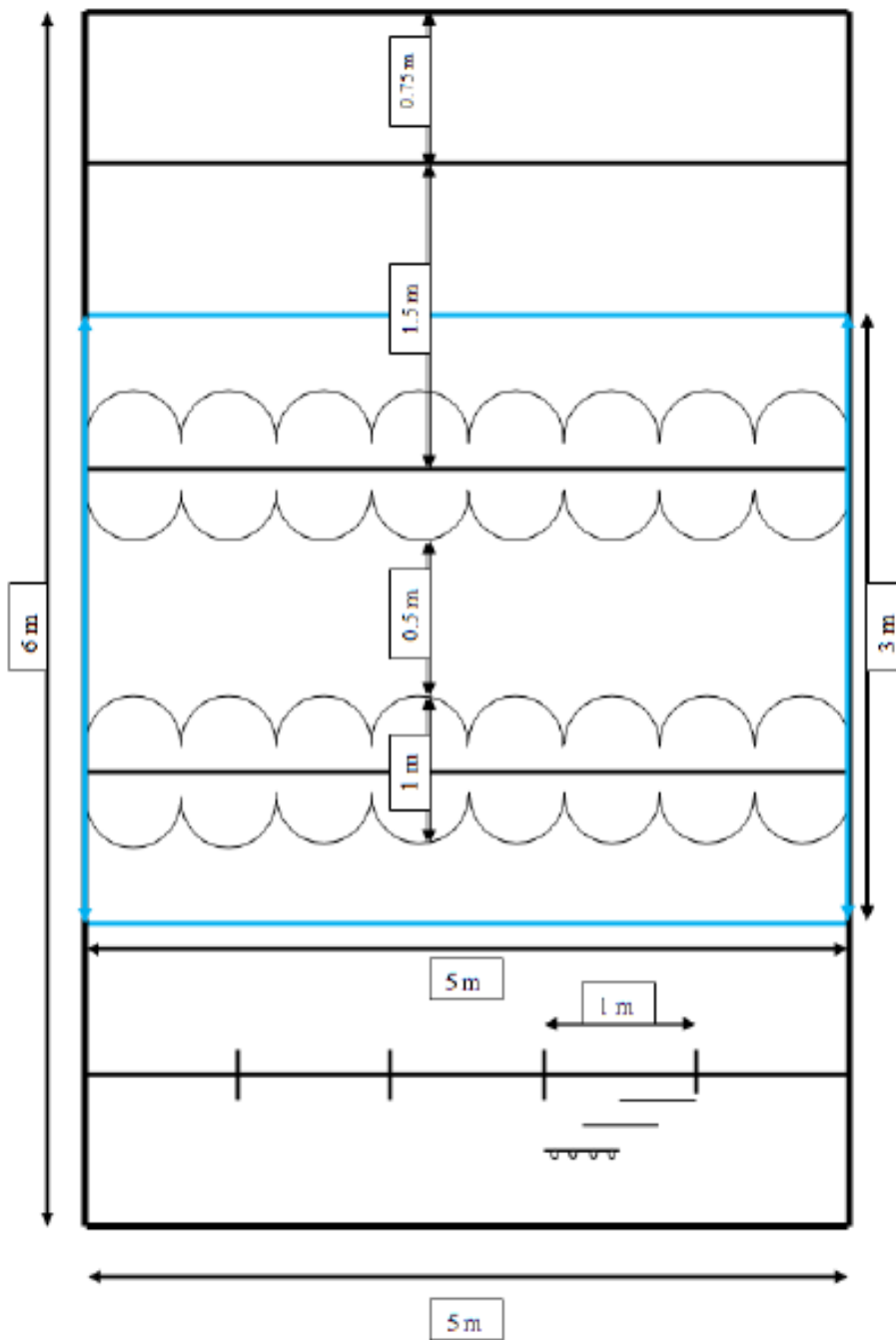


Figura 20. Diseño de la parcela experimental de caña de azúcar.

Área total de la parcela: 30 m^2

Área útil de la parcela: 15 m^2

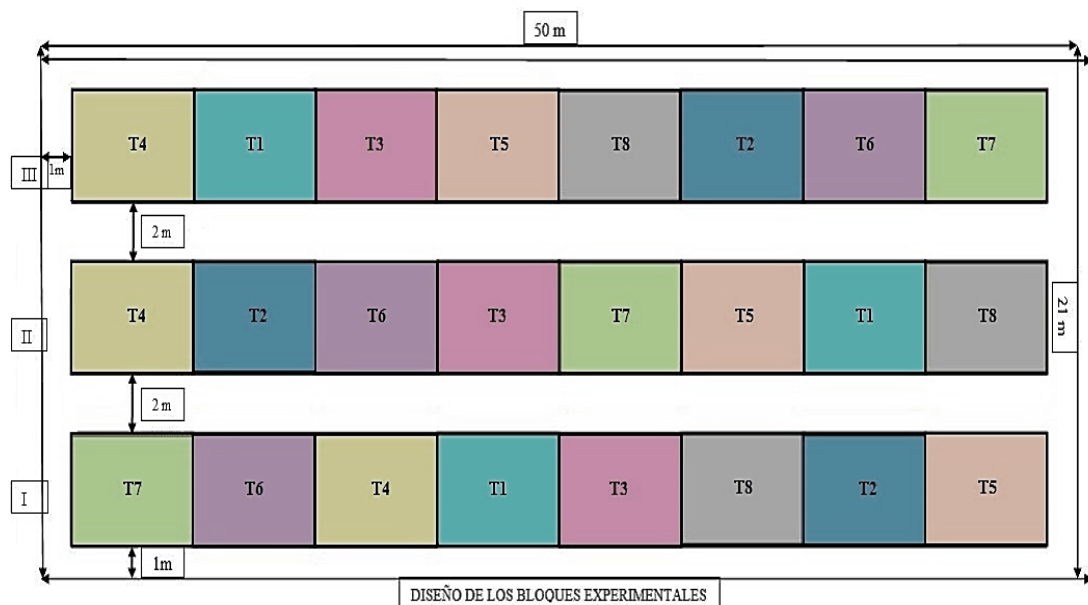


Figura 21. Distribución de los tratamientos y bloques experimentales

2.5. Manejo experimental

2.5.1. Acondicionamiento del suelo

Para la siembra de la caña planta se efectuó el desbroce de malezas, arado y rastreada del suelo. En el caso de la soca se efectuó la limpieza de los residuos de la cosecha anterior, adicionalmente se realizó el rebote o corte de los tallos sobresalientes para mantener la uniformidad y se renovó las identificaciones de las unidades experimentales.

2.5.2. Descostillado

En cada uno de los tratamientos se retiró la tierra de ambos costados de los brotes de forma manual con el propósito de rearmar los surcos y facilitar el desyerbe, además se realizó una zanja para la posterior aplicación de fertilizantes.

2.5.3. Aporque

Consistió en acumular tierra en el surco, con el objetivo de facilitar el encauce y drenaje del agua, cubrir la zanja en la que se aplicó el fertilizante y proporcionar mayor soporte de la base del tallo, evitando el volcamiento de la planta.

