



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

**"Evaluación de ocho clones nacionales de caña de azúcar
(*Saccharum officinarum*) bajo dos tipos de suelo en el Ingenio San
Carlos"**

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Presentada por:

Oscar José Núñez Burgos

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2004

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Raúl Castillo y al Ing. Edison Silva, por su valiosa dirección y cooperación en la realización de este trabajo. A todas las personas en el Ingenio San Carlos que de uno u otro modo colaboraron en esta tesis de grado.

DEDICATORIA

A MI ESPOSA E HIJOS

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

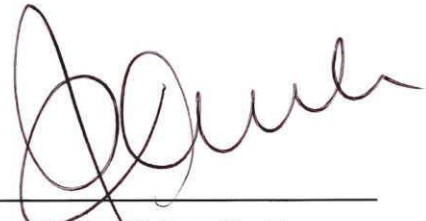
(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'O. Núñez Burgos', is written over a horizontal line.

Oscar Núñez Burgos

TRIBUNAL DE GRADUCIÓN

Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Dr. Raúl Castillo T.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Edison Silva C.
VOCAL



Ing. Alberto Ortega U.
VOCAL



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGÍA.....	V
INDICE DE FIGURAS.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1	
1. GENERALIDADES.....	3
1.1 Origen y distribución de la caña de azúcar.....	3
1.2 Morfología y fisiología de la caña de azúcar.....	5
1.3 Requerimientos edáficos y ambientales para el cultivo de caña de azúcar.....	21
CAPITULO 2	
2. MEJORAMIENTO GENÉTICO EN CAÑA DE AZÚCAR	25
2.1 Situación varietal del area cañera ecuatoriana.....	25
2.2 Importancia del mejoramiento genético en la industria azucarera ecuatoriana.....	28

2.3 Programa de fitomejoramiento del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE).....	37
---	----

CAPITULO 3

3. METODOLOGIA Y EVALUACIÓN.....	43
3.1 Materiales y métodos.....	43
3.2 Variables evaluadas.....	47
3.3 Diseño experimental.....	49

CAPITULO 4

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
--------------------------------	----

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	106
--	-----

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

ABREVIATURAS

cm	centímetro
mm	milímetro
cmol	centimol
m ² /seg	metro cuadrado por segundo
ha	hectárea
kg	kilogramos
kg. A.TC	kilogramos de azúcar por tonelada de caña
l	litro
l/ha	litros por hectárea
m	metro
pH	potencial hidrógeno
ppm	partes por millón
TCH	toneladas de caña por hectárea
TAH	toneladas de azúcar por hectárea



SIMBOLOGÍA

N	nitrógeno
K ₂ O	óxido de potasio
P ₂ O ₅	anhidrido fosfórico
CO ₂	dióxido de carbono
Ca	calcio
Mg	magnesio
μmoles	micromoles
%	por ciento

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Altura de planta (m) a los 90, 180, 270 y 381 días de ocho clones del Estado IV serie 98 y dos testigos evaluados en la localidad 1 (cantero 030233) en el Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003	59
Figura 2 Altura de planta (m) a los 90, 180, 270 y 381 días de siete clones del Estado IV serie 98 y dos testigos evaluados en la localidad 2 (cantero 060233) en el Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003	60
Figura 3 Población (tallos/m) a los 90, 180, 270 y 381 días de ocho clones del Estado IV serie 98 y dos testigos evaluados en la localidad 1 (cantero 030233) en el Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003	65
Figura 4 Población (tallos/m) a los 90, 180, 270 y 381 días de siete clones del Estado IV serie 98 y dos testigos evaluados en la localidad 2 (cantero 060233) en el Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003	66
Figura 5 Producción de caña de azúcar por hectárea (TCH) de ocho clones del Estado IV serie 98 y dos testigos sembrados en la localidad 1 (cantero 030233) en el Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003	71
Figura 6 Producción de caña de azúcar por hectárea (TCH) de siete clones del Estado IV serie 98 y dos testigos sembrados en la localidad 2 (cantero 060233) en el Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Promedios de germinación 45 días después de la siembra y prueba de significación para ocho clones del estado IV serie 98 y dos variedades testigo sembradas en dos localidades en el Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003.....	54
Tabla 2	Promedios de altura de planta (m) a los 90, 180, 270 y 381 días para ocho clones del estado IV serie 98 y dos variedades testigo sembradas en dos localidades del Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003.....	57
Tabla 3	Promedios de población (tallos/m) a los 90, 180, 270 y 381 días para ocho clones del estado IV serie 98 y dos variedades testigo sembradas en dos localidades del Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003.....	64
Tabla 4	Promedios para diámetro del tallo a la cosecha (cm) y prueba de significación de ocho clones del estado IV serie 98 y dos variedades testigo sembradas en dos localidades del Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003.....	68
Tabla 5	Promedios de producción de caña en toneladas por hectárea (TCH) para ocho clones del Estado IV serie 98 y dos variedades testigo sembradas en dos localidades en el Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003.....	70
Tabla 6	Promedios combinados de dos localidades para producción de caña en toneladas por hectárea (TCH) para siete clones del estado IV serie 98 y dos testigos sembrados en el Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003.....	74
Tabla 7	Promedios de rendimiento azucarero en kilogramos de azúcar por tonelada de caña (kg. A.TC) de ocho clones del Estado IV serie 98 y dos variedades testigo sembradas en dos localidades en el Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003	77
Tabla 8	Promedios combinados para rendimiento azucarero (kg. A.TC) y prueba de significación para dos localidades y siete clones del Estado IV serie 98 y dos variedades testigo sembradas en el Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003	79
Tabla 9	Promedios de producción en toneladas de azúcar por hectárea (TAH) y prueba de significación de los clones del Estado IV serie 98 y las variedades testigo sembradas en el Ingenio San Carlos en dos localidades. Ciclo 2002 – 2003	81

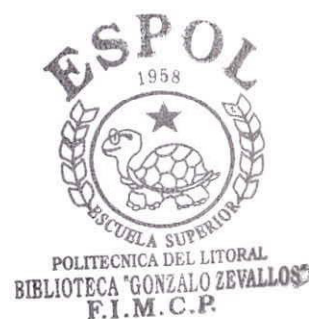
Tabla 10	Promedios combinados para producción de azúcar en toneladas de azúcar por hectárea (TAH) y prueba de significación para dos localidades y siete clones del Estado IV serie 98 y dos variedades testigo sembradas en el Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003.....	83
Tabla 11	Promedios de volcamiento para ocho clones del Estado IV serie 98 y dos variedades testigo sembradas en dos localidades en el Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003	86
Tabla 12	Promedios de deshoje para ocho clones del Estado IV serie 98 y dos variedades testigo sembradas en dos localidades en el Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003	88
Tabla 13	Coeficientes de correlación lineal y determinación obtenidos entre algunas variables con la producción de caña (TCH) y el rendimiento (kg. A. TC.) en las dos localidades.....	91
Tabla 14	Número de adultos y ninfas de <i>Perkinsiella saccharicida</i> por brote, número de posturas por hoja (sección de 20 cm) y los rangos de Friedman correspondientes a ocho clones del Estado IV serie 98 y dos testigos sembrados en dos localidades del Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003.....	93
Tabla 15	Porcentaje de hojas infestadas con áfido amarillo (<i>Sipha flava</i>), correspondientes a ocho clones del Estado IV serie 98 y dos variedades testigo sembradas en dos localidades en el Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003.....	95
Tabla 16	Porcentaje de hojas con síntomas de afectación por áfido amarillo (<i>Sipha flava</i>) de ocho clones del Estado IV serie 98 y dos testigos sembrados en dos localidades en el Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003	96
Tabla 17	Porcentaje de hojas infestadas con áfido blanco (<i>Melanaphis sacchari</i>) para ocho clones del Estado IV serie 98 y dos variedades testigo sembradas en dos localidades en el Ingenio San Carlos.....	98
Tabla 18	Intensidad de infestación de <i>Diatraea saccharalis</i> , registrada al momento de la cosecha, de ocho clones del Estado IV serie 98 y dos testigos sembrados en dos localidades del Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003.....	100
Tabla 19	Evaluación de enfermedades en ocho clones nacionales del Estado IV serie 98 y dos variedades testigo sembradas en el Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003	102

Tabla 20	Evalaución participativa del ocho clones del Estado IV serie 98 y dos testigos sembrados en la localidad 1 (Cantero 030233) en el Ingenio San Carlos. Ciclo 2002 – 2003	106
----------	---	-----

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en el Ingenio San Carlos, situado en el cantón Marcelino Maridueña de la provincia del Guayas. El experimento se instaló en dos localidades con distinta textura de suelo, la localidad 1 de textura francoarenosa (cantero 030233) y la localidad 2 de textura francoarcillosa (cantero 060233). Se evaluaron características agronómicas y de calidad de jugos de ocho clones nacionales de caña de azúcar del Estado IV Serie 98 del Programa de Variedades del CINCAE y dos variedades testigo (Ragnar y PR-671070) en las dos localidades. La unidad experimental fue el clon en proceso de selección. Se evaluaron diez tratamientos (ocho clones en proceso de selección y dos testigos) con tres repeticiones. Las parcelas fueron de cuatro surcos a 1.5 m de distancia por diez metros de largo, para las evaluaciones se tomaron los datos de los dos surcos centrales. Como prueba de significación estadística se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad. Para las variables de mayor importancia económica, producción de caña en toneladas por hectárea (TCH), rendimiento azucarero en kilogramos de azúcar por tonelada de caña (kg. A. TC) y producción de azúcar en toneladas por hectárea (TAH), se hizo un análisis de varianza combinado de las dos localidades. Los resultados obtenidos en el análisis combinado para la producción de azúcar por hectárea (TAH) indican que solamente los clones ECSP98-169 (8.6a) y

ECSP98-499 (7.8a), que obtuvieron los mejores promedios, se diferenciaron estadísticamente de el clon ECSP98-419 (4.6b) que obtuvo el promedio más bajo; para esta variable los testigos no presentaron diferencias con ninguno de los clones. El análisis combinado para la variable rendimiento azucarero (kg. A. TC) indica que los clones ECSP98-392 (99.5a) y ECSP98-169 (96.2ab) presentaron diferencias estadísticas con los clones ECSP98-149 (78.9c) y ECSP98-419 (61.5d), el testigo Ragnar (86.4abc) presentó diferencias estadísticas solamente con este último clon. Para el análisis combinado de la producción de caña por hectárea (TCH) no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre ninguno de los tratamientos. Para la producción de azúcar por hectárea (TAH) y el rendimiento azucarero (kg. A.TC.) existió significancia para la interacción tratamiento x localidad, es decir que el desempeño del clon estuvo afectado por la localidad, no así para la producción de caña por hectárea (TCH). Entre localidades, los promedios para las tres variables fueron significativamente superiores para la localidad 2, lo que confirma que las características del suelo de la localidad 2 son más adecuadas para el cultivo de la caña. Los resultados muestran que existen alternativas de clones con alto potencial para diversificar el área cañera de la costa ecuatoriana.



INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, aproximadamente el 80% del área sembrada con caña de azúcar es de la variedad de origen australiano Ragnar. Esta variedad se multiplicó en el Ecuador por su buena adaptación a las condiciones ambientales y de cultivo de las zonas productoras de caña de azúcar, ello permitió que la variedad sea la más sembrada desde hace aproximadamente 25 años. Esta situación representa una amenaza para la industria azucarera ecuatoriana, ya que la uniformidad genética puede romper la resistencia o tolerancia de esta variedad a enfermedades, y esto devastaría las plantaciones del país. Por esta razón, la industria cañera ecuatoriana debe de contar con una mayor diversidad de variedades para asegurar su sostenibilidad y mejorar la productividad.

Con el objetivo de diversificar el área sembrada con caña de azúcar en el Ecuador, en el CINCAE (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador) se ha establecido un programa de fitomejoramiento cuyo objetivo es proveer de variedades nacionales de caña de azúcar a los productores del Ecuador. Las variedades nacionales producidas por el CINCAE se obtienen a partir del cruce de parentales escogidos, luego son evaluadas en diferentes estados de selección hasta seleccionar las mejores variedades que superen a la variedad Ragnar.

Este trabajo incluyó los clones que constituyen el Estado IV de la serie 98, es decir, son clones seleccionados para establecer el cuarto estado de selección, provenientes de cruzamientos sembrados en 1998, los cruzamientos fueron realizados en COPERSUCAR (Brasil) y evaluados en Ecuador. En este ensayo se evaluaron características agronómicas y de calidad de jugos de ocho clones en proceso de selección y dos testigos, que fueron las variedades Ragnar y PR67-1070. Además, se llevó a cabo una "evaluación participativa" de los clones en base a los criterios del personal técnico del Departamento de Campo del Ingenio San Carlos.

El experimento se desarrolló bajo condiciones de cultivo comercial, en dos localidades del Ingenio San Carlos con texturas de suelo distintas (localidad 1: cantero 030233, franco arenoso y localidad 2: cantero 060233, franco arcilloso). La unidad experimental fue el clon en proceso de selección. Los resultados que se obtuvieron de esta investigación aportan para el proceso de selección de nuevas variedades nacionales a través de evaluar el comportamiento agronómico de los clones en caña planta.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Origen y Distribución de la Caña de Azúcar

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) ha sido utilizada y cultivada desde tiempos muy remotos. Aunque no se conoce con exactitud su lugar de origen, se considera a la región que comprende parte de la India, China, Nueva Guinea y zonas vecinas como el centro de origen del complejo *Saccharum*. Posteriormente, este género se difundió a otras zonas como Hawaii, Africa Oriental, Madagascar, Medio Oriente, el Mediterráneo y el Atlántico, en las Islas Canarias (Subirós, 1995).

La existencia de la caña de azúcar en China y en la India puede situarse en unos 6.000 años a.c. Su empleo para la alimentación humana se remonta a 3.000 años a.c. en la India, de donde los soldados de Alejandro Magno llevaron azúcar a Europa 325 años antes de nuestra era. Los árabes difundieron estacas de caña de

azúcar primero en Palestina, después en Egipto , Sicilia, España y Marruecos (700 años d.c.) (Fauconnier, 1975).

Subirós (1995) manifiesta que Cristóbal Colón, en el segundo viaje realizado a América, en 1493, introdujo la caña de azúcar en la isla La Española, que es hoy República Dominicana y Haití. El clon introducido fue el Creola, presumiblemente un híbrido entre *S. barberi* y *S. officinarum*. De esta isla se difundió hacia Cuba, Puerto Rico, México, Colombia, Perú y otros países del Continente. Los portugueses introdujeron la planta en Brasil en el año 1500 .

No se conoce con exactitud la entrada de la caña de azúcar a Ecuador, pero los registros manifiestan que Juan José Flores, fue uno de los productores de azúcar más importantes durante las primeras décadas de la época republicana. En 1832, su ingenio estaba localizado en la hacienda La Elvira en Babahoyo, donde tenía sembradas 60 cuadras de caña de azúcar. En esta misma época, José Joaquin de Olmedo fue propietario de un ingenio que funcionaba en la hacienda La Virginia que quedaba cerca de La Elvira (MAG, 2001).

En 1875 operaban cuatro ingenios en el país, los cuales producían

23.000 quintales de azúcar anuales, completando la demanda de Ecuador con 20.000 quintales que se importaron de Perú. En 1894 inicia sus actividades el Ingenio Valdez (Guayas), que es el más antiguo de los seis ingenios que operan actualmente en el Ecuador, el Ingenio San Carlos (Guayas) inicia sus operaciones en 1897. Los Ingenios La Troncal (Cañar), IANCEM (Imbabura), IMonterrey (Loja) e Isabel María (Los Ríos) son más recientes (MAG, 2001).

1.2. Morfología y Fisiología de la Caña de Azúcar

La caña de azúcar pertenece a la familia Gramineae y al género *Saccharum*. La clasificación de especies ha sido objeto de estudio de varios taxónomos y aún quedan aspectos por estudiar y definir; se debe tener en cuenta que la ubicación taxonómica puede variar dependiendo del autor. Jesweit (1925) había descrito tipos botánicos precisos dentro del género *Saccharum*. En la clasificación señalaba cuatro especies como pertenecientes al género: *S. spontaneum*, *S. barberi*, *S. sinense*, y *S. officinarum*. Las investigaciones realizadas en Nueva Guinea llevaron a los especialistas a identificar una más: *S. robustum* (Subirós, 1995).

Roach y Daniels, en su estudio sobre la posición taxonómica de

Saccharum, mencionan que Stalker (1980) sugiere que antes de que cualquier grupo de plantas cultivadas y sus parientes silvestres puedan ser explotadas con lógica en fitomejoramiento sus interrelaciones deben ser entendidas. Los estudios de la evolución y la taxonomía son necesarios para estimar el potencial del rango de hibridación, la fertilidad de los órganos florales y los caracteres de importancia económica.

Grassl en 1969 citado por Roach (1987) ha resumido a la taxonomía como una herramienta para separar las plantas en grupos a cerca de los cuales se puede generalizar y bajo los cuales se puede separar conocimientos.

Moore en 1987 sugiere que sobre la base del funcionamiento de las espiguillas, se han clasificado a las especies en dos grupos: Especies del grupo A de espiguilla pedunculada, la cual se abre primero y el raquis es muy vellosa. En general son de inflorescencia pequeña y mediana, tallos delgados de color variable pero apagado: grises, verdosos o amarillentos. A este grupo pertenecen las siguientes especies:

Saccharum spontaneum: especie con la mayor distribución

geográfica, se caracteriza por ser de tallos delgados, de mediana altura, hojas angostas, entrenudos largos y rectos, alto contenido de fibra y bajo en sacarosa, sistema radical bastante desarrollado. Responde a la denominación de "caña salvaje", tolera el frío y es capaz de desarrollarse bajo condiciones adversas. Su número cromosómico es: $2n = 40-128$.