2.5.5. Control de malezas

En la caña soca el control de malezas se realizó mediante labores de tipo manual, evitando daño mecánico en el cultivo, se priorizo en el período inicial del crecimiento de la soca y posteriormente dependiendo del grado de incidencia.

2.5.6. Manejo fitosanitario

El control fitosanitario se efectuó mediante revisiones periódicas de la plantación con el método de observación directa de las estructuras de la planta, en las que se logró identificar que la presencia de insectos con posibilidades de convertirse en plagas de importancia económica, no fue significativa.

Debido a los mínimos niveles de densidad poblacional y la existencia de controladores biológicos, pertenecientes a la familia Chrysopidae y Coccinélidae, junto a estos, algunas especies de arañas que mantienen equilibradas las poblaciones.

Con respecto a las enfermedades, el cultivo presento niveles mínimos de infestación de Carbón de caña (*Sporisorium scitamineum*), Mancha de ojo (*Bipolaris sacchari*), Roya naranja (*Puccinia kuehnii*). En el caso del carbón al detectarse plantas infectadas, los látigos se cubrieron con fundas para cortarlos y quemarlos, con la finalidad de detener la propagación.



Figura 22. Enfermedades; A. Carbon; B. Mancha de ojo; C.Roya Naranja

2.5.7. Fertilización

La primera aplicación de fertilizante para el tercer año de caña soca, se realizó dos semanas posteriores al segundo corte caña soca y la segunda aplicación dos meses

después, empleando el análisis de suelo y análisis foliar realizado a los cuatro meses de edad de la primera soca, se determinó las dosis de 50 kg Nitrato de amonio, 16 kg de Fosfato diamónico y 7.2 kg muriato de potasio.

La fertilización se hizo de forma manual, un día anterior a la aplicación se realizó el riego para incorporar el fertilizante en el suelo húmedo a 10 cm de distancia en el surco de 15 cm de profundidad, luego se efectuó el aporque, cubriendo la zanja para evitar pérdidas por volatilización de los fertilizantes nitrogenados.

2.5.8. Riego

El primer riego se realizó después del tercer corte, debido a que antes de la zafra, para lograr la maduración y mejorara la calidad del jugo de la caña, en el cultivo se suspende el suministro de agua por dos meses, así mismo durante el corte, alza y transporte la plantación se maltrata.

El segundo riego se realizó cinco días después del primero, Durante los dos primeros meses el intervalo de riego fue de ocho días. Posteriormente el riego se aplicó cada 15 días considerando las condiciones meteorológicas, características del suelo y desarrollo del cultivo.

2.5.9. Cosecha

Desde los 12 meses de edad del cultivo se realizaron las labores de cosecha, efectuándose por cada unidad experimental, para la evaluación de las plantas en las que se tomaron los datos requeridos en la investigación se eliminaron los bordes, las características consideradas fueron, altura de planta, diámetro de tallo y grados Brix.

2.6. Variables experimentales

En la investigación, a los 12 meses de edad del cultivo de la tercera caña soca, se evaluaron las siguientes variables experimentales:

2.6.1. Altura de planta (ALPLA)

Se selecciono un metro dentro del área útil de la parcela en cada uno de los tratamientos para medir la altura de la planta, tomando al azar diez plantas de caña, al tomar la longitud del tallo se utilizó un flexómetro y a partir de la base hasta la primera hoja

visible se midió en metros. Los tallos con una altura menor a 2.5 m son considerados cortos, 2.5 a 3.5 m de mediana altura y mayores a 3.5 m son largos (Ranjel et al., 2003).

2.6.2. Diámetro de tallo (DIATA)

Para la obtención de los datos de diámetro del tallo se seleccionaron al azar diez cañas dentro de un a metro lineal perteneciente al área útil de la parcela en cada uno de los tratamientos. Se utilizó un calibrador vernier.

El diámetro oscila entre 1 a 5 cm, valores menores a 2.0 cm son considerados tallos muy delgados; 2.1 a 2.5 cm delgados; 2.6 a 3.0 cm mediano; 3.1 a 3.5 cm grueso y mayores a 3.6 cm son muy gruesos. Si la medida de diámetro en la sección basal del tallo es superior a 2.6 cm es resistente al acame de la planta. (Ranjel *et al.*, 2003).

2.6.3. Análisis de grados Brix

Para la toma de datos de los grados Brix se empleó el Refractómetro portátil digital Boeco Germany 0-45% Brix [grados], el porcentaje de sólidos solubles se determinó utilizando una pequeña cantidad del jugo extraído colocada en la superficie de muestreo. El valor final es el resultado del promedio de Brix apical y el Brix basal, según la fórmula (Brix basal + Brix apical) /2.

2.6.4. Tonelada de caña por hectárea (TCH)

Para determinar el rendimiento en toneladas de caña por hectárea a los 12 meses de edad, se realizó el corte en su totalidad de los tratamientos. Los datos del peso se tomaron en kilogramos empleando fórmula siguiente:

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

Dónde:

T = Rendimiento t/ha

Pcs = Peso de caña producida en la parcela kg

Área de la parcela m²

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados del tercer año de caña soca

3.1.1. Análisis de la varianza de altura de planta

La Tabla 12 muestra el análisis de varianza (ANDEVA) respecto a la variable altura de la planta a los 12 meses, correspondiente al tercer año de la soca, se puede observar que entre los tratamientos existen diferencias altamente significativas para la F calculada al 1% de probabilidad y el coeficiente de variación es de 10,92%.

Tabla 12. Análisis de la varianza de altura de planta a los 12 meses, caña soca 3.

F.V.	gl	F/calculado	F/tabla	
			5%	1%
Tratamientos	7	4.34 **	2.76	4.28
CV	10.92%			

El gráfico generado por el análisis de la varianza mediante el método de comparación de Duncan (Figura 23) muestra cinco grupos estadísticos, los tratamientos de mayor altura se ubican en el primer grupo representado por el T3 (CC 85-92) con 2.47 m y el segundo por el T7 (CR 74-250) con 2.38 m y T2 (SP 80-1842) con 2.36 m.

Los tratamientos de mediana altura están dentro del tercer grupo constituido por el T4 (C 1051-73) con 2.07 m y el T1 (B49-119) con 2.05 m, y el cuarto integrado por el T5 (H 56-4848) con 1.97 m. El grupo estadístico con menor altura es el quinto formado por el T6 (Co 213P) con 1.82 m y T8 (V 71-51) con 1.70 m.

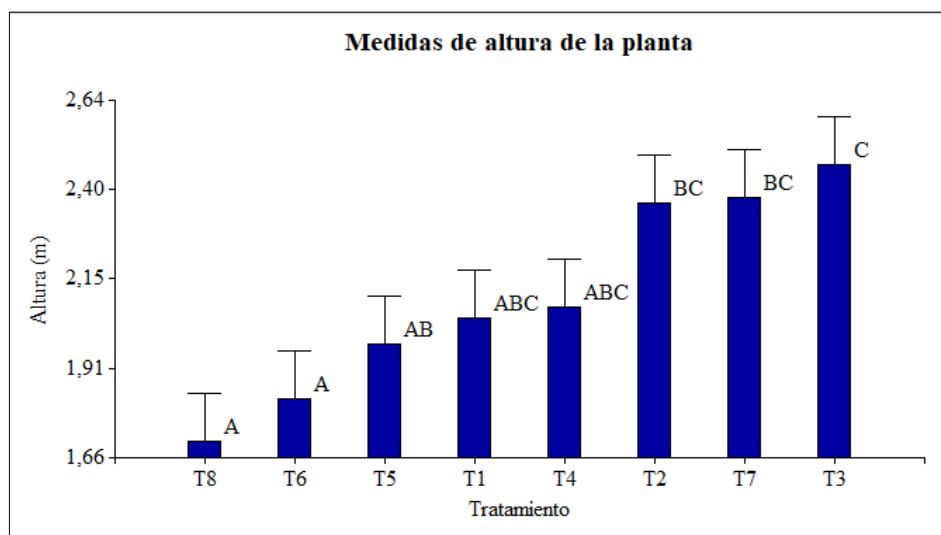


Figura 23. Análisis de las medias, altura de planta a los 12 meses, caña soca 3.

3.1.2. Análisis de la varianza de diámetro del tallo

Para la variable diámetro del tallo, en la Tabla 13 el análisis de la varianza muestra que entre los tratamientos existen diferencias estadísticas significativas para la F calculada al 5% de probabilidad. El coeficiente de variación es de 6.82%, que es considerado apto para el ensayo realizado en el cultivo.

Tabla 13. Análisis de la varianza, diámetro del tallo a los 12 meses, caña soca 3.

F.V.	Gl	F/calculado	F/tabla	
			5%	1%
Tratamientos	7	3.23 *	2.76	4.28
CV	6.82%			

El resultado obtenido mediante el análisis de la varianza con el método de comparación de Duncan que se observa en la Figura 24, indican tres grupos estadísticos; el primero representado por el T3 (CC 85-92) con 2.88 cm es el de mayor diámetro de tallo, el segundo grupo con el T8 (V 71-51) con 2.65 cm y T7 (CR 74-250) con 2.62 cm, el tercer grupo conformado por los tratamientos con medidas menores de diámetro T1 (B 49-119), T4 (C 1051-73), T2 (SP 80-1842), T5 (H 56-4848) y T6 (Co 213P) con diámetros de 2.53; 2.48; 2.47; 2.34 y 2.33 cm en su orden.

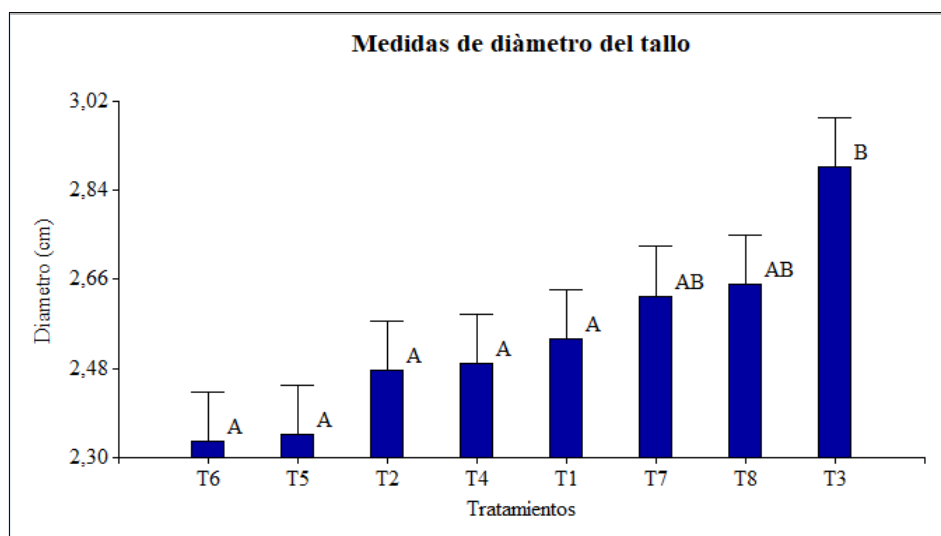


Figura 24. Análisis de las medias de diámetro de tallo a 12 meses, caña soca 3.

3.1.3. Análisis de la varianza de grados Brix

Los resultados del análisis estadístico correspondiente a la variable grados Brix, en base al análisis de la varianza ubicados en la Tabla 14 señalan que entre los tratamientos existen diferencias estadísticas significativas para la F calculada al 5% de probabilidad, el coeficiente de variación es de 5.57% adecuado para la investigación realizada en campo abierto.

Tabla 14. Análisis de la varianza de grados Brix a los 12 meses, caña soca 3.

F.V.	Gl	F/calculado	F/tabla	
			5%	1%
Tratamientos	7	2.90 *	2.76	4.28
CV	5.57%			

En la figura 25 se observa cinco grupos estadísticos determinados en la prueba de Duncan, en el primer grupo se ubica el T2 (SP 80-1842) con 23.49 °Bx es el mayor valor de grados Brix, con un rango medio de grados Brix está el segundo conformado por los tratamientos T3 (CC 85-92) con 22.58 °Bx y T1 (B 49-119) con 22.39 °Bx, el grupo tres por el T4 (C 1051-73) con 21.55 °Bx y el T7 (CR 74-250) con 21.53 °Bx, el grupo cuatro por el T8 (V 71-51) con 22.11 °Bx y el T5 (H 56-4848) con 20.33 °Bx. El grupo con menor porcentaje de grados brix es el representado por el T6 (Co 213P) con 19.92 °Bx.

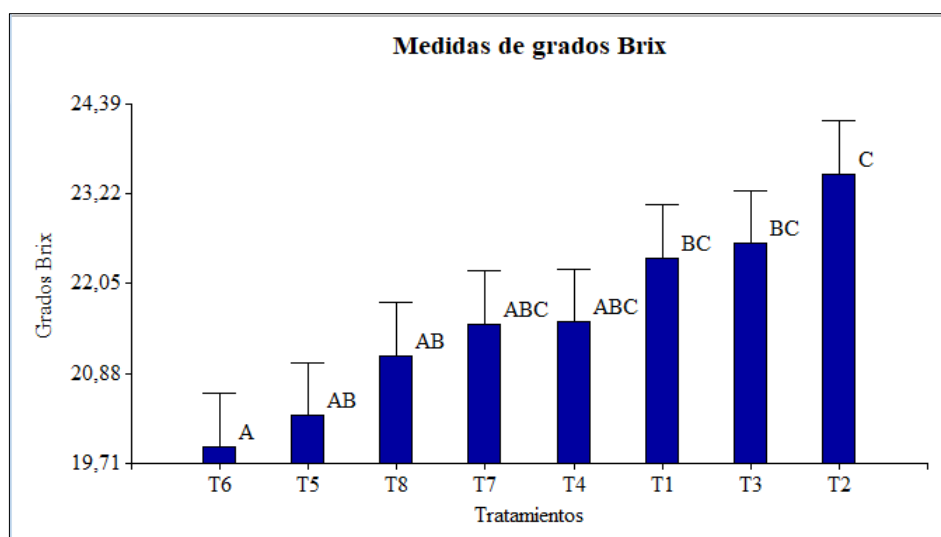


Figura 25. Análisis de las medias de grados Brix a los 12 meses, caña soca 3.