Saccharum sinense: originaria de China e India. Se caracteriza por tener tallos altos, de grosor medio, la caña es de 15-20 mm. de diámetro, alto contenido de fibra y pobre en sacarosa. Algunas variedades como la "Uba" son resistentes a la sequía y al virus del mosaico. El número cromosómico es $2n = 111-120$.

Saccharum barberi: originaria de las regiones asiáticas, de hojas estrechas, altura media, tallos delgados, entrenudos largos y cilíndricos, secciones corchosas en la superficie de los entrenudos, sistema radical bien desarrollado y se adapta bien a condiciones adversas de suelo y clima. Tolerancia al mosaico pero es la más sensible de todas al carbón. Su número cromosómico es $2n = 81-124$.

En las especies que se las clasifica dentro del grupo B, la espiguilla

es sésil y se abre primero. El raquis es lampiño, la espiguilla es de tres glumas y más raramente de cuatro. En general son de inflorescencia grande, tallos largos y gruesos de colores vivos y extremadamente variados. En este grupo se incluyen dos especies:

Saccharum robustum: se ha encontrado en Nueva Guinea e Indonesia, es una caña alta y vigorosa con alto contenido de fibra y bajo en sacarosa, las hojas son anchas y curvadas hacia abajo. Tallos delgados esencialmente leñosos, buen ahijamiento, gran rusticidad. Es bastante susceptible al virus del mosaico. El número cromosómico es $2n = 60-80$ y $2n$ menor o igual $63-200$ con algunas variaciones.

Saccharum officinarum: originaria de Nueva Guinea, conocida como la caña "noble", alto contenido de sacarosa, bajo contenido de fibra y altura media, entrenudos cortos, hojas anchas, son exigentes en clima y suelo, ideal desde el punto de vista industrial y agronómico. Su número cromosómico es $2n = 80$, sin embargo se ha observado variaciones cromosómicas que oscilan entre $2n = 100-140$.

Las cañas cultivadas comercialmente hoy en día, son identificadas como *S. officinarum*, a pesar de ser híbridos entre *S. officinarum* y

otras especies de *Saccharum*. El concepto moderno de *S. officinarum* data de la revisión realizada por Jesweit (1925) en base a la descripción hecha por Hackel sobre el género *Saccharum*. La clasificación de Jesweit (1928) de *Saccharum* esta basada en las características florales tradicionales, y en las diferencias morfológicas de *S. officinarum* que se refiere a las "cañas originales gruesas nativas tropicales" (Roach et. al., 1987).

Bremer (1921) menciona que durante la década de 1920, los fitomejoradores holandeses en Java agregaron otro término, "cañas nobles". Ellos utilizaron el término "nobilizar" para describir el proceso de hibridación entre la caña silvestre *S. spontaneum* y *S. officinarum* (noble) y una serie de retrocruces con el progenitor noble.

Mukherjee (1954) en su revisión de *S. Officinarum* dice que: "entre las cañas de azúcar, las de tipo más grueso, con alto contenido de azúcar y bajo contenido de fibra, son conocidas como "cañas nobles". Mukherjee (1954), a diferencia de Artschwager y Brandes (1958), reconoce al grupo de nobles como un subgrupo definitivo de *S. officinarum*. Daniels y Roach (1987) concuerdan con el término "noble" para las cañas gruesas, *S.officinarum* con alto contenido de

azúcar, número de cromosomas $2n=80$, usadas en la nobilización de cañas silvestres (Daniels y Roach, 1987).

Las cañas nobles fueron usadas para establecer la mayoría de las industrias azucareras del mundo pero eventualmente sucumbieron a serias enfermedades poniendo en peligro la viabilidad de la industria. Un cruce natural fortuito entre *S. officinarum* y *S. spontaneum* en Indonesia produjo una variedad híbrida que resultó vigorosa y resistente a la enfermedad local conocida como sereh, de la cual no se ha reportado el agente causal. Este evento de azar se constituyó en la base de los programas de fitomejoramiento y las variedades comerciales de hoy, como se mencionó anteriormente, son híbridos complejos producto de dos o más especies de *Saccharum*. En consecuencia, las variedades modernas son más vigorosas, de mayor producción y más resistentes a enfermedades y plagas que las antiguas cañas nobles. Las variedades comerciales tienen contenidos de fibra más altos y contenidos de azúcar mas bajos que las cañas nobles pero su mayor vigor provee una producción de azúcar mayor. Sin embargo, obtener el contenido de azúcar propio de las cañas nobles en las variedades comerciales continua siendo la meta para la mayoría de programas de fitomejoramiento (Bull, 2000).

Un buen conocimiento de la morfología de la planta permite diferenciar y reconocer las especies o variedades existentes (Amaya et. al., 1995). El fitomejorador debe tener un conocimiento detallado de la morfología y la anatomía del cultivo, incluyendo la información relacionada con el rango de variación que se puede dar en la expresión de caracteres y el grado de influencia que los factores genéticos o ambientales tienen sobre los caracteres expresados. Por esto, el conocimiento en morfología y anatomía es la base para: (1) identificar o caracterizar cultivares o especies relacionadas; (2) descubrir probables relaciones filogenéticas entre plantas relacionadas; (3) caracterizar fenotípicamente para trabajos de variación genética; y (4) desarrollar criterios de selección como parámetros asociados con caracteres deseados como alto rendimiento o resistencia a plagas y condiciones de estrés (Moore, 1987).

La caña de azúcar tiene un sistema radicular que constituye el anclaje de la planta y el medio para absorber agua y nutrientes; existen dos tipos de raíces: las raíces primarias, que se originan a partir del meristema intercalar de la estaca original que se siembra, son delgadas, muy ramificadas y de duración efímera, su período de vida llega hasta que aparecen las raíces en los nuevos brotes o

macollos. Las raíces permanentes que brotan cuando se desarrollan los tallos nuevos son numerosas, gruesas, de rápido crecimiento y su proliferación aumenta con el desarrollo de la planta, están directamente conectadas con el sistema vascular del brote y proveen anclaje a la planta. La cantidad, la longitud y la edad de las raíces permanentes dependen de las variedades; sin embargo, existen factores ambientales como el tipo de suelo y la humedad que influyen en estas características. En general se observa una mayor cantidad de raíces que va del 80 % al 92 % en los primeros 40 cm de profundidad (Amaya et. al, 1995).

El tallo es el órgano mas importante desde el punto de vista económico, pues este contiene la sacarosa que se acumula hasta la madurez, ya que del tallo se extrae el jugo para procesar el azúcar. La caña de azúcar forma cepas constituidas por la aglomeración de tallos que se originan inicialmente de las yemas de la semilla vegetativa y posteriormente de las yemas de los nuevos brotes subterráneos. El número, grosor, color y el hábito de crecimiento, dependen mas que todo de las variedades. El tamaño o longitud de los tallos depende en gran parte de las condiciones de crecimiento que se le facilitan a una variedad. El tallo de una cepa se denomina primario cuando se origina de una yema de la

semilla vegetativa original. Secundario al que se origina de una yema del tallo primario, terciario si se origina de una yema del tallo secundario y así sucesivamente (Silva, 2003).

Los tallos de la caña de azúcar están formados por nudos, que se encuentran separados por entrenudos en los que se desarrollan las yemas y las hojas. El nudo es la porción dura y más fibrosa del tallo de la caña que separa dos entrenudos vecinos. El nudo está formado por el meristema intercalar, la banda de raíces, la cicatriz foliar, el nudo propiamente dicho, la yema y el anillo ceroso (Bull, 2000).

El anillo de crecimiento es la zona en donde se origina el crecimiento del entrenudo y posee una coloración diferente; por lo general más clara que la del entrenudo. La banda de raíces es una zona pequeña inmediatamente arriba del nudo y en el cual se originan las primeras raíces de la semilla vegetativa o raíces primordiales. La cicatriz foliar o de la vaina rodea al nudo después que la hoja se cae. La yema es la parte más importante de la semilla porque de ella se originan los nuevos tallos. Cada uno presenta una yema en forma alternada protegida por una vaina foliar o yagua. La forma de la yema y su pubescencia son

diferentes en las variedades y ambos caracteres se usan para la identificación de estas. (Amaya et. al., 1995)

La hoja es un órgano especializado cuya principal función es la de llevar a cabo la fotosíntesis, además las hojas cumplen un papel importante en el proceso de respiración celular, en la transpiración y en el intercambio gaseoso. La lámina foliar de la caña de azúcar es ligeramente asimétrica. La disposición de la hoja en la planta difiere con las variedades, siendo las más comunes la pendulosa y la erecta. La forma y el color de la lígula, así como la forma de la aurícula, son características importantes en la diferenciación de las variedades de la caña de azúcar. El tamaño y el número de hojas incrementa desde la germinación habiendo alrededor de 10 por tallo en la etapa de madurez. El ancho de las hojas está fuertemente correlacionado con diámetro del tallo y varía de 20 a 60 mm en variedades comerciales. El largo de las hojas depende de la variedad y las condiciones de crecimiento pero usualmente esta entre 0.9 m a 2.0 m en hojas maduras (Bull, 2000).

La inflorescencia aparece durante la fase reproductiva de la caña de azúcar, que es una continuación de la fase vegetativa, la floración ocurre cuando las condiciones ambientales de fotoperíodo,

temperatura, disponibilidad de agua y nivel de nutrimentos en el suelo son favorables (Moore, 1987). La inflorescencia de la caña de azúcar es una panícula sedosa en forma de espiga, constituida por un eje principal con articulaciones en las cuales se insertan la espiguillas, estas contienen una flor hermafrodita con tres anteras y un ovario con dos estigmas, en cada ovario hay un óvulo. Este luego de la fertilización, da origen al fruto del tipo cariósipide (Subirós, 1995).

Moore (1987) manifiesta que el funcionamiento de las espiguillas de la flor, es un criterio utilizado para la clasificación de especies. Uno de los pares de espiguillas es sésil y está fijado más cerca del eje, el otro par está sostenido por un corto pedúnculo; una de las espiguillas, siempre la misma dentro del grupo a que pertenece, madura precozmente respecto de su compañera.

La caña de azúcar es una planta única, capaz de acumular cantidades apreciables de azúcar (sacarosa) en su tallo. Este es el resultado de una serie de procesos fisiológicos complejos relacionados con el crecimiento del cultivo y la acumulación de azúcar. Varios procesos fisiológicos y el crecimiento de plantas recaen en el proceso de fotosíntesis (Bull, 2000).

La fotosíntesis es un proceso fundamental que determina la productividad del 90 % o mas de la biomasa seca. En el caso de la caña de azúcar, llega al 100 % de los productos útiles tales como la sacarosa y el bagazo (Amaya et. al., 1995). Esta planta que pertenece al grupo de las C-4, se caracteriza por una alta tasa fotosintética en las hojas que da como resultado una alta producción de biomasa por hectárea y por año. La tasa fotosintética neta aumenta con la intensidad de la luz. En zonas tropicales, cuando la radiación solar es alta, generalmente en horas del medio día, los rayos del sol inciden en forma vertical, lo cual favorece una menor intensidad de iluminación en plantas con hojas erectas, en comparación con plantas con hojas menos erectas (Silva, 2003). Las hojas de la planta son la fábrica de la producción de azúcar. Las hojas contienen células con clorofila que catalizan reacciones fotosintéticas donde la energía de la luz es utilizada para combinar agua y dióxido de carbono y formar carbohidratos (azúcares) (Bull, 2000).

Amaya et. al. (1995), señalan que la tasa de fotosíntesis de la caña presenta una alta variabilidad, con valores hasta de 63 $\mu\text{moles de CO}_2/\text{m}^2/\text{seg}$. Irvine (1967), encontró, en diferentes variedades de caña tasas entre 22 y 55 $\mu\text{moles de CO}_2/\text{m}^2/\text{seg}$, mientras que en

CENICAÑA se han obtenido hasta 50 $\mu\text{moles de CO}_2/\text{m}^2/\text{seg}$.

La caña de azúcar es una planta que se propaga de forma vegetativa. Se siembran esquejes de caña en suelo húmedo para establecer un cultivo, este esqueje contiene el agua y el alimento necesario para el proceso de germinación. Durante las fases iniciales de la germinación se producen las raíces primordiales, estas raíces son temporales y no están directamente conectadas al brote primario pero son importantes para mantener la humedad del esqueje. Una vez que el brote emerge y empieza a producir hojas capaces de fotosintetizar y producir los azúcares necesarios para su crecimiento y desarrollo, este se vuelve independiente del esqueje (Bull, 2000).

Una vez que el brote germina, crece rápidamente, produce hojas y desarrolla una serie de entrenudos cortos bajo el suelo a medida que el tallo se alarga. Cada nudo tiene una yema y unas raíces primordiales y estas son la base del macollamiento y el crecimiento, luego empiezan a formarse las raíces permanentes que serán las que darán anclaje y formarán parte del sistema vascular de la planta, estas son las que absorberán agua y nutrientes de la solución del suelo (Bull, 2000).

Durante la fase de crecimiento inicial, es importante un crecimiento rápido y sostenido de la planta ya que es bueno alcanzar el máximo volumen de tallos para el posterior almacenamiento de azúcar o maduración. Durante este período, la planta empieza a producir macollos y la lámina foliar se expande para captar la luz disponible. Varios de los macollos más jóvenes se pierden posteriormente cuando el follaje se cierra y se pierde el acceso a la luz. Al final de esta fase de crecimiento, el cultivo está casi completamente desarrollado en términos de producción de caña, pero el nivel de azúcar aún sigue bajo (Bull, 2000).

La maduración es un proceso continuo y reversible. Durante el crecimiento del tallo, cada entrenudo funciona como una unidad independiente inducido por la actividad del meristema secundario intercalar. Mientras tiene una hoja adherida, el entrenudo completa el alargamiento celular, el engrosamiento de la pared celular y tiende a llenar su volumen de almacenamiento con azúcares. En esta fase, los entrenudos generalmente han completado su ciclo en el momento en que la hoja adherida muere. Los entrenudos más bajos están esencialmente maduros mientras que en la parte superior del tallo están aún creciendo. Sin embargo, el azúcar almacenado está aun disponible para translocarse y apoyar en el

crecimiento o macollamiento si las condiciones no son favorables para la fotosíntesis. En la maduración, más entrenudos alcanzan la misma condición y se puede observar un aumento progresivo en el contenido de azúcar. Generalmente la fase de maduración corresponde a la época seca y de menor temperatura del año. El crecimiento de los tallos es sensible a estas condiciones (Silva, 2003).

La floración en la caña de azúcar tiende a ser un proceso no muy importante en la producción comercial de caña. La ocurrencia de la floración bajo condiciones de cultivo es usualmente variable y está fuertemente influenciada por la variedad. La iniciación de la floración produce un cambio en el meristemo apical del tallo, transformándose de crecimiento vegetativo a producción de flor. Este cambio hace que el potencial para mantener un aumento en la producción de azúcar sea limitado. Sin embargo, la floración tiene alta importancia para la producción continua de variedades mejoradas.

1.3 Requerimientos Edáficos y Ambientales del Cultivo de Caña de Azúcar

La caña de azúcar se cultiva en diversos climas y en más de 100 países. A pesar de ser una planta tropical, se siembra también en zonas subtropicales. Su distribución se encuentra entre los 38° latitud norte y los 32° latitud sur. Los tipos de suelo también varían considerablemente entre los países e inclusive, internamente en cada uno de ellos (Subirós, 1995).

Para que la caña de azúcar complete satisfactoriamente las distintas fases de desarrollo, debe contar con condiciones climáticas favorables. La temperatura óptima para la germinación de las yemas y el desarrollo del cultivo está entre los 27 y 33°C. Las temperaturas inferiores a 21°C retardan el crecimiento de los tallos y aumentan el contenido de sacarosa. Se considera que durante la fase de maduración, las variaciones entre la temperatura máxima del día y mínima de la noche, favorecen considerablemente la maduración (Fauconnier, 1975).

En promedio la caña de azúcar necesita entre 1200 a 1500 mm anuales de precipitación distribuidos de la mejor manera posible

durante el período vegetativo, en el período previo a la cosecha lo ideal es que haya una disminución de la humedad tal que se reduzca el crecimiento y se favorezca la formación y concentración de sólidos, en las plantaciones que se riegan, esta labor debe suspenderse alrededor de 6 a 8 semanas antes de la cosecha (Subirós, 1995).

La radiación solar es la principal fuente de energía de las plantas. Estas utilizan determinadas longitudes de onda (entre 400 y 700 nm, que corresponden al ámbito de radiación fotosintéticamente activa); de esta manera se lleva a cabo el proceso de fotosíntesis y otras reacciones metabólicas. Cuanto mayor radiación exista, mayor será la eficiencia fotosintética, aspecto muy relacionado con la producción y acumulación de carbohidratos. Por lo tanto, durante todo el ciclo la planta debe disponer de buena luminosidad (Subirós, 1995).