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

La Tabla 15 muestra el análisis de varianza respecto a la variable rendimiento por hectárea correspondiente al tercer año de la soca, se puede observar que entre los tratamientos existen diferencias altamente significativas para la F calculada al 1% de probabilidad y el coeficiente de variación es de 13.55%.

Tabla 15. Análisis de la varianza, rendimiento (t/ha) a los 12 meses, caña soca 3.

F.V.	Gl	F/calculado	F/tabla	
			5%	1%
Tratamientos	7	4.95 **	2.76	4.28
CV	13.55%			

El gráfico de barras generado por el análisis de la varianza mediante el método de comparación de Duncan (Figura 26) para la variable rendimiento concibe cuatro grupos estadísticos, sobresaliendo como el más productivos el primer grupo conformado por el T3 (CC 85-92) con 113.57 t/ha.

Los grupos constituidos por los tratamientos con valores de producción intermedia, son el segundo con T7 (CR 74-250) con 95.07 t/ha y el tercero formado por los tratamientos T8 (V 71-51), T2 (SP 80-1842), T4 (C 1051-73) y T5 (H 56-4848) con 86.80, 79.72, 76.12 y 73.87 t/ha en su orden. El cuarto grupo está integrado por los tratamientos de menor producción, el T1 (B 49-119) con 72.42 t/ha y T6 (Co 213P) con 71.23 t/ha.

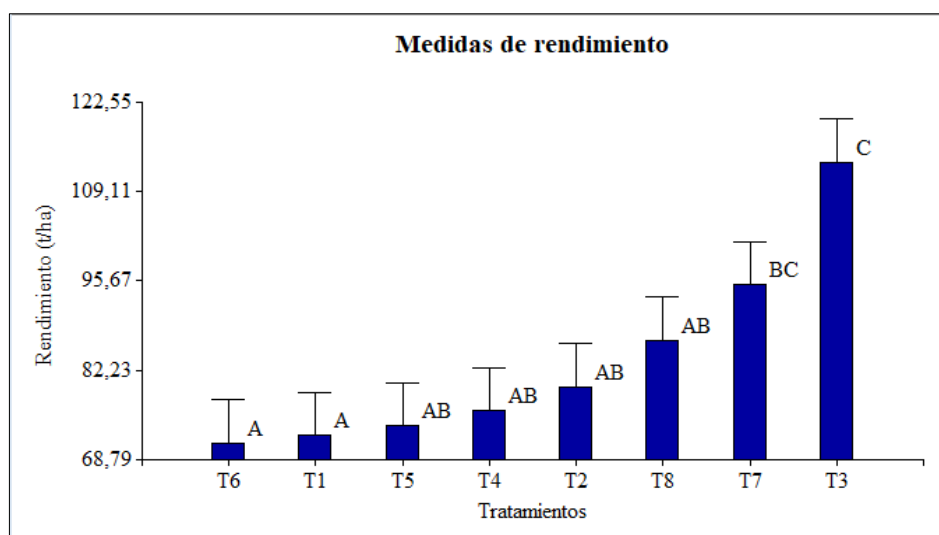


Figura 26. Análisis de las medias de rendimiento (t/ha) a 12 meses, caña soca 3.

3.3. Análisis económico

3.3.1. Costo de producción para una hectárea de caña soca semitecnificada

En el proyecto de investigación se determinó el costo de producción correspondiente a una hectárea mediante el análisis económico, la Tabla 16 expone el resumen de las actividades necesarias para mantener la productividad del cultivo detalladas en la Tabla 5A,

El costo de producción parara una hectárea de tercera soca de caña de azúcar, es de \$ 1782.44, la actividad más demandante de recursos es la cosecha que representa el 49% del valor total.

Tabla 16. Costo de inversión en la producción de caña soca.

Costo de producción del tercer año de caña soca	
Actividades	Costo
Preparación de terreno	160.00
Fertilizantes - Insecticidas	286.06
Manejo del cultivo	381.50
Cosecha	870.00
Imprevistos 5%	84,88
Costo total de producción	1782.44

En la Tabla 17, se explica detalladamente, la relación beneficio/costo y rentabilidad que genera el retoño. Según el análisis se determina que el cultivo de caña soca es rentable en la provincia, a su vez la rentabilidad dependerá de las variaciones en el costo de producción y el precio oficial establecido en el mercado.

La variedad CC 8592 tiene una relación beneficio/costo 2.45 es decir que por cada \$1 invertido genera \$ 1.42 de rentabilidad, seguida por la CR 74-250 con \$0.95 y la V 71-51 con \$0.85, valores que está determinados por el costo total de producción y la cantidad de toneladas de caña por hectárea.

Tabla 17. Análisis económico del tercer año de caña soca

Variedades Tratamientos	Costo Total de una hectárea de caña soca	Producción t/ha	Costo de tonelada	Beneficio de venta	Ingreso neto	Beneficio/costo	Rentabilidad
T1 (B 49-119)	1782.44	72.42	38.00	2751.83	969.40	1.54	0.54
T2 (SP 80-1842)	1782.44	79.72	38.00	3029.23	1246.80	1.70	0.70
T3 (CC 85-92)	1782.44	113.57	38.00	4315.53	2533.10	2.42	1.42
T4 (C 1051-73)	1782.44	76.12	38.00	2892.43	1110.00	1.62	0.62
T5 (H 56-4848)	1782.44	77.53	38.00	2946.27	1163.83	1.65	0.65
T6 (Co 213P)	1782.44	71.23	38.00	2705.87	924.43	1.52	0.52
T7 (CR 74-250)	1782.44	91.40	38.00	3473.20	1690.56	1.95	0.95
T8 (V 71-51)	1782.44	86.80	38.00	3298.40	1515.96	1.85	0.85

3.2. Discusión

La mayor altura de la planta corresponde al CC 85-92 con 2.47 m seguido por CR 74-250 con 2.38 m, que coinciden con los observados en primera soca que alcanzó 2.52 m en CC 85-92 y 2.48 m en CR 74-250 (Pozo *et al.*, 2018), El diámetro del tallo mayor es el CC 85-92 con 2.88 cm, valor igual al mencionado por Tenelanda (2017) en la zafra del Ingenio San Carlos.

Ambas variables tienen influencia directa en los rendimientos de acuerdo a lo que indica Viveros *et al.* (2014), quienes hallaron una alta correlación con la altura y el diámetro de tallo, confirmando que para obtener mejores producciones de caña se requieren plantas altas y diámetro de tallo grueso.

La variedad SP 80-1842 tiene el segundo valor más alto de grados Brix con 23.49 °Bx, variable en la que también sobresale la variedad CC 85-92 con 22.58 °Bx, que coincide con los datos reportados en la primera soca por Pozo *et al.* (2018) con 23.52 °Bx en SP 80-1842 y 22.88 °Bx en CC 85-92.

Las variedades sobresalientes en rendimiento del tercer año de caña soca fueron CC 85-92 con 113.57 t/ha y CR 74-250 con 95.07 t/ha, forman parte del primer y segundo grupo estadístico, bajo la influencia de mayores valores de altura de la planta y diámetro del tallo de mayor dimensión. Cantidades que están sobre el rendimiento promedio obtenido en la zafra del 2018 que fue de 72 t/ha según CINCAE (2019) y el rendimiento promedio nacional según el MAG (2018) que es de 76 t/ha.

En el estudio de respuesta a una aplicación extra de nitrógeno realizado por el CINCAE (2013), en el ingenio San Carlos, obtuvieron rendimientos similares empleando las variedades CC 85-92 con 119.00 t/ha y la CR 74-250 con 92 t/ha. En la investigación de repuesta a la fertilización fosforada efectuada por el CINCAE (2017), en el mismo ingenio la variedad CC 85-92 produjo 115 t/ha a los 13.9 meses de edad del cultivo.

De la misma forma, los resultados son semejantes a los obtenidos por Pozo *et al.* (2018) que obtuvieron los mejores rendimientos en la variedad CC 85-92 con 134 t/ha y 137.35 t/ha correspondientes a la primera y segunda soca; y en CR 74-250 con 127.30 t/ha y 102.18 t/ha respectivas a primera y segunda soca. A la vez diferentes a los

resultados obtenidos en caña planta por Saltos (2015) que indico alcanzar los mejores rendimientos en H 56-4848 con 114.48 t/ha y Co 213P con 94.26 t/ha.

La variedad V 71-51 forma parte del segundo grupo estadístico, se ubica en tercer lugar de los rendimientos más altos con 86.80 t/ha, y en el segundo de mayor diámetro del tallo, aunque presenta la menor altura, datos similares a los expresados por Saltos (2015) en la investigación de caña planta y Pozo *et al.* (2018) en la caña soca.

Entre las variedades que no tuvieron resultados relevantes en las variables consideradas esta la H 56-4848 y la C 1051-73 que obturo rendimientos de 76.12 t/ha, valor menor al logrado por Ramón (2011), quien cosecho 128.59 t/ha a los 14 meses de edad de caña soca en la evaluación del rendimiento agroproductivo de variedades certificadas de caña de azúcar en el la provincia de Morona Santiago.

Esto se debe a que cada una de las variedades evaluadas expreso su comportamiento de acuerdo al nicho agroecológico en que se ubica el cultivo, en otras condiciones edafoclimáticas los resultados varían

Las variedades con características agronómicas menos favorables son la Co 213P que logro un rendimiento de 71.23 t/ha ubicándose en el quinto grupo estadístico, con valores bajos de altura de la planta, diámetro y grados Brix; y la B 49-119 con un rendimiento de 72.42 t/ha, bajo valor de altura de la planta y valores medios de diámetro del tallo y grados Brix.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Mediante la investigación realizada en el Centro de Producción y Practicas Río Verde se determinó el comportamiento agronómico de ocho variedades de caña durante la fase de tercera soca, de las cuales CC 85-92 y CR 74-250 demostraron tener una mejor adaptación a las condiciones edafoclimáticas del lugar, obteniendo los mejores rendimientos agrícolas y grados brix adecuados para su producción.

En el tercer año de caña soca, las variedades sobresalientes en rendimiento por hectárea fueron CC 85-92 con 113.57 t/ha y CR 74-250 con 95.07 t/ha, cantidades que están sobre el valor de rendimiento promedio nacional, evidenciando que es factible realizar una tercera cosecha de la caña soca.

Las ocho variedades que conformaron el cultivo presentaron tolerancia ante los insectos plaga, debido a los mínimos niveles de densidad poblacional y la existencia de controladores naturales que mantienen equilibradas las poblaciones. Con respecto a las enfermedades, no sobrepasaron el umbral de causar daños o pérdidas económicas.

Con el análisis económico se determinó que el costo de producción de una hectárea para el tercer año de caña soca es de \$ 1782.44, la rentabilidad del cultivo depende de las variaciones en el costo de las actividades e insumos y el precio oficial establecido en el mercado, según la relación beneficio costo, resulta rentable para su producción en la zona de estudio.

Recomendaciones

Realizar evaluaciones de comportamiento agronómico empleando las mismas variedades en otras zonas climáticas de la provincia de Santa Elena.

Considerar nuevas variables en las futuras investigaciones, que permitan obtener información sobre las características industriales de las variedades de caña de azúcar.

Valorar nuevas variedades promisorias y comerciales de caña de azúcar, en experimentos para conocer su comportamiento y productividad, con la finalidad de proporcionar información que permita a los productores seleccionar material adecuado que exprese su potencial genético en las condiciones ambientales existentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aday, O., Alfonso, I., Rodríguez, E., Díaz, F., Gil, Y., Valdés, B. and Barroso, J. (2017) 'Caracterización de los síntomas de la roya naranja (*Puccinia kuehnii* (W. Kruger) E. J. Butler) en cuatro cultivares de caña de azúcar en Cuba', *Revista Centro Agrícola*, 44(2), pp. 61-67.

Aday, O., Hechavarría, M., Zardón, M., Rodríguez, E., Mesa, J., Puchades, Y., Delgado, J. and Díaz, F (2014) 'Distribución del Virus de la hoja amarilla de la caña de azúcar en Cuba', *Revista de Protección Vegetal*, 29(3), pp. 177-184.

Aguilar, N. (2015) *Ficha técnica del cultivo de caña de azúcar*. México: Sistema Potosino de vigilancia epidemiológica.

Alonso, L., Romero, E., Leggio, N., Tórtora, L., Fernández, P., Grellet, N., Vera, L, and López, J. (2015) 'Capítulo D3. Fertilización de la caña de azúcar', en *Guía técnica del cañero*. Primera edición. Tucumán, Argentina: Estación experimental agroindustrial. Obispo Colombes, pp. 187-197.

Anchundia, K. and Mera, S. (2015) *Comportamiento agronómico preliminar de seis clones de cacao tipo nacional (Theobroma cacao L.) en el cantón Santa Elena*. Trabajo de Titulación. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Araya, L. and Oviedo, Y. (2018) *Propuesta para mejorar la inocuidad del jugo de caña de azúcar obtenido por método artesanal envasado y almacenado a temperatura de refrigeración*. Trabajo de titulación. Área de Tecnología, Universidad Técnica Nacional Sede Atenas.

Arreaga, K. (2018) *Manejo Integrado de *Diatraea saccharalis* en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)*. Trabajo de Titulación. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo.

Asocaña. (2019) *Aspectos generales del sector agroindustrial de la caña 2018-2019 Informe anual*. Colombia: Sector agroindustrial de la caña.

Ávila, I. (2011) *El aguardiente de caña, proceso y tradición en el Valle de Yunguilla*. Trabajo de titulación. Facultad de Ciencias de la Hospitalidad, Universidad de Cuenca.