El cultivo de la caña de azúcar puede desarrollarse en diversos tipos de suelo, pero los más recomendados son los de textura franco arcillosa, franco arenosa o limosa, con buena capacidad para retener agua, pero a la vez de buen drenaje. Es preferible suelos fértiles con buenas características físicas. La falta de minerales se

puede solucionar adicionando fertilizantes, por ende son mas serias la limitaciones físicas que las nutricionales (Subirós, 1995).

Las variedades de caña de azúcar se adaptan a diferentes tipos de suelo, existen variedades que se desarrollan bien en cierto tipo de suelo pero no alcanzan niveles aceptables en suelos diferentes. Las estadísticas del Ingenio San Carlos demuestran que existe una relación entre la productividad de las diferentes variedades y el tipo de suelo.

El nivel freático debe estar ubicado preferiblemente en profundidades mayores a 75 cm y el nivel del pH debe oscilar entre 5,5 y 8,0. Para facilitar las prácticas de cultivo, deben evitarse aquellos suelos que contienen piedras, troncos o algún otro tipo de obstáculo.

CAPÍTULO 2

2. MEJORAMIENTO GENÉTICO EN CAÑA DE AZÚCAR

2.1 Situación Varietal del Área Cañera Ecuatoriana

En el Ecuador existen sembradas aproximadamente 75.000 ha de caña de azúcar, de estas, cerca del 80% son de la variedad de origen australiano Ragnar. Esta variedad se introdujo al Ecuador a principios de la década del sesenta, y a partir de 1966-69 se inicia la multiplicación especialmente en los ingenios San Carlos y Valdéz. Es así como en 1966 se siembran 56 ha, las cuales se incrementan rápidamente y en 1972 Ragnar fue sembrada en 3.797 ha, es decir 34,85% del área cultivada en San Carlos (Ingenio San Carlos, resúmenes de censos de variedades, documentos no publicados). En 1977, alcanza el 67,66% del área cultivada (8.728 ha) y en 1982 cubrió el 63,57 % (7.999 ha). Durante el período 1997 al 2000, la variedad Ragnar fue sembrada en el 80 % del total sembrado entre ingenios y proveedores de caña (Castillo, 2003). Ragnar ha mostrado buenas características agronómicas y buena adaptación a

la mayoría de zonas de la costa ecuatoriana; sin embargo, representa un grave riesgo para la industria azucarera ecuatoriana, por el peligro latente de ataque de enfermedades como el Raquitismo (*Clavibacter xili*) y la Escaldadura (*Xantomonas albinileans*). Este peligro se presentó en las Islas Fiji donde el mal de Fiji, terminó con la caña de azúcar en 1990. Situación similar se presentó en Papua Nueva Guinea donde el Raquitismo del Ramú destruyó el 50 % de la caña de azúcar en 1987 (Castillo, 2001). Por otro lado, la variedad Ragnar es una variedad que presenta rendimientos de azúcar muy bajos a inicios de zafra, altos a mediados de zafra, y al final decrecen nuevamente (Castillo, 2003).

Al no existir una recombinación de genes se pierde la posibilidad de que se expresen nuevos caracteres deseados, manteniéndose la misma constitución genética a través de los años, mientras los microorganismos se adaptan (cambian genéticamente) para parasitar la caña de azúcar. Los programas de fitomejoramiento buscan a través de cruzamientos ampliar la variabilidad genética que permita que se expresen caracteres deseados, esto se logra haciendo cruces específicos con los mejores padres seleccionados hasta conseguir la combinación de genes que mejor expresión muestre y que se adapte a las condiciones ambientales donde va a

ser establecida (Castillo y Silva, 2001).

Por las consideraciones anteriores, la variabilidad genética es clave para la producción sostenida de caña. Diferentes variedades se adaptarán a las diferentes condiciones ambientales. Además las plantaciones de caña de azúcar no se afectarán si se presenta un problema en una variedad. Las recomendaciones basadas en experiencias en otros países, sugieren que ninguna variedad debe pasar del 30 % del área de la unidad agrícola, además una unidad debe contar con 6 a 8 variedades y una zona de producción debe tener al menos 12 variedades sembradas (Abrantes y Leal, 1997).

A pesar de la importancia que tiene el cultivo de caña de azúcar en el Ecuador, no se han desarrollado trabajos de investigación en mejoramiento genético para producir nuevas variedades adaptadas a las condiciones locales del país. La costumbre ha sido introducir materiales importados en las plantaciones locales, la mayoría de las variedades foráneas introducidas han durado poco tiempo como materiales comerciales en el país, la principal razón es la baja tolerancia de estas variedades a enfermedades. Por estas consideraciones, en el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE) se ha establecido un programa de

mejoramiento de caña de azúcar para el desarrollo y formación de variedades mejoradas producidas por cruzamientos y seleccionadas bajo las condiciones ambientales del Ecuador (CINCAE, 1999).

2.2. Importancia del Mejoramiento Genético en la Industria

Azucarera Ecuatoriana

El mejoramiento de los cultivos comenzó hace aproximadamente 12.000 años, cuando los grupos humanos comenzaron a seleccionar cultivos parecidos a los usados hoy en día. Ellos domesticaron especies silvestres haciendo selección de plantas. De hecho la agricultura basada en este tipo de plantas mejoradas, contribuyó significativamente al desarrollo de la civilización y el incremento poblacional (Cox. et. al., 2000).

Stevenson en 1965, señala que el fitomejoramiento de caña de azúcar a través del mejoramiento genético ha sido un proceso continuo desde 1888 una vez que se conoció que la caña de azúcar producía semilla viable, observación realizada en el año de 1858. Los estragos causados por la enfermedad local conocida como Sereh en Java motivaron a un grupo de fitomejoradores holandeses a buscar medidas efectivas de control, esta situación crítica los

condujo a programas de fitomejoramiento y selección que son los precursores de los programas de mejoramiento de caña de azúcar más exitosos de hoy en día. La mayoría de las áreas productoras de azúcar tienen programas de fitomejoramiento para desarrollar y mejorar variedades adaptadas localmente (Heinz, 1987).

Heinz (1987), señala que se han realizado contribuciones significativas a las industrias azucareras del mundo en los rendimientos de caña y azúcar, resistencia a plagas y enfermedades, tolerancia al estrés y otras características a través del fitomejoramiento. La caña de azúcar ha sido adaptada a un amplio rango de ambientes y prácticas culturales, y se han obtenido altos rendimientos a través del mejoramiento genético del cultivo.

Cualquier programa de mejoramiento de un cultivo de importancia económica tiene como objetivo la liberación de variedades más productivas y resistentes a las principales plagas y enfermedades que lo afectan. Las variedades de caña de azúcar están sujetas al deterioro que obliga a su renovación y reemplazo irreversible por nuevos cultivares de mejor adaptabilidad a diferentes condiciones edafoclimáticas y con requisitos agroindustriales y fitosanitarios superiores a los existentes. Para lograr estos objetos, es necesario

mantener un programa de mejoramiento que garantice la continuidad de la producción azucarera (Bernal et. al., 1997).

Las experiencias en otros países muestran que el aumento y/o disminución de los rendimientos en las áreas cañeras se encuentra estrechamente relacionado con el éxito o el fracaso de las variedades predominantes (Matsuoka, 1991 en Bernal et. al., 1997). Duvick en 1986, citado por Cassalett (1995) considera que más del 50 % del aumento de la producción actual de la caña de azúcar se debe a la introducción de cultivares mejorados.

Un programa de fitomejoramiento trabaja sobre dos aspectos básicos: la creación de variabilidad genética (usualmente a través de cruzamientos) y la discriminación entre esta variabilidad (selección). La inclusión de nuevo germoplasma a través de la introducción de variedades es también un componente crítico. Los dos elementos principales del éxito sostenido en mejoramiento de plantas son la liberación de nuevas variedades mejoradas y la mejora continua de la población disponible para hacer mejoramiento (progenitores). La liberación de nuevas variedades ocurre cuando existe un programa efectivo de mejoramiento y selección. La mejora de la población (progenitores) se consigue a través del rápido



reciclaje de los clones elite del programa de selección, introducción de nuevos clones (foráneos y de otros programas de selección), y desechando los padre no productivos. Por esto, la población disponible para hacer mejoramiento debe ser altamente dinámica (Cox et. al., 2002).

Berding y Skinner (1987), sugieren que el fitomejoramiento tradicional puede ser definido como un proceso de evolución acelerada basado en tres funciones discretas pero interdependientes:

1. La creación y la evaluación del germoplasma parental;
2. Hibridación;
3. Selección.

La creación y evaluación del germoplasma parental es el comienzo de un programa de mejoramiento. Se inicia con la colección de variedades que se encuentran en el área donde se va a hacer la selección, que probablemente están adaptadas a las condiciones locales. La introducción y el uso de material de zonas diferentes o de otros países es clave para ampliar la base genética, estas variedades introducidas pueden estar adaptadas a las condiciones

locales pudiendo cumplir con los requisitos que se desea obtener en una variedad comercial además pueden poseer características que no poseen ni las variedades que se desean reemplazar ni el germoplasma parental local. Estos materiales deben pasar por una cuarentena donde se les realiza evaluaciones de enfermedades para evitar introducir patógenos extraños a las plantaciones de caña de azúcar locales.

La producción del fruto por la vía sexual es la base del proceso de obtención de variedades en caña de azúcar. Este carioside es obtenido a partir del proceso de hibridación (cruzamientos). La hibridación o polinización es el proceso mediante el cual es posible transferir en una variedad una característica deseable que no posee y que está presente en otra variedad. Es a su vez una forma de crear variabilidad genética para efectuar la selección (Amaya, 1987). Para desarrollar un buen proceso de hibridación es necesario que las plantas presenten floración, esto se encuentra influenciado por la variedad y por las condiciones climáticas del lugar donde estas se desarrollan. En ciertos casos la floración debe ser inducida artificialmente, en lugares donde si se dan las condiciones para la floración, los cruzamientos pueden hacerse en el campo al aire libre.

Existen tres formas principales de hibridación: controlada, abierta y autopolinización. En caña de azúcar las más utilizadas son las dos primeras. Los cruzamientos controlados se efectúan con progenitores previamente definidos. Dada la segregación que existe en caña de azúcar para la mayoría de características de importancia agronómica, hay mayor posibilidad de éxito en la selección cuando los progenitores han sido previamente identificados y se utilizan cruces controlados (Amaya, 1987).

La polinización abierta ocurre cuando se conoce solamente la madre y el polen proviene de diferentes padres. Por medio de esta es posible producir una mayor cantidad de semilla sexual. En este grupo se ubican los denominados policruzamientos, los cuales permiten incrementar la frecuencia para un carácter en las progenies resultantes. La autopolinización ocurre cuando polen fertiliza el óvulo de la misma planta o variedad. Las progenies obtenidas a partir de policruzamientos por lo general carecen de vigor, sin embargo, esta forma de hibridación ha sido utilizada para producir progenies resistentes a enfermedades (Amaya, 1987).

Las ventajas de realizar cruzamientos, comparado con la simple introducción de material seleccionado de otros lugares, consiste en

que los cruzamientos van dirigidos a la selección de determinadas características de acuerdo con las condiciones agroecológicas de una zona, las cuales difieren de un país a otro. En esta etapa se obtiene un gran número de semillas (sexuales), que luego pasan por varias etapas de selección. La semilla sexual es aquella que se obtiene al ocurrir el cruzamiento entre las estructuras masculinas y femeninas, cuyo resultado es la formación del embrión, que se encuentra en la semilla y el fruto fusionado formando un cariósipide (Subirós, 1995).

Los estudios sobre la cantidad de plántulas necesarias para representar un cruzamiento son escasos. Algunos investigadores sugieren 40 plántulas y otros 200. La mayoría de los investigadores acumula, a través de los años, un número de plántulas que varía entre 2000 y 2500 por cruzamiento. En CENICAÑA se considera que 2500 plántulas acumuladas en diferentes períodos, son suficientes para el análisis genético completo de un cruzamiento, debido a la condición poliploide de la caña de azúcar y a que su número de cromosomas varía, en promedio, entre 80 y 120 (Amaya, 1986).

Por el tipo de cultivo y la necesidad de evaluar el comportamiento de las futuras variedades en diferentes ambientes, la selección

demanda un tiempo relativamente largo (alrededor de 10 años) y los resultados dependen del buen planeamiento que se haya hecho con anterioridad, cuando se escogen los progenitores idóneos.

Una vez evaluados los materiales se seleccionan las variedades con características deseables que superen, o al menos sean comparables, con las que se utilizan comercialmente. Este método permite enriquecer el banco de germoplasma mediante la selección de variedades propias y aumenta la disponibilidad de generar deseables en determinadas características (Subirós, 1995).

Los programas de mejoramiento genético en caña de azúcar de diferentes países varían en ciertas técnicas y metodologías utilizadas pero es posible hacer una descripción general de un programa de fitomejoramiento en caña de azúcar. Como se mencionó anteriormente, el programa comienza con la creación y evaluación del banco de germoplasma disponible para realizar los cruzamientos o hibridación, que constituyen el siguiente paso del proceso y luego de esto vienen los estados de selección, que es posiblemente donde más variación se puede encontrar entre los diferentes programas (Castillo y Silva, 2001).

El primer estado de selección consiste en la siembra de las semillas obtenidas a partir de los cruzamientos. En este estado se realizan evaluaciones fitopatológicas para descartar los materiales susceptibles a las enfermedades más comunes como roya y mosaico. Aquí se selecciona del 1 al 5 % del material para el siguiente estado.

En el estado II se siembran los materiales seleccionados del estado anterior en parcelas más grandes y con repeticiones. Se evaluará el comportamiento comparando a un testigo, que generalmente es la variedad comercial más sembrada en la zona. Generalmente esta evaluación se hace para caña planta y primera soca. Normalmente se selecciona el 10 % de los individuos.

En el estado III se siembran los materiales seleccionados del estado II. Las parcelas son de 2 a 4 surcos de 10 m. de largo dependiendo de la disponibilidad de semilla y del programa. De aquí se selecciona el 20 % de los individuos. El estado IV consiste en la siembra de los clones seleccionados en la fase anterior, a este estado se lo conoce también como Pruebas Regionales, la siembra de las parcelas se la realiza en los ingenios en diferentes ambientes de producción, estas tienen un área de 4 a 6 surcos de 10m de largo con tres a cinco repeticiones por réplica, se hacen mínimo dos a tres réplicas. Para la

evaluación se hacen las mismas evaluaciones que en el estado III, la plantilla se cosecha a los 13 meses y la soca a los doce. En cada cosecha se determina la incidencia de plagas y enfermedades, la producción de caña por hectárea, el rendimiento de azúcar, la tolerancia al acame, la floración y el porcentaje de fibra.

Los programas de mejoramiento pueden manejar diferentes estados de selección. Básicamente la idea del proceso de selección es comenzar con una población grande de clones e ir seleccionando en base a los caracteres evaluados. A medida que se pasa de un estado a otro, el tamaño de la población sobre la cual se selecciona va disminuyendo, el tamaño de las parcelas por clon va aumentando al igual que el porcentaje de clones seleccionados.

2.3 Programa de Fitomejoramiento del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE)

El programa de mejoramiento del CINCAE, conciente de la necesidad urgente de disponer de nuevas variedades de caña de azúcar, ha dividido sus actividades en dos áreas de investigación: la introducción de variedades de otros países y la obtención de progenies a través de cruzamientos dirigidos (Castillo, 2003).

La introducción de variedades de otros países consiste en importar variedades comerciales de diferentes partes del mundo, evitando introducir variedades susceptibles o de países que presentan ciertas enfermedades que no existen en el Ecuador. Esta introducción permitirá adicionar variedades a las existentes en el Ecuador para formar el banco de germoplasma o colección universal que es la base genética para establecer buenos progenitores que combinen genes con las mejores características expresadas en las nuevas variedades locales obtenidas a través de cruzamientos dirigidos (Castillo, 1999).

Este banco de germoplasma se ha formado con las variedades que los ingenios azucareros han importado de diferentes localidades del mundo. Con la formación del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar (CINCAE), se ha formado una sola colección de germoplasma, denominada la Colección Universal del Ecuador. Actualmente, se dispone de 443 cultivares, la colección continuará incrementándose debido a las nuevas variedades que se están desarrollando en el CINCAE y la introducción de nuevas variedades que se intercambian con otros centros, tales como COPERSUCAR de Brasil y BSES de Australia.

Las nuevas variedades que se importan, pasan por el proceso

cuarentenario, iniciándose la observación en la estación de cuarentena construida en Bulcay, Azuay. Si las variedades no presentan síntomas o presencia de enfermedades luego del diagnóstico, éstas pasan a cultivo de tejidos y a cuarentena abierta en Bulcay, para continuar con las observaciones y asegurarse que sean cultivares sanos los que pasen a formar parte de la Colección Universal del CINCAE (Castillo, 2003).

Esta colección está siendo caracterizada morfológica y agronómicamente, permitiendo establecer posibles padres para los cruzamientos dirigidos y posibles variedades comerciales. Estos progenitores serán usados sobre la base de la habilidad combinatoria general y específica para transmitir los caracteres deseables a las nuevas generaciones (Castillo, 2003).

Los cruzamientos dirigidos en caña de azúcar pueden resumirse en tres: biparentales, policruzamientos y autopolinización. De ellos los dos primeros son los mas usados, ya que la autopolinización si bien ha mostrado en alguna medida la segregación de progenies, no existe mayor recombinación genética y se tiende a la producción de variedades homocigóticas, con poca heterogeneidad (Castillo, 1999).