Barbosa, M., Cruz, J., Silva, H., García, K., García, J. and Bermúdez, M. (2018) 'Presencia del Sugarcane yellow leaf virus (SCYLV) en caña de azúcar (*Saccharum spp.*) aislado de Colima', *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(8), pp. 1751-1762.

Bastidas, P., Tique, W., López, A. and Medina, G. (2015) 'Comparativo comercial de la variedad CC01-1940 con la variedad CC 85 92 en ambientes húmedos: resultados y experiencias', *Revista Técnicaña*, 37, pp. 28-33.

Bermúdez, M., Delgado, F., Cervantes, J., García, J., Concepción, J. and Farías, V. (2018) 'Detección del Sugarcane mosaic virus (SCMV) en *Saccharum spp.* en México y origen filogenético de un aislado de Jalisco', *Revista mexicana de fitopatología*, 36(1), pp.16-34.

Caraballosa, V., Rábago, R. and Rábago, N. (2015) 'Influencia de la temperatura sobre la producción de posturas en cruces de caña de azúcar en el Centro Nacional de Hibridación', *Revista Infociencia*, 19(3), pp. 1-11.

Castillo, C., Montero, B. and Cuasapaz, P. (2018) 'Memorias del I Congreso Internacional de Control Biológico en Ecuador', Quito, Ecuador, pp. 115.

Castillo, R., Mendoza, J., Silva, E., Bolívar, A. and Avellaneda, C. (2017) *Carta Informativa N°19: CINCAE*.

Castillo, R., Salazar, M. and Suarez, M. (2018) 'Manejo de Suelos y Fertilizantes', en *Informe Anual 2017*. El Triunfo, Ecuador: CINCAE, pp. 29-39.

Casusol, E. (2019) *Origen y elaboración agroindustrial de la caña de azúcar*. Trabajo de Titulación. Facultad de Agropecuaria y Nutrición, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.

Centro de investigación de la caña de azúcar del Ecuador (CINCAE). (2013) Respuesta de las variedades ECU-01, CC 85-92 y CR 74-250 a una aplicación extra de N después del invierno en segundo y tercer tercio.

Centro de investigación de la caña de azúcar del Ecuador (CINCAE). (2015) *Informe anual 2014*. El triunfo, Ecuador.

Centro de investigación de la caña de azúcar del Ecuador (CINCAE). (2017) *Informe anual 2016*. El triunfo, Ecuador.

Centro de investigación de la caña de azúcar del Ecuador (CINCAE). (2019) 'Producción de caña de azúcar en la costa ecuatoriana', *Informe Anual 2018*. El triunfo, Ecuador, pp. 47-56.

Chávez, M., Corrales, J., Arias, J. (1983) 'Comportamiento de cuatro variedades de caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*), respecto al rendimiento y la madurez', *Revista azucarera ATACA, Costa Rica*, 4(2), pp. 55-65.

Colque, R. (2016) Caracterización de la fertilidad de suelos en lotes con caña de azúcar de pequeños productores de Jujuy. Laboratorio de análisis de suelo y agua, Universidad de Jujuy, Argentina.

CONADESUCA (Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar). (2015) Ficha Técnica del Cultivo de la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alitación (SAGARPA). México.

CONADESUCA (Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar). (2016) Identificación de paquetes tecnológicos para el cultivo de caña de azúcar en las regiones cañeras de México.

Cruz, A. (2013) *Evaluación del comportamiento agroproductivo de la Saccharum spp (caña de azúcar) en condiciones edafoclimática de la UBPC "Arroyo Blanco", municipio Cacocum*. Trabajo de Diploma. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya.

Digonzelli, P., Romero, E. and Scandaliaris, J. (2015) Guía técnica del cañero. Primera edición., Tucumán, Argentina: Estación experimental agroindustrial. Obispo Colombes.

Espinoza, F., 2019. *Caña De Azúcar: Manual Técnico*. Paraguay: Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA).

Evangelista, D. (2019) *Efecto del abono Orgánico en el comportamiento del Cultivo de Saccharum officinarum L. "Caña de azúcar" bajo condiciones del sector Sta. Inés, Sayán*. Tesis. Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentaria y Ambiental, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

FAOSTAT. (2018) Base de datos estadísticos corporativos de la Organización para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

García, S., Ortiz, C., Salgado, S., Valdez, A., Silva, H., Ovalle, W. (2015) 'Presencia de *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson en caña de azúcar en La Chontalpa, Tabasco, México', *Revista fitotecnia mexicana*, 38(4), 397-404.

Hernández, F., Valencia, A., Toledo, J., Hernández, H., 2013. *El sector cañero de Nayarit desde una perspectiva organizacional y ambiental*, México: Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso.

Hernández, T. and Galvis, A. (2017) 'Productividad de la caña de azúcar por régimen hídrico y uso de fertilizantes en suelos someros', *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 42(4), pp. 218-223.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censo INEC-ESPAC., MAG. (2018) Cifras Agroproductivas. SIPA. Consultado en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censo INEC-ESPAC., MAG. (2018) Ficha del Cultivo de Caña de Azúcar. SIPA. Consultado en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cana-azucar>

López, J. (2015) 'Capítulo 7. Siembra comercial de la caña de azúcar para panela', en *Manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar para panela en Antioquia*. Segunda edición. Bogotá, Colombia: Corpoica, pp. 34-35.

López, J. (2015) 'Capítulo 8. Métodos de siembra', en Manejo *agronómico del cultivo de la caña de azúcar para panela en Antioquia*. Segunda edición. Bogotá, Colombia: Corpoica, pp. 36-40.

López, J. (2015) *La caña de azúcar (Saccharum officinarum) para la producción de panela. Caso: Nordeste del departamento de Antioquia*. Escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente, Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Loyo, R., Valdez, A. and Silva, H. (2018) 'Evaluación de dos métodos de infección para determinar la reacción de nuevos clones a la enfermedad del carbón (*sporisorium scitamineum*) en caña de azúcar (*saccharum spp.*)', *Revista Agroproductividad*, 11(9), pp. 119-127.

Macas, I. (2018) *Evaluación de la eficacia de aislamientos nativos de Metarhizium spp. En el control de ninfas de Mahanarva adigea de la caña de azúcar*. Proyecto de titulación, Universidad Estatal Amazónica.

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

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

MAG. (2018) Sistema de información pública agropecuaria. Consultado en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>

Marasca, I., Barbosa, R., Pereira, M., Paz, A., Pereira, K. (2015) 'Morfología de la caña de azúcar en la preparación profunda del suelo en canteros', *Revista IDESIA (Arica)*, 33 (4), pp. 23-29.

Melgar, M., Meneses, A., Orozco, H., Pérez, O. and Espinosa, R., 2014. *El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala* Primera edición, Guatemala: CENGICANÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar).

Mendoza, J. and Gualle, D. (2013) *Efecto del áfido amarillo, Sipha flava Forbes, sobre la producción y rendimiento de la caña de azúcar*. Ecuador: CINCAE.

Mendoza, J., Chicaiza, N., Gualle, D., Ayora, A. and Gómez, P. (2012) 'Biología y capacidad depredadora de *Ceraeochrysa sp* para el control biológico del áfido amarillo, *Sipha flava* Forbes, en caña de azúcar', Carta informativa, CINCAE, p. 1-5.