Una vez obtenida la semilla de los cruzamientos, esta debe ser tratada con cuidado, secada y almacenada en sobres de aluminio-polietileno, para almacenarla a temperaturas bajas hasta que se proceda a la siembra. La siembra se realiza en invernaderos de germinación con temperatura controlada y suficiente humedad al sustrato para una adecuada germinación. La semilla se coloca en un sustrato o suelo orgánico suelto, pasteurizado, para transplantarlas a los 25 días a gavetas donde permanecerán por un mes, para luego ser transplantadas al campo (Castillo, 1999).

Las plántulas entran en el proceso de selección que dependerá de la metodología a seguirse. Las principales metodologías de selección usadas en caña son la selección clonal (Cassalett y Rangel, 1995), o la selección por familias (Jackson, McRae y Hogarth, 1995). Algunos programas de mejoramiento como el de Canal Point, usan una combinación de los dos sistemas de selección.

Castillo (2003) manifiesta que cuando se realiza un sistema de selección familiar o clonal, las evaluaciones se realizan en diferentes estados de selección. El estado I constituye las plántulas obtenidas de semillas, las que se siembran en campo a distancias menores de las siembras comerciales, para que se exprese al máximo el carácter

de alto contenido de sacarosa principalmente (Casalet y Rangel, 1995). En este estado se siembran miles de planta, de las cuales se selecciona aproximadamente el 5%. Todas las plantas seleccionadas pasan al estado II, y se siembran con trozos de caña en parcelas de un surco de 5m de largo, y se evalúan hasta los 12 meses. La soca sirve para sembrar el estado III en el cual se siembran, al menos cuatro surcos con dos repeticiones, los mejores clones se seleccionan y pasan al estado IV, que luego de las evaluaciones pasan a pruebas regionales. Los clones seleccionados deben pasar por las diferentes etapas de selección para garantizar que las variedades muestren características sobresalientes a largo plazo. Este proceso como se puede observar demanda de varios años, hasta llegar a la entrega de una variedad mejorada. Por ello es importante que desde el estado IV se inicie la formación de semilleros básicos y semicomerciales para disponer de suficiente semilla cuando la variedad sea aceptada por los cultivadores.

El programa de variedades del CINCAE ha seleccionado diferentes clones, llegando a un grupo de ellos en estado IV. El presente trabajo consiste en evaluar las características agronómicas y de calidad de jugos de estos clones nacionales en proceso de selección varietal. Los clones evaluados en este trabajo pertenecen al Estado IV de

selección de la Serie 1998, es decir que los cruzamientos llevados a cabo para obtener estos clones fueron realizados en el año 1998.

Los objetivos del presente estudio son:

1. Evaluar el comportamiento agronómico de ocho clones nacionales del CINCAE, obtenidos por cruzamientos realizados en el año 1998, en el estado IV de selección en dos localidades.

2. Identificar clones promisorios para la entrega de variedades mejoradas.

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA Y EVALUACIÓN

3.1 Materiales y Métodos

El presente trabajo consistió en evaluar, en dos localidades, las características agronómicas de ocho clones nacionales de caña de azúcar que conforman el cuarto estado del proceso de selección clonal, esto significa que los clones pasaron por tres estados de selección previos antes de llegar a este estado. Los clones evaluados pertenecen a la serie 98, es decir que los cruzamientos se hicieron en el año 1998. Los cruzamientos se realizaron dentro del Programa de Mejoramiento de COPERSUCAR de Brasil en Camamú estado de Bahia.

A los clones seleccionados se les asigna un número varietal con un código, por ejemplo ECSP98-149, donde las dos primeras letras (EC) corresponden a Ecuador y a CINCAE; pueden colocarse otras letras que dependen del lugar de donde provienen las progenies, en este

caso, COPERSUCAR utiliza la siglas SP para sus clones y variedades. El número intermedio corresponde al año de siembra del Estado I, que da origen a la selección, para finalizar con el número consecutivo de clones seleccionados en ese año.

El experimento se instaló en dos localidades del Ingenio San Carlos durante la primera semana de Agosto del 2002. En cada localidad se sembraron 10 tratamientos con tres repeticiones, es decir un total de 30 parcelas. Cada parcela tuvo cuatro surcos de 10 metros de largo a 1.5 m de distancia. En cada surco se sembraron 30 esquejes con 3 yemas cada uno, es decir 9 yemas por metro lineal. El método de riego utilizado fue por gravedad por surcos, la frecuencia de riego se dió en función de las necesidades del lote comercial donde se ubicó el ensayo. El control químico de malezas se hizo con la siguiente fórmula: Ametrina (3.2 l/ha), Atrazina (3.2 l/ha), Pendimetalin (3.0 l/ha) y 2,4-D (1.5 l/ha), además se realizaron controles manuales de acuerdo a las necesidades del lote. La dosis de fertilización fue: 140 kg/ha de N, 207 kg/ha de P205 y 78 kg/ha de K20. La cosecha se realizó durante la última semana de Agosto del 2004, el corte de la caña se lo hizo manualmente sin quema previa.

Ubicación

El Ingenio San Carlos se encuentra situado en la provincia del Guayas en el cantón Gral. Marcelino Maridueña. Está ubicado a una latitud $2^{\circ} 16' S$, y una longitud de $79^{\circ} 25' O$, a 35 metros sobre el nivel del mar. El promedio anual de temperatura es de 25,18 grados centígrados, con una máxima de 34 y una mínima de 18 grados centígrados (año 2003). La precipitación promedio anual es de 1800 mm con una humedad relativa de 80 %. El promedio anual de luminosidad es de 710 horas luz.

El experimento se instaló en dos lotes con diferente tipo de suelo, la localidad 1 se ubicó en el cantero 030333 y la localidad 2 en el cantero 060333.

La localidad 1 presenta una textura de suelo franco-arenosa con $pH = 6.6$, contenido de fósforo (P) = 49 ppm, potasio (K) = 0.64 cmol/kg, calcio (Ca) = 11.6 cmol/kg, magnesio (Mg) = 3.9 cmol/kg y contenido de materia orgánica = 1.2 %. La localidad 2 tiene textura franco-arcillosa, $pH = 6.5$, contenido de fósforo (P) = 10 ppm, potasio (K) = 0.33 cmol/kg, calcio (Ca) = 23.3 cmol/kg, magnesio (Mg) = 14.2 cmol/kg y contenido de materia orgánica = 2.0 %.

Tratamientos

Los tratamientos constituyen los ocho clones en proceso de selección mas los dos testigos, cuya nomenclatura es la siguiente:

Tratamiento	Localidad 1	Localidad 2	Cruzamiento
1	ECSP98-419	ECSP98-419	ROC7 x ?
2	ECSP98-392	ECSP98-392	SP84-1501 X SP80-144
3	ECSP98-425	ECSP98-425	ROC7 x ?
4	ECSP98-149	ECSP98-149	SP81-306 x ?
5	ECSP98-169	ECSP98-169	SP81-6215 X SP80-1816
6	ECSP98-168	ECSP98-168	SP81-6215 X SP80-1816
7	ECSP98-127	-	SP83-5073 X RB83-5089
8	ECSP98-499	ECSP98-499	RB82-5336 X SP80-144
9	Ragnar	Ragnar	NCo210 X 33MQ4
10	PR67-1070	PR67-1070	H32-8560 X ?

?: Policruzamiento

Unidad Experimental

La unidad experimental es el clon en proceso de selección. Cada parcela se constituyó de cuatro surcos de 10 metros de largo a 1.5 metros de distancia entre surcos. Se evaluaron diez tratamientos con tres repeticiones cada uno, por lo tanto cada ensayo contó con treinta parcelas. Las evaluaciones se realizaron en la parcela neta, es decir

los dos surcos centrales. Cada parcela tuvo un área de 60 metros cuadrados (10x6m) y el área de la parcela neta fue de 30 metros cuadrados (10x3m). Cada ensayo tiene un área de aproximadamente 2.000 metros cuadrados, incluyendo los caminos entre la repeticiones y en los bordes. Se determinaron los coeficientes de correlación lineal entre la altura (m), población (tallos/m) y diámetro del tallo (cm) con la producción de caña (TCH) y entre la población (tallos/m), el diámetro del tallo (cm), volcamiento y deshoje con el rendimiento azucarero (Kg. A. TC.)

3.2 Variables Evaluadas

Germinación: Se contó el número de brotes por parcela a los 45 días después de la siembra.

Población: Se contó el número de tallos por parcela neta, a los 90, 180, 270 y 360 días.

Altura de planta: Medida en metros, desde la base del tallo hasta la última lígula visible. Se evaluaron diez tallos primarios de la parcela neta previamente marcados con una cinta de color a los 90, 180, 270 y 381 días después de la siembra.

Volcamiento: Se evaluó a los once meses de edad usando la escala convencional de 1 a 5 donde: 1 = erecta (hasta 5%), 2 = baja (6-20%),

3 = mediana (21-35%), 4 = abundante (36-50%) y 5 = volcada (50%).

Es deseable que los clones no sean susceptibles al volcamiento, es decir que permanezcan erectos.

Deshoje: Se evaluó a los diez meses, usando una escala convencional 1 a 5, donde 1 = deshoje total, 2 = deshoje alto y 3 = deshoje parcial, 4 = deshoje bajo, 5 = sin deshoje. Es beneficioso que la planta deshoje con facilidad con el fin de facilitar el corte de caña.

Diámetro del tallo: Tomado a la cosecha en centímetros, medido en la parte central de 10 tallos primarios de la parcela neta marcados para altura.

Peso de caña: Tomado de la parcela neta, medido en kg usando una *balanza convencional marcada en kg*.

Análisis de jugo: Se evaluó a la cosecha, midiendo el brix, pol y azúcares reductores para cada clon, con lo que se calculó el rendimiento en kg. de azúcar por tonelada de caña cosechada. Los análisis se realizaron en el laboratorio del CINCAE (Anexo A).

Evaluación participativa: Se realizó con la participación de técnicos con experiencia en el cultivo de caña de azúcar para que mediante discusiones en campo se identifiquen los clones promisorios y las características de cada uno para que ayuden a los fitomejoradores a tomar decisiones sobre las futuras variedades. Esta variable no se incluye en el diseño experimental; el análisis se realizó en base a

estadística no paramétrica. La recopilación de criterios técnicos se hizo usando una encuesta prediseñada (Anexo B), en la que se evaluaron ocho características (población, altura de planta, volcamiento, deshoje, pelusa, estimado de producción de caña y aspecto general), utilizando una escala de evaluación donde 1 = muy bueno, 2 = bueno, 3 = regular, 4 = malo y 5 = muy malo. Además se evaluó la importancia de cada característica utilizando una escala donde 1 = muy importante, 2 = medianamente importante y 3 = poco importante.

Presencia de plagas y enfermedades: Se reporta la presencia de plagas y enfermedades, describiendo el tipo de plaga o enfermedad, cuya evaluación la realizaron las secciones de Fitopatología y Entomología del CINCAE.

3.3 Diseño Experimental

El diseño empleado fue el de bloques completos al azar (DBA) con tres repeticiones. Se calculó el análisis de varianza por localidad y luego el combinando de las dos localidades de acuerdo al esquema de varianza descrito en los cuadros 1 y 2. La prueba de significación estadística utilizada fue la de Tukey al 5 % de probabilidad.

Esquema del análisis de varianza por localidad

Fuentes de Variación	Grados de Libertad		
Total	$rt-1$	=	29
Repeticiones	$r-1$	=	2
Tratamientos	$t-1$	=	9
Error experimental	$(r-1)(t-1)$	=	18

*: Para la Localidad 2 solamente se incluyen nueve tratamientos (t).

Esquema del análisis de varianza combinado

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
Total	$(l \times r \times t) = 54$
Repetición	$(l - 1) = 1$
Repetición/ Localidad	$l (r - 1) = 4$
Clones	$(t - 1) = 8$
Clones / Localidad	$(t - 1) (l - 1) = 8$
Error experimental	$l (r - 1) (t - 1) = 32$

estadística, a excepción del clon ECSP98-168 (27.7 b) que obtuvo el promedio más bajo, siendo superado estadísticamente por todos los demás tratamientos, los cuales no se diferenciaron estadísticamente entre ellos. Los resultados de ambas localidades indican que el clon ECSP98-168 tiene una baja germinación. Sin embargo, su buena apariencia fenotípica y su buen desempeño en algunas características evaluadas, hacen factible pensar en utilizar una mayor cantidad de semilla para compensar su baja germinación.

El clon ECSP98-499 mejoró considerablemente su germinación en la localidad 2 con respecto a la obtenida en la Localidad 1, esto indica posiblemente que la localidad influye sobre la germinación de este clon.

Los tratamientos mostraron diferencias significativas al 1 % de probabilidad en las dos localidades. Los coeficientes de variación fueron de 5.1 y 8.3 % para las localidades 1 y 2, respectivamente.

TABLA 1

**PROMEDIOS DE GERMINACIÓN (%) A LOS 45 DÍAS DESPUÉS DE LA
SIEMBRA Y PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN PARA OCHO CLONES DEL
ESTADO IV SERIE 98 Y DOS VARIEDADES TESTIGO SEMBRADAS EN
DOS LOCALIDADES EN EL INGENIO SAN CARLOS.
CICLO 2002 – 2003.**

Tratamiento	Germinación (%)	
	L 1 (1)	L 2 (2)
ECSP98-392	54.6 a	50.5 a
ECSP98-419	52.6 ab	52.8 a
PR67-1070	52.5 ab	51.0 a
ECSP98-149	51.0 abc	49.1 a
ECSP98-127	50.2 abc	-
ECSP98-425	47.3 bcd	51.6 a
ECSP98-169	44.0 cd	47.1 a
RAGNAR	44.0 cd	52.0 a
ECSP98-499	42.5 d	53.0 a
ECSP98-168	32.1 e	27.7 b
Promedio general	47.1	48.3
Significación para tratamientos en ADEVA	**	**
C. V. (%)	5.1	8.3

Los promedios de la misma localidad seguidos de la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

(**): significativo al 1 % de probabilidad.

(1): L1: Localidad 1 (Cantero 030233). (2) L2: Localidad 2 (Cantero 060233).

Altura de Planta (m)

En la Tabla 2 se presentan los promedios obtenidos para altura de planta (m) en las dos localidades. En la localidad 1, a los 381 días, los clones que mayor altura alcanzaron, y los únicos que superaron estadísticamente al testigo Ragnar (2.47), fueron los clones ECSP98-127 (3.73), ECSP98-149 (3.70) y ECSP98-169 (3.70), en esta localidad Ragnar ocupó el último lugar de la tabla.

Así mismo, en la localidad 2 el testigo Ragnar (3.17) también se ubicó en el último lugar de la tabla a los 381 días, siendo superada estadísticamente por siete tratamientos. La variedad Ragnar se ubicó en el último rango de significación en todas las evaluaciones de las dos localidades, lo que confirma que la baja altura es una característica de la variedad Ragnar.

A los 90 días después de la siembra, el clon ECSP98-425 superó a todos los demás tratamientos en ambas localidades lo que indica un rápido crecimiento inicial para este clon que en algunos casos llegó a duplicar la altura de otros tratamientos a los tres meses de edad. A los 180 días, en la localidad 1, el clon ECSP98-127 (2.03) fue el único que superó significativamente a Ragnar (1.30), mientras que en la

localidad 2 solo el clon ECSP98-149 (2.37) superó a Ragnar (1.77). A los 270 días en la localidad 1 el clon ECSP98-127 (3.2) obtuvo el mejor promedio superando estadísticamente a los clones ECSP98-419 (2.47), ECSP98-392 (2.47) y el testigo Ragnar (2.27); en la localidad 2 los clones ECSP98-168 (2.97), ECSP98-149 (3.3) y el testigo PR67-1070 (3.3) alcanzaron los mejores promedios y se diferenciaron estadísticamente de los clones ECSP98-419 (3.1), ECSP98-392 (3.1) y el testigo Ragnar (2.47). Estos resultados indican que, además de la variedad Ragnar, los clones ECSP98-419 y ECSP98-392 también presentan valores bajos para altura de planta en ambas localidades.

Los promedios generales muestran que a partir de los 180 días la altura de planta comienza a variar considerablemente debido al tipo de suelo. En general, la Localidad 2, de suelo francoarcilloso, presenta promedios de altura más altos, mientras que en la Localidad 1, de suelo francoarenoso, los clones alcanzaron una altura menor, esto indica que el suelo de la localidad 2 es más favorable para el crecimiento de la caña, principalmente debido al mayor contenido de materia orgánica y a la mejor capacidad del suelo para retener agua que hay en la localidad 2.

En las Figuras 1 y 2 se presentan las curvas de crecimiento (altura de planta) de los ocho clones y los testigos en las dos localidades, al comparar estos gráficos se puede observar la diferencia que existe en el crecimiento de los clones entre las dos localidades. En la localidad 1 existe un crecimiento lineal desde los 90 hasta los 270 días para todos los tratamientos, momento en el cual reducen su ritmo de crecimiento hasta la cosecha (381 días), la variedad Ragnar fue la que más bajó su intensidad de crecimiento a partir de dicha fecha. En la Localidad 2 se observó una tendencia similar a la de la localidad 1, pero la reducción del crecimiento a los 270 días no es tan marcada, por lo que se puede decir que en la localidad 2 los clones fueron cosechados cuando aun estaban creciendo rápido. El posible motivo de esta diferencia es que en el suelo de la localidad 1 se pierde humedad rápidamente y por lo tanto las plantas bajan su ritmo de crecimiento antes que en los suelos de la localidad 2.

En general se observa que los resultados de la evaluación de altura de planta de los clones en las dos localidades (1 y 2) son similares a los resultados obtenidos por el Programa de Variedades del CINCAE en el Estado III de selección en el cual se incluyeron estos ocho clones promisorios. Sin embargo, en este ensayo se observa que los clones crecen menos en la localidad 1.

**FIGURA 1. ALTURA DE PLANTA (m) A LOS 90, 180, 270 Y 381 DÍAS DE
OCHO CLONES DEL ESTADO IV SERIE 98 Y DOS TESTIGOS
EVALUADOS EN LA LOCALIDAD 1 (CANTERO 030233) EN EL INGENIO
SAN CARLOS. CICLO 2002 – 2003.**

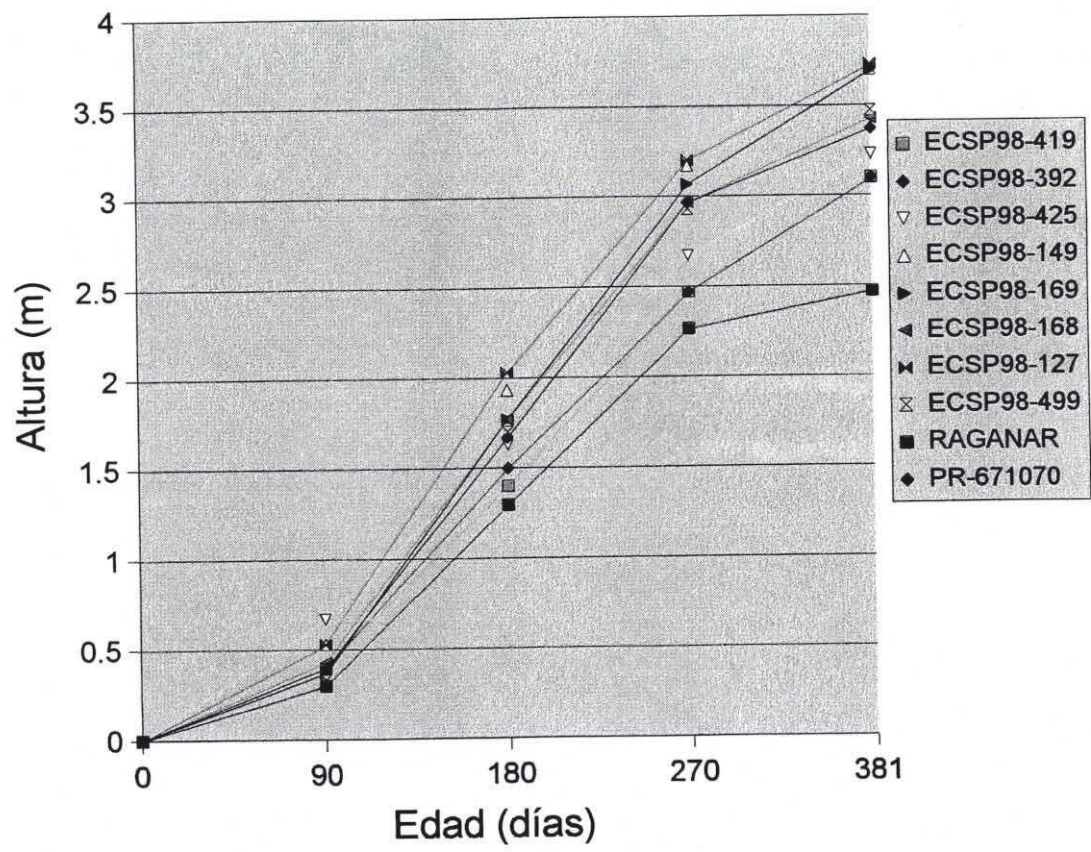
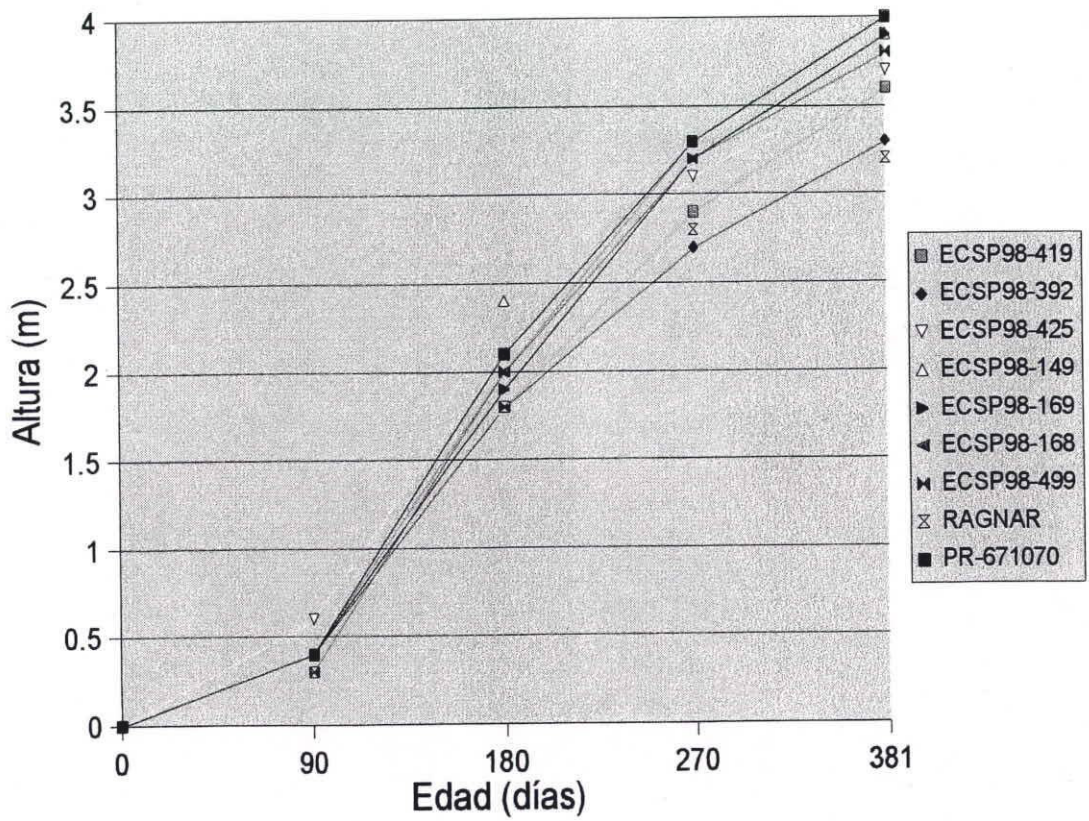


FIGURA 2. ALTURA DE PLANTAS (m) A LOS 90, 180, 270 Y 381 DÍAS DE SIETE CLONES DEL ESTADO IV SERIE 98 Y DOS TESTIGOS SEMBRADOS EN LA LOCALIDAD 2 (CANTERO 060233) EN EL INGENIO SAN CARLOS. CICLO 2002 – 2003.



Población (tallos/m)

En la Tabla 3 se presentan los promedios de población (tallos/m) con los rangos de significación obtenidos en las dos localidades. A los 381 días, en la localidad 1, el clon ECSP98-149 (10.7) alcanzó el promedio más alto, superando estadísticamente a los clones ECSP98-168 (6.6), ECSP98-425 (7.0), ECSP98-499 (7.5) y al testigo PR67-1070 (7.3); en la localidad 2 el clon ECSP98-499 (9.6) alcanzó el promedio más alto, superando al testigo PR67-1070 (6.4) y al clon ECSP98-168 (6.3), que al igual que en la localidad 1 se ubicó en último lugar.

El clon ECSP98-168 a pesar de su buena apariencia y buen comportamiento, no logró alcanzar una buena población debido al bajo porcentaje de germinación que presentó 45 días después de la siembra. Se observa un contraste en el comportamiento del clon ECSP98-499 entre las dos localidades, ya que siendo el clon que mejor promedio obtuvo en la localidad 2, se ubicó en el último rango en la localidad 1, los resultados indican que el comportamiento del clon está influenciado por la localidad.

El clon ECSP98-499 se ubicó en el primer rango de significación en

todas las evaluaciones en la localidad 2, así mismo el ECSP98-149 se ubicó primero en en todas las evaluaciones en la localidad 1, sin embargo compartieron el rango de significación con otros clones. Es importante señalar que una alta población es beneficioso por el cierre de surco temprano, que ayuda a controlar las malezas y así a reducir costos.

La variedad testigo Ragnar presenta un promedio ligeramente inferior al promedio general en la localidad 1, mientras que en la localidad 2 superó al promedio general, lo que indica una mejor adaptación de la Ragnar a la localidad 2. La variedad testigo PR67-1070 presenta promedios por debajo del promedio general en las dos localidades (7.3 y 6.4 tallos/m en las localidades 1 y 2 respectivamente), lo que confirma el bajo potencial que tiene la PR67-1070 para alcanzar niveles altos de población.

En la localidad 1, existieron diferencias estadísticas significativas al 1 % de probabilidad para tratamientos en tres épocas de evaluación. Sin embargo, a los 6 meses no se presentaron diferencias estadísticas significativas. En la localidad 2, se detectaron diferencias estadísticas significativas al 1 % de probabilidad a los tres meses para tratamientos, a los 180 días y a los 381 días existieron

diferencias estadísticas significativas al 5 % de probabilidad, a los 270 días no se observó diferencia estadística para tratamientos.

Los Gráficos 3 y 4 presentan curvas de población para cada clon en las dos localidades, observándose que en la localidad 1 la mayoría de clones alcanzó su máxima población tres meses después de la siembra, mientras que en la localidad 2 esto ocurrió a los seis meses después de la siembra.

Los promedios obtenidos en la localidad 2 son consistentes con los niveles de población que se obtienen en los cultivos comerciales, observándose un incremento en el número de tallos desde la siembra hasta los seis meses de edad y luego una reducción desde los seis meses hasta la cosecha (Silva 2003). Sin embargo, en la localidad 1 se presenta un ligero incremento en el número de tallos por metro a los 381 días.

FIGURA 3. POBLACIÓN (tallos/m) A LOS 90, 180, 270 Y 381 DÍAS, DE OCHO CLONES DEL ESTADO IV SERIE 98 Y DOS TESTIGOS EVALUADOS EN LA LOCALIDAD 1 (CANTERO 030233) EN EL INGENIO SAN CARLOS. CICLO 2002 - 2003.

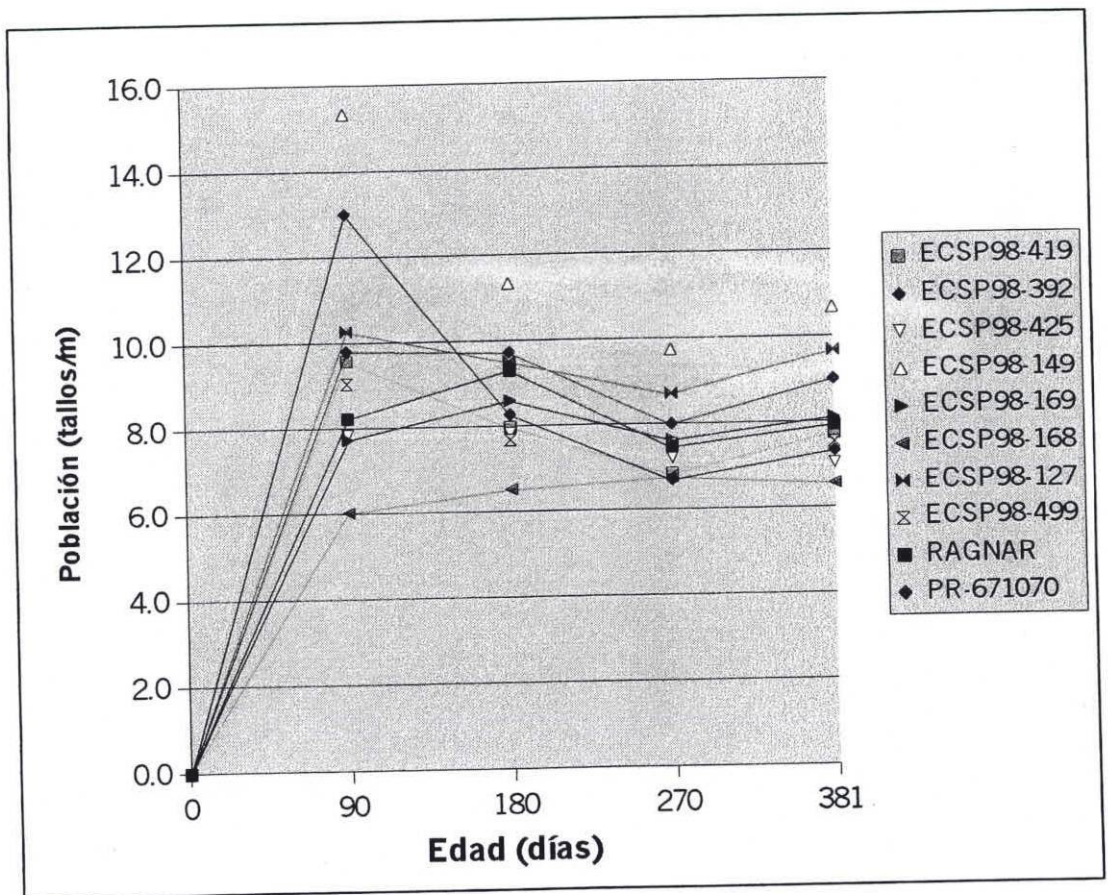
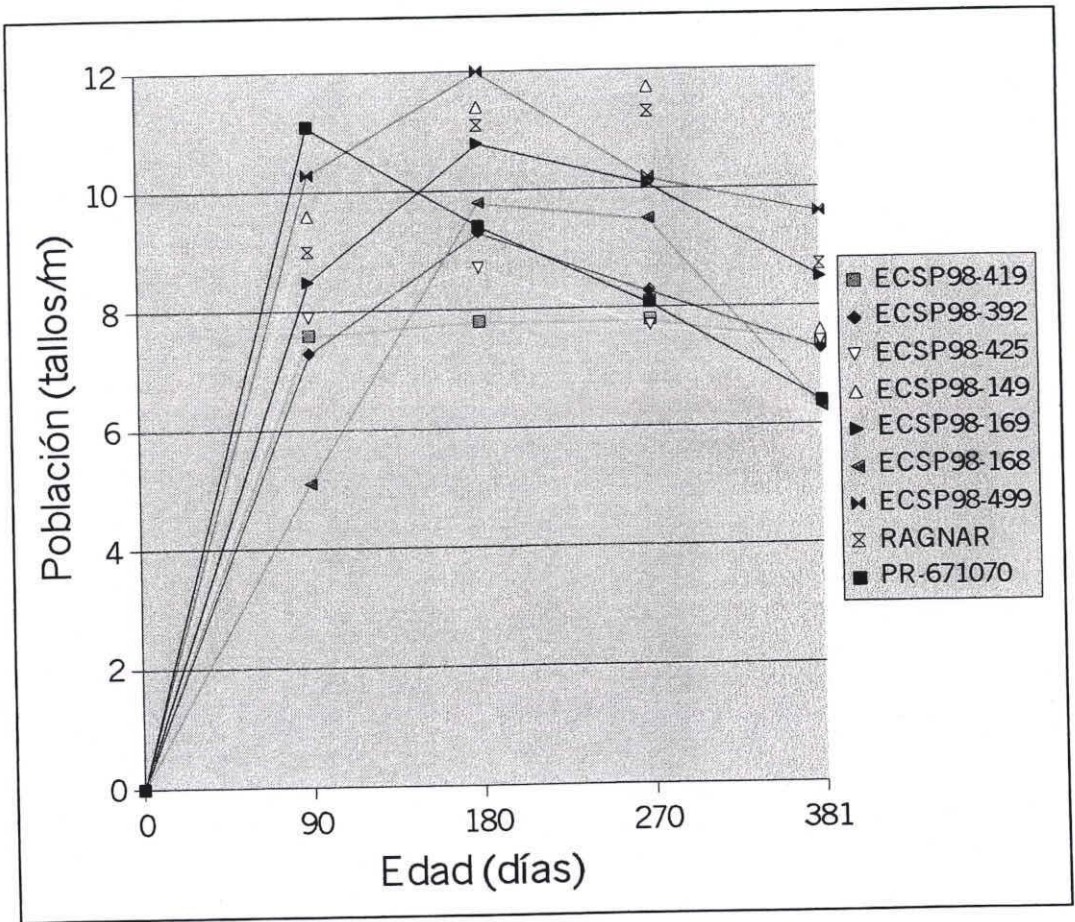


FIGURA 4. POBLACIÓN (tallos/m) A LOS 90, 180, 270 Y 381 DÍAS DE SIETE CLONES DEL ESTADO IV SERIE 98 Y DOS TESTIGOS EVALUADOS EN LA LOCALIDAD 2 (CANTERO 060233) EN EL INGENIO SAN CARLOS. CICLO 2002 – 2003.