Mendoza, J., Gualle, D. and Gómez, P. (2013) 'Plagas potenciales, una amenaza para el cultivo de la caña de azúcar en Ecuador', CINCAE. *III Congreso AETA*. Guayaquil, Ecuador.

Mendoza, J., Gualle, D. and Gómez, P. (2019) 'Manejo de Plagas', en *Informe Anual 2018*. El triunfo, Ecuador: CINCAE, pp. 10-19.

Mendoza, J., Martínez, I., Álvarez, A., Luzuriaga, V. and Ayora, A. (2013) *Manejo del saltahojas de la caña de azúcar, Perkinsiella saccharicida (Homoptera: Delphacidae), en el Ecuador*. CINCAE.

Ministerio de Agricultura y ganadería. (2018) Superficie de principales cultivos a nivel nacional. Geoportal del Agro Ecuatoriano. Consultado en: <http://geoportal.agricultura.gob.ec/index.php/mapas-interactivos/2-uncategorised/37-mapa-cultivos>.

Morán, C. (2017) 'Uso de bioinsecticida a base de neem *Azadirachta indica* para el manejo de salta hoja en agroecosistema de caña de azúcar, Guayas, Ecuador', *Revista de Investigación Científica Manglar* 14 (1), pp. 73-83.

Naranjo, S., Obrador, J., García, E., Valdez, A. and Domínguez, V. (2020) 'Arvenses en un suelo cultivado con caña de azúcar con fertilización mineral y abono verde', *Polibotánica* 9 (50), pp. 119-135.

OCDE-FAO. (2019) 'Azúcar', en *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2019-2028*, OECD Publishing, Paris. Roma

Ovalle, W. (2018) Guía para la identificación de enfermedades de la caña de azúcar. Área de Fitopatología, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, CENGICANA.

Pilco, J. (2011) 'Identificación y caracterización de las principales arvenses en el cultivo de caña de azúcar de Ecuador', *II Congreso de la caña y sus derivados*. Guayaquil.

Pindo, A. (2016) *Estudio de las principales enfermedades de la caña de azúcar y sus medidas de control en el Ecuador*. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Machala.

Pozo, V. and Suárez A. (2018) *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. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Quinde, M. (2012) *Comportamiento agronómico y valoración nutricional de cuatro variedades de caña de azúcar (Saccharum officinarum)*. Tesis de grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Ramírez, M., Rodríguez, D., Ramírez, F. and Barcia, S. (2019) 'Variables meteorológicas y desarrollo fenológico de la caña de azúcar en Aguada de Pasajeros', *Revista Cubana de Meteorología*, 25 (sp), pp. 354-366.

Ramón A. (2011) *Evaluación del rendimiento agroproductivo e industrial de 3 variedades certificadas de caña de azúcar (Saccharum officinarum) de origen cubano (C 1051-73, C8751, C132-81), Frente al testigo variedad cristalina, en la etapa de cosecha, en el cantón Huamboya, Provincia de Morona Santiago*. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.

Ranjel, H., Viveros, C., Amaya, A., Gómez, L., Victoria, J. and Ángel, J., 2003. *Catálogo de variedades*. Segunda edición., Cali. CENICAÑA.

Rodríguez, T., Barbosa, G, and Rodríguez, V (2019). 'Manejo de arvenses en caña de azúcar, impacto ambiental, efectividad económica y de control', *Revista Centro Agrícola*, 46(2), pp. 64-71.

Romero, E., Leggio, N., Digonzelli, P., Giardina, J., Sanchez, D., Fernandez, U., Casen, S. and Tonatto, J. (2015) 'Capítulo A1. La planta de caña de azúcar', en *Guía técnica del cañero*. Primera edición., Tucumán, Argentina: Estación experimental agroindustrial. Obispo Colombres, pp. 13-20.

Saltos, J. (2015) *Comportamiento agronómico de ocho variedades de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) en Río Verde, Provincia de Santa Elena*. Trabajo de Titulación. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Sánchez, Y., Correa, T., Abreu, Y. and Pino, O. (2012) 'Efecto del aceite esencial de *Piper marginatum Jacq.* y sus componentes sobre *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dawson', *Revista de Protección Vegetal*, 27(1), 39-44.

Santos, F., Borém, A. and Caldas, C. 2012. *Caña de azúcar: bioenergía, azúcar y alcohol: tecnología y perspectivas*. Segunda Edición., Viçosa: Os Editores.

Tarazona, G. (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de la caña panelera, medidas para la temporada invernal*. Bogotá D.C: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Tenelanda, C. (2017) *Determinación de los coeficientes de cultivo "kc" para el riego de la caña de azúcar (Saccharum officinarum, L.) en dos sistemas de siembra*. Trabajo de titulación. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Guayaquil.

Tzerembo, B. (2018) *Evaluación de la fertilidad de suelos con cultivo de caña de azúcar (Saccharum spp.) en tres parroquias de la provincia de Pastaza*. Proyecto de titulación. Universidad Estatal Amazónica.

Viveros, C., Baena, D., Salazar, F., López, L and Victoria, J. (2014) *Características de la caña de azúcar asociadas con toneladas de caña por hectárea y sacarosa (% caña)*. Acta Agronómica No. 64. Mejoramiento Genético Vegetal y Recursos Fitogenéticos. CENICAÑA. Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Colombia,

Yépez, V. (2018) *Comportamiento Agronómico de la Piña, (Ananas Comosus L.) Variedad Perolera, en Cuatro Distancias de Siembra, en el Centro de Producción y Prácticas, Río Verde, de la UPSE, en el Cantón Santa Elena*. Trabajo de titulación. Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena.

ANEXOS

Tabla 1A. Datos promedios de Altura de planta (m), tercer año de caña soca

Tratamientos	Repeticiones			Σ	X
	I	II	III		
T1 (B 49-119)	1.86	1.99	2.28	6.14	2.05
T2 (SP 80-1842)	2.06	2.82	2.20	6.08	2.36
T3 (CC 85-92)	2.46	2.47	2.47	7.40	2.47
T4 (C 1051-73)	1.84	2.19	2.22	6.22	2.07
T5 (H 56-4848)	1.92	1.93	2.07	5.92	1.97
T6 (Co 213P)	1.90	2.00	1.56	5.46	1.82
T7 (CR 74-250)	2.12	2.28	2.73	7.13	2.38
T8 (V 71-51)	1.39	1.67	2.05	5.11	1.70

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

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	7	1.60	0.23	4.34 **	2.76	4.28
Repeticiones	2	0.31	0.15			
Error	14	0.34	0.05			
Total	23	2.65				
CV	10.92%					