Diámetro del Tallo (cm)

Los promedios para diámetro del tallo a la cosecha (cm) y los rangos de significación se presentan en la Tabla 4. Se observan cuatro rangos de significación en la localidad 1, la variedad testigo Ragnar obtuvo el promedio más alto (3.1 a), seguida del clon ECSP98-425 (3.0 ab), la variedad testigo PR67-1070 (3.0 ab) y los clones ECSP98-419 (2.7 bc) y ECSP98-168 (2.7 bc), estos cinco clones se diferenciaron estadísticamente del clon ECSP98-127 (2.2 d) que obtuvo el promedio más bajo.

En la localidad 2, la variedad testigo PR67-1070 presentó el promedio más alto (3.0 a) seguida de Ragnar (2.9 ab), ECSP98-419 (2.9 ab), ECSP98-425 (2.8 ab) y ECSP98-168 (2.8 ab), estos cinco tratamientos superaron estadísticamente a los clones ECSP98-392 (2.4 c) y ECSP98-149 (2.4 c) que fueron los dos únicos tratamientos que se ubicaron en el tercer rango de significación en la localidad 2.

Se presentaron diferencias estadísticas significativas al 1 % entre tratamietos en ambas localidades.

TABLA 4

PROMEDIOS PARA DIÁMETRO DEL TALLO A LA COSECHA (cm) Y PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE OCHO CLONES DEL ESTADO IV SERIE 98 Y DOS VARIEDADES TESTIGO SEMBRADAS EN DOS LOCALIDADES EN EL INGENIO SAN CARLOS. CICLO 2002 – 2003.

Tratamiento	Diámetro del tallo a la cosecha (cm)	
	L 1 (1)	L 2 (2)
ECSP98-419	2.7 bc	2.9 ab
ECSP98-392	2.5 cd	2.4 c
ECSP98-425	3.0 ab	2.8 ab
ECSP98-149	2.5 cd	2.4 c
ECSP98-169	2.4 cd	2.6 bc
ECSP98-168	2.7 bc	2.8 ab
ECSP98-127	2.2 d	-
ECSP98-499	2.6 cd	2.6 bc
RAGNAR	3.1 a	2.9 ab
PR67-1070	3.0 ab	3.0 a
Promedio general	2.7	2.7
Significación para tratamientos en ADEVA	**	**
C.V. (%)	4.3	4.6

Los promedios de la misma localidad seguidos de las mismas letras no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

(1) L1: Localidad 1 (Cantero 030233). (2) L2: Localidad 2 (Cantero 060233).

(**): significativo al 1% de probabilidad.

Produccción de Caña en Toneladas por Hectárea (TCH)

Para la producción de caña de azúcar en toneladas por hectárea (TCH), no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en ambas localidades (Tabla 5). El clon ECSP98-149 presentó la producción más alta en la Localidad 1 con un promedio de 93 TCH, mientras que el clon ECSP98-168 obtuvo el promedio más bajo con 54.6 TCH. En la Localidad 2 el tratamiento con mayor producción fue el clon ECSP98-499 con 92.4 TCH y el clon ECSP98-392 obtuvo la producción más baja con 68.1 TCH.

En la Localidad 1 la variedad testigo Ragnar alcanzó una producción menor al promedio general, confirmando la baja adaptación de la Ragnar a suelos francoarenosos, mientras que PR67-1070 fue mejor que el promedio general. En la Localidad 2 los dos testigos fueron superiores al promedio general. Estos resultados muestran que el comportamiento de los clones es diferente en distintos tipos de suelo, de allí la importancia de evaluar los clones en diferentes ambientes para observar el comportamiento de los mismos antes de tomar la decisión de entregar una variedad. En las figuras 5 y 6 se presenta un histograma de barras de la producción de caña (TCH) de los clones evaluados en las dos localidades.

TABLA 5

**PROMEDIOS DE PRODUCCIÓN DE CAÑA EN TONELADAS POR
HECTÁREA (TCH) PARA OCHO CLONES DEL ESTADO IV SERIE 98 Y
DOS VARIEDADES TESTIGO SEMBRADAS EN DOS LOCALIDADES EN
EL INGENIO SAN CARLOS. CICLO 2002 – 2003.**

Tratamiento	Producción (TCH)	
	L1 (1)	L2 (2)
ECSP98-149	93.0	71.1
ECSP98-169	87.2	91.8
ECSP98-127	84.9	-
PR67-1070	83.2	86.4
ECSP98-499	71.1	92.4
ECSP98-425	69.9	90.1
RAGNAR	65.4	88.8
ECSP98-419	62.7	81.4
ECSP98-392	59.3	68.1
ECSP98-168	54.6	78.0
Promedio general	73.1	83.1
Significancia para tratamientos en ADEVA	ns	ns
C.V. (%)	20.1	15

(1) L1: Localidad 1 (Cantero 030233). (2) L2: Localidad 2 (Cantero 060233).

(ns): no significativo

FIGURA 5. PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR POR HECTÁREA (TCH) DE OCHO CLONES DEL ESTADO IV SERIE 98 Y DOS TESTIGOS SEMBRADOS EN LA LOCALIDAD 1 (CANTERO 030233) EN EL INGENIO SAN CARLOS. CICLO 2002 – 2003.

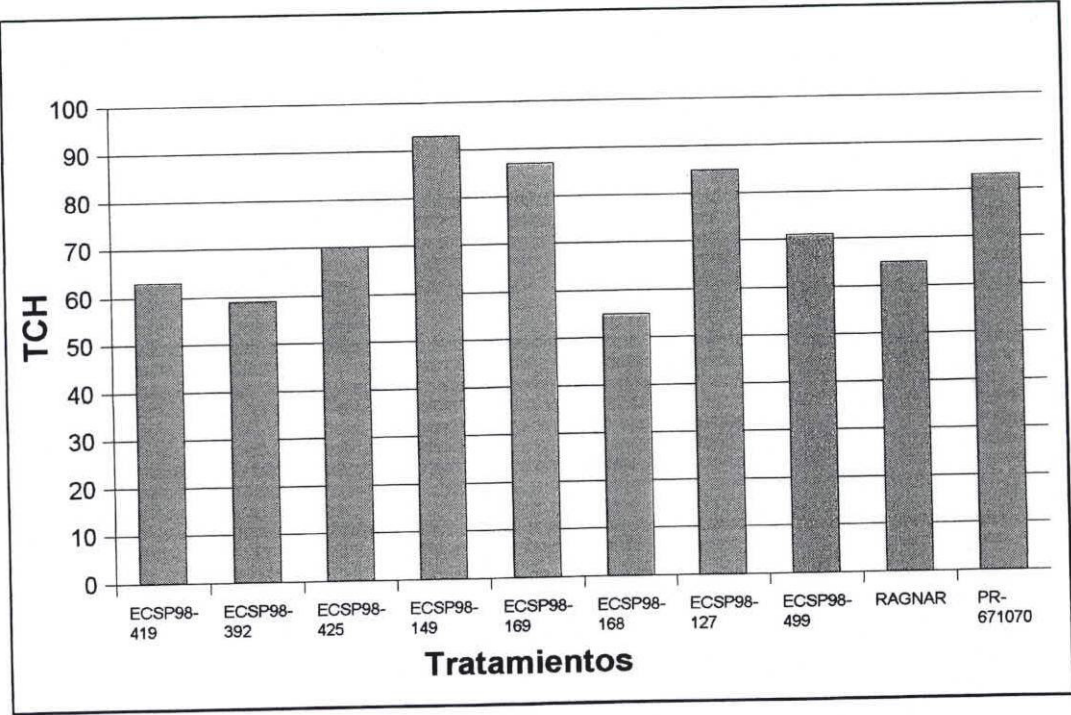
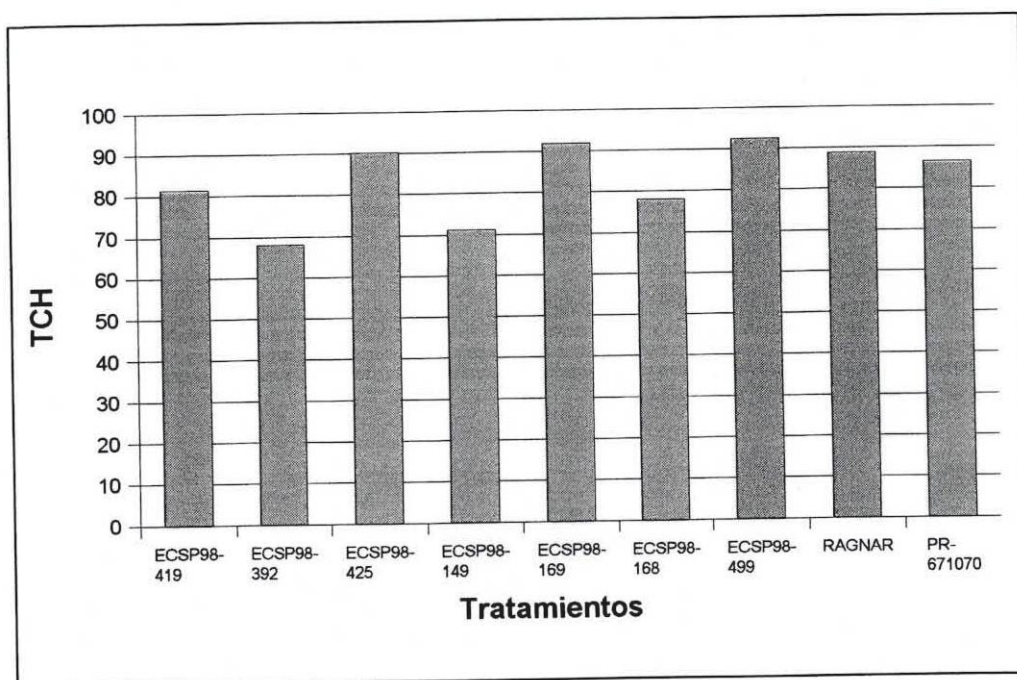


FIGURA 6. PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR POR HECTÁREA (TCH) DE SIETE CLONES DEL ESTADO IV SERIE 98 Y DOS TESTIGOS SEMBRADOS EN LA LOCALIDAD 2 (CANTERO 060233) EN EL INGENIO SAN CARLOS. CICLO 2002 – 2003.



El análisis combinado de las dos localidades para producción de caña de azúcar por hectárea (TCH) (Tabla 6), indica que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ni para la interacción clon x localidad. La producción de caña fue significativamente mayor en la localidad 2 (83.1 a) que en la

localidad 1 (71.8 b). Esta tendencia confirma los datos de las producciones comerciales del Ingenio San Carlos, donde se obtienen mejores niveles de produccción en suelos similares a los de la Localidad 2.

TABLA 6

**PROMEDIOS COMBINADOS DE DOS LOCALIDADES PARA
PRODUCCIÓN DE CAÑA EN TONELADAS POR HECTÁREA (TCH) PARA
SIETE CLONES DEL ESTADO IV SERIE 98 Y DOS TESTIGOS
SEMBRADOS EN EL INGENIO SAN CARLOS. CICLO 2002 – 2003.**

Tratamiento	Producción (TCH) (1)
ECSP98-169	89.5
PR67-1070	84.8
ECSP98-149	82.1
ECSP98-499	81.8
ECSP98-425	80.0
RAGNAR	77.1
ECSP98-419	72.1
ECSP98-168	66.3
ECSP98-392	63.7
Localidad	Producción (TCH)*
1	71.8 b
2	83.1 a
Promedio general	77.5
Significación para interacción tratamiento x localidad	ns
C.V. (%)	18.2

(1) TCH: Toneladas de Caña por Hectárea.

(*) Rangos obtenidos por prueba de DMS al 5 % de probabilidad.

(ns): no significativo

Rendimiento en kg. de Azúcar por Tonelada de Caña (kg. A.T.C.)

Para el rendimiento azucarero en kilogramos de azúcar por tonelada de caña (kg. A. T.C.) se observaron dos rangos de significación (a, b) en la localidad 1, mientras que en la localidad 2 se observaron tres rangos (a, b, c). En las dos localidades el clon ECSP98-392 (L1: 93.7 a y L2: 105.4 a) alcanzó el promedio de rendimiento más alto, lo cual indica que este clon tiene un alto potencial azucarero. El clon ECSP98-169 también se ubicó en segundo lugar en las dos localidades (L1: 90.9 a y L2: 101.6 ab), compartiendo el rango de significación con el clon ECSP98-499 y la variedad testigo Ragnar en la localidad 2. En la localidad 1, el clon ECSP98-419 (83.1 b) obtuvo el promedio más bajo, siendo el único que se ubicó en el segundo rango de significación, mientras que en la localidad 2, este clon se ubicó penúltimo en la tabla (82.0 bc), confirmándose su bajo rendimiento azucarero. La variedad testigo PR67-1070 se ubicó en último lugar como único clon en el tercer rango de significación en la localidad 2 (76.7 c). El promedio general de la localidad 2 (93.7 a) fue significativamente mayor al promedio general alcanzado en la localidad 1 (79.3 b).

Los promedios generales obtenidos en ambas localidades están dentro de los rangos normales que se obtienen en los cultivos comerciales del Ingenio San Carlos.

TABLA 7

PROMEDIOS DE RENDIMIENTO AZUCARERO EN KILOGRAMOS DE AZÚCAR POR TONELADA DE CAÑA (kg A. TC.) DE OCHO CLONES DEL ESTADO IV SERIE 98 Y DOS VARIEDADES TESTIGO SEMBRADAS EN DOS LOCALIDADES EN EL INGENIO SAN CARLOS. CICLO 2002 – 2003.

Tratamiento	Rendimiento (kg A. T.C) *	
	L 1 (1)	L 2 (2)
ECSP98-392	93.7 a	105.4 a
ECSP98-169	90.9 a	101.6 ab
ECSP98-168	88.3 a	95.1 abc
ECSP98-127	88.1 a	-
ECSP98-499	87.6 a	101.5 ab
PR67-1070	83.1 a	76.7 c
ECSP98-149	73.9 a	84.0 abc
RAGNAR	73.2 a	99.6 ab
ECSP98-425	73.0 a	97.5 abc
ECSP98-419	41.0 b	82.0 bc
Promedio general	79.3	93.7
Significación para tratamientos en ADEVA	**	**
C.V. (%)	12.0	8.1

(*) Los promedios seguidos de la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad. (**): significativo al 1 % de probabilidad. L1: Localidad 1 (Cantero 030233). (2) L2: Localidad 2 (060233).

Los promedios combinados de las dos localidades para rendimiento azucarero (kg A. TC) con prueba DMS al 5 % de probabilidad se presentan en la Tabla 8. Se observa que el promedio obtenido en la Localidad 2 (93.7 a) fue significativamente mayor al promedio obtenido en la Localidad 1 (78.3 b). El promedio general fue de 86.0 kg A. TC.

En la misma Tabla se presentan los promedios combinados de cada tratamiento con prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, observándose que el mejor promedio combinado para esta variable lo presentó el clon ECSP98-392 (99.5 a). Sin embargo, no presentó diferencias estadísticas significativas con los tratamientos ECSP98-169 (96.2 ab), ECSP98-499 (94.6 abc), ECSP98-168 (91.6 abc), Ragnar (86.4 abc) y ECSP98-425 85.2 (abc). El clon ECSP98-419 se ubicó en último lugar (61.5 d), siendo superado estadísticamente por todos los demás tratamientos.

TABLA 8

PROMEDIOS COMBINADOS PARA RENDIMIENTO AZUCARERO (kg A. T.C) Y PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN PARA DOS LOCALIDADES Y SIETE CLONES DEL ESTADO IV SERIE 98 Y DOS VARIEDADES TESTIGO SEMBRADAS EN EL INGENIO SAN CARLOS. CICLO 2002 – 2003.

Tratamiento	Rendimiento (kg A. TC)
ECSP98-392	99.5 a
ECSP98-169	96.2 ab
ECSP98-499	94.6 abc
ECSP98-168	91.6 abc
RAGNAR	86.4 abc
ECSP98-425	85.2 abc
PR67-1070	79.9 bc
ECSP98-149	78.9 c
ECSP98-419	61.5 d
Localidad	Rendimiento (kg A. TC)*
1	78.3 b
2	93.7 a
Promedio general	86.0
Significación para interacción tratamiento x localidad	**
C.V (%)	10.2

Los promedios seguidos de las mismas letras no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

(**): significativo al 1 % de probabilidad según prueba de Tukey.

(*): Rangos obtenidos por prueba de DMS al 5 % de probabilidad.

Producción de Azúcar por Hectárea (TAH)

Los promedios para producción de azúcar en toneladas por hectárea (TAH) y sus respectivos rangos de significación, se presentan en la Tabla 9, observándose que en la localidad 1 se obtuvieron dos rangos de significación (a,b), mientras que en la Localidad 2 existió solo un rango (a). Los clones ECSP98-169 (7.8 a), ECSP98-127 (7.5 a), ECSP98-149 (6.9 a) y la variedad testigo PR67-1070 (6.3 a), alcanzaron los promedios más altos en la localidad 1, estos cuatro tratamientos superaron estadísticamente al clon ECSP98-419 (2.6 b). En la localidad 2 no se presentaron diferencias estadísticas significativas para tratamientos en esta variable. Sin embargo los clones ECSP98-169 y ECSP98-499 ocuparon el primer lugar, ambos con 9.4 TAH, mientras que el clon ECSP98-419 (6.7), al igual que en la localidad 1, obtuvo el promedio más bajo.

TABLA 9

PROMEDIOS DE PRODUCCIÓN EN TONELADAS DE AZÚCAR POR HECTÁREA (TAH) Y PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE LOS CLONES DEL ESTADO IV SERIE 98 Y LAS VARIEDADES TESTIGO SEMBRADAS EN EL INGENIO SAN CARLOS EN DOS LOCALIDADES. CICLO 2002 – 2003.

Tratamiento	Producción azúcar/ha (TAH)	
	L1 (1)	L 2 (2)
ECSP98-169	7.8 a	9.4
ECSP98-127	7.5 a	-
ECSP98-149	6.9 a	6.0
PR67-1070	6.9 a	6.8
ECSP98-499	6.3 ab	9.4
ECSP98-392	5.5 ab	7.2
ECSP98-425	5.1 ab	8.8
ECSP98-168	4.8 ab	7.4
RAGNAR	4.8 ab	9.0
ECSP98-419	2.6 b	6.7
Promedio general	5.8	7.8
Significación para tratamientos en ADEVA	**	ns
C.V. (%)	21.9	20.5

Los promedios seguidos de la misma letra son iguales estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad. (1) L1: Localidad 1 (Cantero 030233). (2) L 2: Localidad 2 (Cantero 060233).

(**): significativo al 1 % de probabilidad. (ns): no significativo.

Los promedios combinados de las dos localidades para la producción de azúcar en toneladas por hectárea (TAH) se presentan en la Tabla 10. Se observa que el tratamiento con mejor rendimiento en toneladas de azúcar por hectárea (TAH) fue el clon ECSP98-169 (8.6 a) seguido del ECSP98-499 (7.8 a). El tratamiento que obtuvo el promedio más bajo fue el ECSP98-419 (4.6 b), el cual fue el único que presentó diferencias estadísticas significativas con respecto a los dos mejores tratamientos. La variedad Ragnar presentó un promedio de 6.9 TAH. El promedio de la Localidad 2 (7.8 a) fue, estadísticamente superior al promedio alcanzado en la Localidad 1 (5.6 b). El promedio general fue de 6.7 TAH.

TABLA 10

PROMEDIOS COMBINADOS PARA PRODUCCIÓN DE AZÚCAR EN TONELADAS POR HECTÁREA (TAH) Y PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN PARA DOS LOCALIDADES Y SIETE CLONES DEL ESTADO IV SERIE 98 Y DOS VARIEDADES TESTIGO SEMBRADAS EN EL INGENIO SAN CARLOS. CICLO 2002 – 2003.

Tratamiento	Producción (TAH)
ECSP98-169	8.6 a
ECSP98-499	7.8 a
ECSP98-425	6.9 ab
RAGNAR	6.9 ab
PR67-1070	6.8 ab
ECSP98-149	6.4 ab
ECSP98-392	6.3 ab
ECSP98-168	6.1 ab
ECSP98-419	4.6 b
Localidad	Producción (TAH) *
1	5.6 b
2	7.8 a
Promedio general	6.7
Significación tratamiento x localidad	**
C.V.(%)	21.8

Los promedios seguidos de la misma letra son iguales estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad.

(**): significativo al 1 % de probabilidad según prueba de Tukey.

(*): Rangos obtenidos por prueba de DMS al 5 % de probabilidad.

Volcamiento

Los promedios de volcamiento para los clones del Estado IV serie 98 y las dos variedades testigo sembradas en dos localidades del Ingenio San Carlos se presentan en la Tabla 11. Los resultados indican que la incidencia de volcamiento fue marcadamente superior en la localidad 2, ya que todos los tratamientos, a excepción del ECSP98-419, presentaron un volcamiento mayor en dicha localidad. En la localidad 1, el promedio fue de 2.4, es decir que el volcamiento fue bajo según la escala de evaluación utilizada, mientras que en la localidad 2 el promedio de volcamiento fue de 4.3 lo que significa que fue abundante, según la escala. Estos datos confirman que la incidencia de volcamiento es mayor en suelos de textura pesada que en suelos livianos. Esto se debe probablemente al mayor crecimiento del sistema radicular cuando las plantas están en suelos sueltos y también al mayor peso que las plantas alcanzan en los suelos de textura franco arcillosa como los de la Localidad 2.

En la Localidad 1, los tratamientos que mejor promedio alcanzaron fueron el clon ECSP98-168 y el testigo PR67-1070, seguidos del clon ECSP98-127. El clon ECSP98-149 fue el tratamiento que mayor volocamiento presentó, probablemente debido al alto tonelaje que este

clon alcanzó en esta localidad (93 TCH). En la Localidad 2, el clon ECSP98-419 fue el que menor volcamiento presentó, con un promedio de 1.3. Este clon fue el único que se diferenció del resto de tratamientos. Para los demás clones los promedios se ubicaron entre 4.3 y 5.0 según la escala de evaluación utilizada.

TABLA 11

**PROMEDIOS DE VOLCAMIENTO PARA OCHO CLONES DEL ESTADO IV
SERIE 98 Y DOS VARIEDADES TESTIGO SEMBRADAS EN DOS
LOCALIDADES EN EL INGENIO SAN CARLOS. CICLO 2002 – 2003.**

Tratamiento	Volcamiento	
	L1 (1)	L2 (2)
ECSP98-419	2.7	1.3
ECSP98-392	2.3	4.7
ECSP98-425	3.3	4.7
ECSP98-149	4.0	5.0
ECSP98-169	2.3	4.7
ECSP98-168	1.0	4.7
ECSP98-127	1.3	-
ECSP98-499	2.7	4.7
RAGNAR	3.3	4.3
PR67-1070	1.0	5.0
Promedio general	2.4	4.3

(1) L1: Localidad 1 (Cantero 030233). (2) L2: Localidad 2 (Cantero 060233).

Escala: 1= erecta (hasta 5%), 2 = baja (6 -20%), 3 = mediana (21-35%),
4 = abundante (36-50%), 5 = volcada (> 50%).

Deshoje

En la Tabla 12 se presentan los promedios para deshoje de los ocho clones del Estado IV serie 98 y los dos testigos sembrados en dos localidades del Ingenio San Carlos. En la Localidad 1 los clones ECSP98-425 (2.3) y ECSP98-127 (2.3) fueron los que mejor deshoje mostraron, siendo los únicos que presentaron niveles de deshoje altos, mientras que los clones ECSP98-419 (4.0), ECSP98-169 (4.0) y el testigo PR67-1070 (4.0) presentaron los niveles más bajos de deshoje. En la Localidad 2 los tratamientos que mejor nivel de deshoje presentaron fueron la variedad testigo Ragnar (2.0) y el clon ECSP98-168 (2.7), mientras que ECSP98-419 (4.3) y ECSP98-149 (4.3) tuvieron los promedios más bajos para deshoje.

Los promedios generales obtenidos en las dos localidades indican que no existió una diferencia considerable entre las localidades para el deshoje. De igual manera, los resultados muestran que existe similitud entre clones para las dos localidades.

TABLA 12

**PROMEDIOS DE DESHOJE PARA OCHO CLONES DEL ESTADO IV
SERIE 98 Y DOS VARIEDADES TESTIGO SEMBRADAS EN DOS
LOCALIDADES EN EL INGENIO SAN CARLOS. CICLO 2002 – 2003.**

Tratamiento	Deshoje	
	L1 (1)	L2 (2)
ECSP98-419	4.0	4.3
ECSP98-392	3.3	4.0
ECSP98-425	2.3	3.7
ECSP98-149	3.7	4.3
ECSP98-169	4.0	4.0
ECSP98-168	3.0	2.7
ECSP98-127	2.3	-
ECSP98-499	3.7	3.0
RAGNAR	3.3	2.0
PR67-1070	4.0	3.3
Promedio general	3.3	3.5

(1) L1: Localidad 1 (Cantero 030233). (2) L2: Localidad 2 (Cantero 060233).

Escala: 1 = deshoje total, 2 = deshoje alto, 3 = deshoje parcial, 4 = deshoje bajo,
5 = sin deshoje.

Coeficientes de Correlación Lineal y Determinación

En la Tabla 13 se presentan los coeficientes de correlación lineal y determinación obtenidos entre las principales variables con respecto a la producción de caña (TCH) y el rendimiento azucarero (kg A. TC) en las dos Localidades. En la Localidad 1 la altura de planta (m), fue la única variable que presentó significación estadística (0.64), correlacionada con la producción de caña (TCH). Las otras variables no presentaron valores estadísticamente significativos. Sin embargo, la variable población (tallos/m) obtuvo el segundo valor más alto al correlacionarlo con la producción de caña (0.58). En cuanto al rendimiento azucarero la variable que mayor influencia negativa tuvo sobre este fue el volcamiento. Este coeficiente de correlación lineal fue negativo, lo que significa que a menor volcamiento mayor el rendimiento azucarero.

En la variable deshoje, se observa que, a pesar de presentar un valor de correlación lineal negativo con el rendimiento azucarero, esta correlación determina que a mayor deshoje, el rendimiento azucarero se incrementa. El valor negativo se presenta debido a que la escala comienza con 1, que es igual a buen deshoje.

En la localidad 2, ninguno de los coeficientes de correlación presentan significancia estadística. Sin embargo, el diámetro del tallo fue la variable que mayor influencia tuvo sobre la producción de caña, seguido de cerca por la población, mientras que la variable población fue la variable que mayor influencia tuvo en el rendimiento azucarero (kg. A. T.C.).

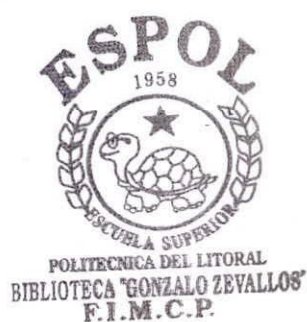


TABLA 13

COEFICIENTES DE CORRELACIÓN LINEAL Y DETERMINACIÓN OBTENIDOS ENTRE ALGUNAS
VARIABLES EVALUADAS CON LA PRODUCCIÓN DE CAÑA (TCH) Y EL RENDIMIENTO (KG. A. TC.)
EN DOS LOCALIDADES

Variables	Localidad 1		Localidad 2			
	Coefficientes de correlación lineal, r	Significación estadística	Coefficiente de determinación, r ²	Coefficientes de correlación lineal, r	Significación estadística	Coefficiente de determinación, r ²
Altura -TCH	0.64	*	0.41	0.11	ns	0.01
Población - TCH	0.58	ns	0.34	0.50	ns	0.25
Diámetro - TCH	-0.35	ns	0.12	0.52	ns	0.27
Población – Kg. A. TC	-0.09	ns	0.01	0.52	ns	0.27
Diámetro – Kg. A. TC	-0.34	ns	0.12	-0.44	ns	0.19
Volcamiento – Kg. A. TC	-0.4	ns	0.16	-0.30	ns	0.09
Deshoje – Kg. A. TC	-0.2	ns	0.04	-0.28	ns	0.08

Presencia de Plagas y Enfermedades

En la Tabla 14 se presentan el número de adultos y ninfas de *Perkinsiella* (*Perkinsiella saccharicida*) por brote y el número de posturas por hoja. De acuerdo al análisis de varianza por rangos de Friedman, el clon menos atacado fue el ECSP98-149, siendo estadísticamente diferente a los cultivares ECSP98-425, ECSP98-419 y PR67-1070, que fueron los tratamientos más atacados por la *Perkinsiella*. A su vez, la variedad Ragnar resultó estadísticamente igual al cultivar menos atacado. El promedio general del nivel de ataque fue mayor en la Localidad 1

TABLA 14

NUMERO DE ADULTOS Y NINFAS DE *Perkinsiella saccharicida* POR BROTE, NÚMERO DE POSTURAS POR HOJA (SECCIÓN DE 20 CM) Y LOS RANGOS DE FRIEDMAN CORRESPONDIENTES A OCHO CLONES DEL ESTADO IV SERIE 98 Y DOS TESTIGOS SEMBRADOS EN DOS LOCALIDADES DEL INGENIO SAN CARLOS. CICLO 2002 – 2003.

Tratamiento	No. de Perkinsiella/brote		No. de posturas/hoja		Rangos Friedman	S. E. *
	L 1 (1)	L 2 (2)	L 1	L 2		
ECSP98-419	164.07	14.60	131.46	65.33	34.0	a
ECSP98-392	96.60	13.60	110.33	25.67	23.0	ab
ECSP98-425	231.80	14.80	173.35	50.80	35.0	a
ECSP98-149	4.47	7.66	24.27	10.53	4.0	b
ECSP98-169	52.47	11.20	91.40	23.02	13.0	ab
ECSP98-168	190.80	11.47	76.07	27.00	20.0	ab
ECSP98-127	26.13	-	93.25	-	16.0	ab
ECSP98-499	138.00	11.80	168.47	63.73	29.0	ab
RAGNAR	42.40	11.60	95.66	21.07	15.0	ab
PR-671070	153.60	13.30	197.60	53.86	31.0	a
Promedio general	110.03	12.08	116.19	39.52		
Desviación estándar	76.88	2.11	52.19	20.00		

* S.E.: significancia estadística mediante prueba de Friedman, letras iguales no difieren estadísticamente. (1) Localidad 1 (Cantero 030233). (2) Localidad 2 (Cantero 060233).

En la Tabla 15 se presenta el porcentaje de hojas infestadas con áfido amarillo (*Sipha flava*) para los ocho clones del Estado IV serie 98 y los dos testigos sembrados en dos localidades del Ingenio San Carlos. Considerando los resultados de las evaluaciones de las dos localidades, los tratamientos más afectados fueron el ECSP98-392 y ECSP98-499. Los menos afectados fueron PR67-1070, ECSP98-425, ESCP98-149 y ECSP98-419. La variedad Ragnar fue el cuarto tratamiento más afectado en la Localidad 1 y el tercero más afectado en la Localidad 2. Estos resultados son consistentes con los obtenidos por el CINCAE en las evaluaciones realizadas en otras zonas azucareras del país (Mendoza, 2003. Comunicación Personal).

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La discusión de resultados se basa en las dos localidades de evaluación: Localidad 1, cantero 030233 y Localidad 2, cantero 060233 del Ingenio San Carlos. Es importante señalar que en la Localidad 2 se *evaluaron únicamente siete clones* y dos testigos debido a que se eliminó el clon ECSP98-127.

Porcentaje de Germinación (%)

Los promedios para el porcentaje de germinación a los 45 días después de la siembra se presentan en la Tabla 1. En la localidad 1, los clones ECSP98-392 (54.6 a), ECSP98-419 (52.6 ab) y el testigo PR67-1070 (52.5 ab) *obtuvieron los mejores promedios y fueron los que superaron estadísticamente a la variedad Ragnar* (44 cd). El clon ECSP98-168 (32.1 e) fue el único que se ubicó en el último rango de significación.

En la localidad 2 ninguno de los clones se diferenció según la prueba

TABLA 15

PORCENTAJE DE HOJAS INFESTADAS CON ÁFIDO AMARILLO (*Sipha flava*), CORRESPONDIENTES A OCHO CLONES DEL ESTADO IV SERIE 98 Y DOS VARIEDADES TESTIGO SEMBRADAS EN DOS LOCALIDADES EN EL INGENIO SAN CARLOS. CICLO 2002 – 2003.

Tratamiento	Hojas Infestadas (%)	
	L 1 (1)	L 2 (2)
ECSP98-419	20.00	31.33
ECSP98-392	33.33	68.00
ECSP98-425	11.67	18.67
ECSP98-149	16.67	31.33
ECSP98-169	25.00	29.33
ECSP98-168	30.00	40.67
ECSP98-127	21.67	-
ECSP98-499	33.33	42.00
RAGNAR	28.33	34.67
PR67-1070	11.67	14.67
Promedio general	23.17	33.60
Desviación estándar	8.18	14.84

(1): Localidad 1 (Cantero 030233). (2): Localidad 2 (cantero 060233)

La Tabla 16 presenta los porcentajes de hojas infestadas con síntomas causados por ataque de áfido amarillo, correspondientes a los ocho clones del Estado IV Serie 98 y dos variedades testigo sembradas en dos localidades en el Ingenio San Carlos, siendo los

resultados consistentes con los porcentajes de hojas infestadas presentados en la Tabla 15.

TABLA 16

PORCENTAJE DE HOJAS CON SÍNTOMAS DE AFECTACIÓN POR ÁFIDO AMARILLO (*Sipha flava*) DE OCHO CLONES DEL ESTADO IV SERIE 98 Y DOS TESTIGOS SEMBRADOS EN DOS LOCALIDADES EN EL INGENIO SAN CARLOS. CICLO 2002 – 2003.

Tratamiento	Hojas con síntomas (%)	
	L 1 (1)	L 2 (2)
ECSP98-419	16.67	12.67
ECSP98-392	28.33	42.67
ECSP98-425	10.00	4.00
ECSP98-149	18.33	12.00
ECSP98-169	18.33	8.67
ECSP98-168	20.00	7.33
ECSP98-127	18.33	-
ECSP98-499	28.33	11.33
RAGNAR	26.67	14.67
PR67-1070	21.67	6.67
Promedio general	20.67	12.33
Desviación estándar	5.78	11.29

(1): Localidad 1 (Cantero 030233). (2): Localidad 2 (Cantero 060233)

Los porcentajes de hojas infestadas con áfido blanco, *Melanaphis sacchari*, para los ocho clones del Estado IV serie 98 y los dos testigos sembrados en dos localidades del Ingenio San Carlos, se presentan en la Tabla 17, observándose que los tratamientos más atacados en la Localidad 1 fueron: ECSP98-499, Ragnar y ECSP98-168, mientras que en la Localidad 2, los más afectados fueron el ECSP98-499 y el ECSP98-425. Los tratamientos menos atacados, considerando las dos localidades, fueron ECSP98-392, ECSP98-419 y PR67-1070. Considerando los dos tipos de áfidos, se puede observar un efecto antagonista entre estas dos especies de insectos; pues, los cultivares mas afectados por áfido amarillo fueron menos afectados por áfido blanco, esto se observa, sobre todo, con el clon ECSP98-392 que fue el clon más afectado por áfido amarillo y al mismo tiempo fue el único que no mostró incidencia de áfido blanco en ninguna de las dos localidades.