** Altamente significativo

Tabla 2A. Datos promedios de Diámetro del tallo (cm), tercer año de caña soca

Tratamientos	Repeticiones			Σ	\bar{X}
	I	II	III		
T1 (B 49-119)	2.63	2.43	2.55	7.60	2.53
T2 (SP 80-1842)	2.51	2.54	2.37	7.45	2.47
T3 (CC 85-92)	2.89	3.01	2.75	8.65	2.88
T4 (C 1051-73)	2.48	2.57	2.41	7.45	2.48
T5 (H 56-4848)	2.33	2.25	2.45	7.03	2.34
T6 (Co 213P)	2.53	2.06	2.40	6.99	2.33
T7 (CR 74-250)	2.67	2.94	2.26	7.87	2.62
T8 (V 71-51)	2.58	2.70	2.66	7.95	2.65

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

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	7	0.68	0.10	3.23*	2.76	4.28
Repeticiones	2	0.04	0.02			
Error	14	0.42	0.3			
Total	23	1.14				
CV	6.82%					

* Significativo

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

Tratamientos	Repeticiones			Σ	X
	I	II	III		
T1 (B 49-119)	23.13	22.06	21.99	67.18	22.39
T2 (SP 80-1842)	23.89	23.47	23.10	70.46	23.49
T3 (CC 85-92)	22.17	23.36	22.20	67.73	22.58
T4 (C 1051-73)	21.84	21.66	21.16	64.66	21.55
T5 (H 56-4848)	19.29	22.82	18.88	60.99	20.33
T6 (Co 213P)	21.66	21.14	16.97	59.77	19.92
T7 (CR 74-250)	20.76	22.41	21.41	64.58	21.53
T8 (V 71-51)	20.62	20.93	21.79	63.34	21.11

Análisis de la varianza de grados Brix, tercer año de caña soca

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	7	29.43	4.20	2.90 *	2.76	4.28
Repeticiones	2	6.73	3.37			
Error	14	20.28	1.45			
Total	23	56.45				
CV	5.57%					

* Significativo

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

Tratamientos	Repeticiones			Σ	X
	I	II	III		
T1 (B 49-119)	74.45	77.50	65.30	217.25	72.42
T2 (SP 80-1842)	87.40	79.35	72.40	239.15	79.72
T3 (CC 85-92)	93.60	142.50	104.60	340.70	113.57
T4 (C 1051-73)	72.00	79.30	77.05	228.35	76.12
T5 (H 56-4848)	66.00	75.60	80.00	221.60	73.87
T6 (Co 213P)	72.20	62.50	79.00	213.70	71.23
T7 (CR 74-250)	89.60	104.60	91.00	285.20	95.07
T8 (V 71-51)	87.15	79.50	93.75	260.40	86.80

Análisis de la varianza de toneladas de caña por hectárea, tercer año de caña soca

F.V.	gl	SC	CM	F/calculado	F/tabla	
					5%	1%
Tratamientos	7	4450.64	635.81	4.95 **	2.76	4.28
Repeticiones	2	219.58	109.79			
Error	14	1796.96	128.35			
Total	23	6467.17				
CV	13.55%					

** Significativo

Tabla 5A. Costo de producción de 1 ha para el tercer año de caña soca

Actividades	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1. Preparación de suelo				
Limpieza de terreno	Jornal	3	20.00	60.00
Rebote de caña	Jornal	2	20.00	40.00
Descostillado y aporque	Jornal	3	20.00	.6000
Subtotal				160.00
2. Insumos				
Fertilizantes - Insecticidas				
Nitrato de amonio	kg	478	0.36	171.46
Dap (18-46-0)	kg	152	0.56	85.22
Muriato de potasio	kg	68	0.43	29.38
Subtotal				286.06
3. Manejo de ensayo				
Personal de riego (10 meses, cada 10 días)	Jornal	30	5.00	150.00
Aplicación del fertilizante	Jornal	2	20.00	40.00
Control manual de malezas	Jornal	3	20.00	60.00
Combustible	gal	30	1.05	31.50
Agua de riego	m3	2000	0.05	100.00
Subtotal				381.50
4. Cosecha				
Corte de caña	Jornal	15	20.00	300.00
Estibador	Jornal	10	20.00	200.00
Transporte	T.M	37	10.00	370.00
Subtotal			20.00	870.00
Total (1+2+3+4)			20.50	1697.56
Imprevistos 5%			20.83	84,88
TOTAL			20.33	1782.44

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

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

N° Laborat.	Identificación	* Textura (%)			* Clase Textural	meq/100ml			mS/cm	(*)	meq/100ml			Ca	Mg	Ca+Mg									
		Arena	Limo	Arcilla		* AI+H	* AI	* Na			C.E.	* M.O.	* Ca				* Mg	Σ Bases							
62477	PROY. CAÑA DE AZUCAR										0.60	B	0.56	A	17.85	A	7.91	A	26.31	2.26	M	14.11	A	46.07	M

Interpretación	
AI = Adecuado	NS = No Salino
LI = Ligero. 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.	Walkley Black	Dicromato de K
CIC		Acetato de Amonio
Na		Cloruro de Bario
C.E.	Extracción de pasta saturada	Agua

Niveles de Referencia	
Lig. Tóxico meq/100ml	Lig. Salino (dSm)
Al+H 0.51 - 1.5	C.E. 2.0 - 4.0
Al 0.31 - 1.0	Medio (%)
Na 0.5 - 1.0	M.O. 3.1 - 5.0 (Ca+Mg)/K
	Medio (meq/100ml)
	MgK 2.5 - 10.0
	Ca 4 - 8
	Mg 1 - 2

NE = 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 están 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 prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad.


 Responsable Técnico del Laboratorio
 Mgs. Diana Acosta

Figura 1A. Análisis de Suelo (1)

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

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

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ug/ml																							
			* NH4	* 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	
NH4, P, K, Ca, Mg, S	MAc = Muy Acido	N	Neutro
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	AC = Acido	LAL	Lig. Alcalino
	B = Bajo	MAc	Muy Acido
	M = Medio	LAL	Lig. Alcalino
	A = Alto	PI	Plac. Neutro
		RC	Requiere Cal

Determinación	Metodología	Extractante
NH4, P	Colorimétrica	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 5.5
S	Turbidimétrica	Fosfato de Ca
B	Colorimétrica	Molibdato
Cl	Volumétrica	Picnometría
pH	Potenciométrica	Picnometría

Niveles de Referencia Óptimos	
Medio (ug/ml)	
NH4 20 - 40	Mg 121.5 - 240
P 10 - 20	S 10 - 20
K 75 - 150	Zn 2.0 - 10
Ca 800 - 1600	Cu 1.0 - 4.0
	Cl 17 - 34

NE = 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 están 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 prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad.


 Responsable Técnico del Laboratorio
 Mgs. Diana Acosta

Figura 2A. Análisis de Suelo (2)



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

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	N° 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

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		(%)							(ppm)						
	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 Foliar (1)

NIVELES ADECUADOS PARA INTERPRETACION DE RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS FOLIARES

Cultivos	%							ppm						
	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	1.1-1.3	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 Foliar (2).



Figura 5A. Cosecha del tercer año de caña soca



Figura 6A. Medición de la variable altura de la planta.



Figura 7A. Medición de la variable diámetro del tallo



Figura 8A. Medición de la variable grados Brix



Figura 9A. Peso del rendimiento (t/h) de variedades de caña de azúcar