TABLA 17

PORCENTAJE DE HOJAS INFESTADAS CON ÁFIDO BLANCO
(*Melanaphis sacchari*) PARA OCHO CLONES DEL ESTADO IV SERIE 98
Y DOS VARIEDADES TESTIGO SEMBRADAS EN DOS LOCALIDADES
DEL INGENIO SAN CARLOS. CICLO 2002 – 2003.

Tratamiento	Hojas infestadas (%)	
	L 1 (1)	L2 (2)
ECSP98-419	6.00	0.00
ECSP98-392	0.00	0.00
ECSP98-425	3.33	6.67
ECSP98-149	4.67	1.66
ECSP98-169	2.00	1.66
ECSP98-168	10.00	3.33
ECSP98-127	8.67	-
ECSP98-499	16.67	8.33
RAGNAR	10.66	0.00
PR67-1070	0.00	5.00
Promedio general	6.20	3.50
Desviación estándar	5.32	3.37

(1): Localidad 1 (Cantero 030233). (2): Localidad 2 (Cantero 060233).



POLITECNICA DEL LITORAL
 BIBLIOTECA "GONZALO ZEVALLOS"
 F.I.M.C.P.

En la Tabla 18 se presenta la intensidad de la infestación de *Diatraea saccharalis*, registrada al momento de la cosecha. La incidencia de esta plaga fue relativamente baja en las dos localidades. Sin embargo, en la Localidad 2 se notó un ligero incremento de esta plaga. En ninguno de los casos su incidencia alcanzó el 5% de intensidad de infestación (umbral económico). De manera general, los tratamientos ECSP98-392 y ECSP98-149 mostraron una intensidad de infestación similar o ligeramente superior a Ragnar; sin embargo, la baja incidencia de la plaga no permite hacer inferencias respecto a una posible tolerancia o susceptibilidad de los clones a la plaga.

TABLA 18

**INTENSIDAD DE INFESTACIÓN DE *Diatraea saccharalis* REGISTRADA
AL MOMENTO DE LA COSECHA, DE OCHO CLONES DEL ESTADO IV
SERIE 98 Y DOS TESTIGOS SEMBRADOS EN DOS LOCALIDADES DEL
INGENIO SAN CARLOS. CICLO 2002 – 2003.**

Tratamiento	Intensidad de Infestación	
	L1 (1)	L2 (2)
ECSP98-419	0.00	1.13
ECSP98-392	0.00	3.24
ECSP98-425	0.20	1.41
ECSP98-149	0.00	4.58
ECSP98-169	0.83	0.68
ECSP98-168	0.68	1.18
ECSP98-127	0.00	-
ECSP98-499	0.17	0.66
RAGNAR	1.61	1.53
PR67-1070	0.35	0.16
Promedio	0.35	1.62

(1): Localidad 1 (Cantero 030233). (2): Localidad 2 (Cantero 060233).

La evaluación de enfermedades de los ocho clones y las dos variedades testigo sembradas en la Localidad 1, se presenta en la Tabla 19, observándose que el clon ECSP98-127 fue el que más alto grado de reacción presentó para Escaldadura (*Xanthomonas albilineans*), con un grado de reacción de 4, el clon ECSP98-499 y la variedad Ragnar también mostraron incidencia para Escaldadura, con grado de reacción 2 y 1 respectivamente. El clon ECSP98-425 fue el que más alto grado de reacción (3) presentó para el Pokka Boeng (*Fusarium moniliforme*), sin embargo todos los tratamientos mostraron algún grado de incidencia para esta enfermedad. Ningún clon mostró incidencia de Roya (*Puccinia melanocephala*), Mosaico (virus), Carbón (*Ustilago scitaminea*), Mancha de anillo (*Leptosphaeria sacchari*) y Mancha de ojo (*Bipolaris sacchari*). Para Raya Clorótica, el clon ECSP98-169 y la variedad PR67-1070 fueron los que más alto grado de reacción mostraron (2).

TABLA 19

EVALUACIÓN DE ENFERMEDADES EN OCHO CLONES DEL ESTADO IV SERIE DEL 98 Y DOS
 VARIEDADES TESTIGOS SEMBRADAS EN EL INGENIO SAN CARLOS. CICLO 2002 – 2003.

Tratamiento	Escaladura	Pokka boeng	Raya clorótica	Población						
E ⁽¹⁾	G ⁽²⁾	I ⁽³⁾	E	G	I	E	G	I	(tallos/m)	
ECSP98-419	0	0	0.0	2	1	0.5	11	1	3.3	324
ECSP98-392	0	0	0.0	3	1	1.1	1	1	0.3	314
ECSP98-425	0	0	0.0	70	3	21.8	1	1	0.2	320
ECSP98-149	0	0	0.0	15	1	3.3	0	1	0.0	458
ECSP98-169	0	0	0.1	9	1	2.0	6	2	1.4	443
ECSP98-168	0	0	0.0	14	2	3.6	2	0	0.6	384
ECSP98-127	14	4	3.7	8	1	2.1	0	0	0.0	376
ECSP98-499	2	2	0.4	28	1	6.2	1	0	0.1	459
RAGNAR	1	1	0.3	15	2	3.8	1	1	0.2	386
PR67-1070	0	0	0.0	16	2	4.4	4	2	1.2	367

E(1): Número de tallos con la enfermedad
 G(2): Grado de reacción :de 0 a 5. Donde 0 = no se observan síntomas y 5 = altamente susceptible.
 I (3): Incidencia : (No de tallos enfermos/total de tallos) x 100

Evaluación Participativa

Esta evaluación se realizó con la participación de trece técnicos del Departamento de Campo del Ingenio San Carlos, para que mediante observaciones y discusiones en campo se identifiquen los clones promisorios y las características de cada uno, y de esta forma ayudar a los fitomejoradores a tomar decisiones sobre las futuras variedades. Se evaluaron ocho características agronómicas y la importancia de cada característica. La evaluación participativa se realizó a los ocho meses de edad del cultivo, es decir en pleno desarrollo fisiológico.

En la Tabla 20, se presentan los resultados de la evaluación participativa. Para la variable población, el tratamiento que mejor calificación obtuvo fue el clon ECSP98-149, lo cual coincide con el resultado que se obtuvo en la medición de brotes por metro (Tabla 8). El clon ECSP98-127 ocupó el segundo lugar, lo cual también coincide con el resultado de la medición.

Los promedios obtenidos de la evaluación participativa para altura de planta indican que los clones que mejor puntaje obtuvieron (ECSP98-149 y ECSP98-127), son aquellos que ocuparon el primer rango de significación en la evaluación con análisis estadístico de la variable

altura de planta (Tabla 5). Así mismo, los clones ECSP98-392, ECSP98-419 y la variedad Ragnar, que presentaron las calificaciones más bajas, fueron los que menor altura alcanzaron en la evaluación estadística de altura de planta.

Los promedios de la evaluación participativa para volcamiento muestran que los clones más erectos fueron el ECSP98-419 y ECSP98-425.

Para la variable deshoje, se observa que la variedad Ragnar alcanzó el mejor resultado. Los resultados obtenidos en la evaluación participativa coinciden con la evaluación de deshoje realizada anteriormente.

Los promedios obtenidos de la evaluación participativa para pelusa señalan que los clones ECSP98-127 y ECSP98-168 obtuvieron los mejores puntajes, es decir que presentaron baja presencia de pelusa. Mientras la variedad PR67-1070 y el clon ECSP98-149 fueron los que más pelusa presentaron al momento de la evaluación.

Para la variable estimado de producción de caña, los promedios obtenidos indican que los tratamientos que mejor valor presentaron

fueron el ECSP98-149, PR67-1070, ECSP98-168 y ECSP98-127, mientras que los más bajos fueron el ECSP98-392 y el ECSP98-419. Los resultados obtenidos en la evaluación participativa coinciden con la los datos obtenidos durante la evaluación de producción de caña por hectárea TCH (Tabla 12).

En cuanto a apariencia general, los resultados obtenidos muestran que los tratamientos que mejor aspecto general presentaron fueron el clon ECSP98-149 y la variedad PR67-1070, mientras que los clones ECSP98-392 y ECSP98-419 presentaron los valores menos deseables.

La importancia de las ocho características evaluadas fue calificada por los técnicos que intervinieron en la evaluación participativa, siendo la población, el tonelaje y la altura de planta las que fueron consideradas las más importantes, mientras que la pelusa y el deshoje fueron calificadas como las de menor importancia.

TABLA 20

EVALUACIÓN PARTICIPATIVA DE OCHO CLONES DEL ESTADO IV SERIE 98 Y DOS TESTIGOS
SEMBRADOS EN LA LOCALIDAD 1 (CANTERO 030233) EN EL INGENIO SAN CARLOS. CICLO
2002 – 2003.

Tratamiento	Población	Altura	Volcamiento	Deshoje	Pelusa	Estimado de Producción	Aspecto General
ECSP98-419	3.0	3.1	1.1	3.3	2.8	3.3	3.1
ECSP98-392	3.0	3.3	1.6	3.7	2.5	3.7	3.4
ECSP98-425	2.7	2.6	1.2	2.8	2.5	2.8	2.6
ECSP98-149	1.5	1.3	2.2	3.5	3.0	2.0	2.0
ECSP98-169	2.9	2.3	1.3	3.3	2.6	2.8	2.7
ECSP98-168	2.5	2.0	3.0	2.5	2.2	2.3	2.4
ECSP98-127	2.2	1.6	3.3	2.8	2.1	2.4	2.7
ECSP98-499	2.4	2.4	1.4	2.6	2.3	2.8	2.7
RAGNAR	2.2	2.9	1.3	2.3	2.3	2.5	2.5
PR67-1070	2.3	1.8	1.4	2.8	3.2	2.1	2.0

Escala de evaluación: 1: Muy bueno, 2: Bueno, 3: Regular, 4: Malo, 5: Muy malo

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. No existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para la producción de caña por hectárea (TCH) en el análisis individual de cada localidad y en el análisis combinado de las dos localidades.
2. La producción de caña por hectárea (TCH) obtenida en la Localidad 2 (83.1 a) fue significativamente superior a la producción alcanzada en la Localidad 1 (71.8 b).
3. No existió significancia para la interacción tratamiento x localidad en la producción de caña por hectárea (TCH).
4. El clon ECSP98-392 alcanzó el mejor promedio para el rendimiento

azucarero (kg. A. T.C.) en ambas localidades (L1: 93.7 a. L2: 105.4 a). En la Localidad 1 solo fue significativamente superior al clon ECSP98-419 (41.0 b), mientras que en la Localidad 2 superó estadísticamente a este mismo clon (82.0 bc) y a la variedad testigo PR67-1070 (76.7 c).

5. El rendimiento azucarero (kg. A. T.C.) fue significativamente superior en la Localidad 2 (93.7 a) comparado con el rendimiento obtenido en la Localidad 1 (78.3 b). La interacción tratamiento x localidad fue significativa al 1 %, indicando que a localidad influyó en el rendimiento azucarero de los clones.
6. Para producción de azúcar por hectárea (TAH) en la Localidad 1, el clon ECSP98-169 (7.8 a) alcanzó el mejor promedio, sin embargo solo se diferenció estadísticamente del clon ECSP98-419 (2.6 b). En la Localidad 2 no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.
7. La producción de azúcar por hectárea (TAH) fue significativamente superior en la Localidad 2 (7.8 a) que en la Localidad 1 (5.6 b). Los clones ECSP98-169 (8.6 a) y ECSP98-499 (7.8 a) alcanzaron los mejores promedios, diferenciándose estadísticamente del clon

ECSP98-419 que fue el de menor rendimiento (4.6 b). Además, existió significación estadística al 1 % de probabilidad para la interacción tratamiento x localidad.

8. Las características del suelo de la Localidad 2 son mejores para el cultivo de los clones de caña de azúcar evaluados, solamente la variedad PR67-1070 y el clon ECSP98-149 obtuvieron mayor producción de azúcar en la Localidad 1 que en la Localidad 2.
9. Entre los clones evaluados, existen alternativas para diversificar las variedades del área cañera de la costa ecuatoriana. Las evaluaciones en primera y segunda soca ayudarán a complementar los datos obtenidos en caña planta.
10. El clon ECSP98-149 mostró cierta tolerancia a la Perkinsiella, (*Perkinsiella saccharicida*), siendo el único que se ubicó en el mejor rango de significancia estadística (b).
11. El clon ECSP98-392 fue notablemente más atacado por el áfido amarillo (*Sipha flava*).
12. El clon ECSP98-425 mostró alta incidencia (3) para el Pokka Boeng

en la evaluación de enfermedades. Ninguno de los tratamientos presentó incidencia de roya, mosaico, carbón, mancha de anillo y mancha de ojo.

Recomendaciones

1. Utilizar una mayor cantidad de semilla con el clon ECSP98-168 al momento de la siembra, debido a los bajos porcentajes de germinación alcanzados por este clon en las dos localidades. Las características agronómicas y de calidad de jugos lo convierten en un clon interesante para seguirlo evaluando.
2. Continuar con la investigación en primera y segunda soca para asegurar que los clones seleccionados puedan perdurar un tiempo considerable como materiales comerciales.
3. Continuar con la investigación sobre la adaptación de los clones a diferentes ambientes edáficos, climáticos y de manejo, con el fin de lograr obtener el máximo potencial de los clones.

BIBLIOGRAFIA

1. ABRANTES, I; LEAL, P. 1997. Consideraciones para un Proyecto de Variedades. Revista Cañaveral No. 1, Abril – Junio, p. 46 – 47.
2. AMAYA, A. 1987. Mejoramiento de la Caña de Azúcar. En: El Cultivo de la Caña de Azúcar. Buenaventura, C. (Ed.). TECNICAÑA. Cali, Colombia. pp. 41 – 52.
3. AMAYA, A.; COCK, J.; HERNANDEZ, A.; IRVINE, J. 1995.; Biología de la Caña de Azúcar. En: El Cultivo de la Caña en la Zona Azucarera de Colombia. CENICAÑA. Cali, Colombia. pp. 31 – 63.
4. BERDING, N; SKINNER, J.C. 1987. Traditional Breeding Methods. En: Copersucar International Sugarcane Breeding Workshop. Copersucar. Brasil. pp. 269 – 321.
5. BERNAL, N. 1997. Variedades de Caña de Azúcar. Uso y Manejo. La Habana, Cuba. INICA. 101 p.
6. BULL, T. 2000. The Sugarcane Plant. En: Manual of Canegrowing. Hogarth y Allsopp (Eds.). BSES. Australia. pp. 71 – 82.

7. CASSALETT, C.; RANJEL, H.; Mejoramiento Genético. En: El Cultivo de la Caña en la Zona Azucarera de Colombia. CENICAÑA .1995. Cali, Colombia. pp. 63 – 82.
8. CASTILLO, R. 2003. Variedades de Caña de Azúcar en Ecuador. En: Memorias del Curso "El Cultivo de la Caña de Azúcar en el Ecuador". Buenaventura, C. (Ed.). AETA. Guayaquil, Ecuador. pp. 14 – 30.
9. CASTILLO, R.; SILVA, E. 2001. El Programa de Mejoramiento Genético en la Estación Experimental Meringa del BSES. En: Carta Informativa del CINCAE Año 3, Número 5. Buenaventura, C. (Ed.). Guayaquil, Ecuador. pp. 2 – 5.
10. CASTILLO , R.; SILVA, E. 2001. Evaluación de 11 Variedades de Caña de Azúcar en la Zona Azucarera del Ecuador. En: Carta Informativa del CINCAE Año 3, Número 6. Buenaventura, C. (Ed.). Guayaquil, Ecuador. pp. 2 – 5.
11. CINCAE, 1999. Programa de Variedades. Carta Informativa Año 1 No. 2. Guayaquil, Ecuador. 8 p.

12. CINCAE, 1999. Programa de Variedades. Carta Informativa Año 1 No.

5. Guayaquil, Ecuador. 12 p.

13. CINCAE, 1999. Programa de Variedades. Carta Informativa Año 1 No.

7. Guayaquil, Ecuador. 12 p.

14. COX, M.; HOGARTH, M.; SMITH, G. 2000. Cane Breeding and Improvement. En: Manual of Canegrowing. Hogarth y Allsopp (Eds.).

BSES. Australia. pp. 91 – 110.

15. FAUCONNIER, R; BASSEREAU, D. 1975. La Caña de Azúcar. Blume.

Barcelona, España. 433 p.

16. HEINZ, D.J. 1987. Sugarcane Improvement Through Breeding.

Elsevier. Amsterdam. 413p.

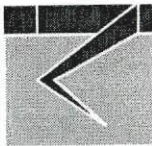
17. JORGE, H.; GONZALEZ, R; CASAS, M.; JORGE, I. 2002. Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de

Azúcar en Cuba. INICA. Cuba. 315 p.



18. Servicio de Información y Censo Agropecuario del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAG). (www.sica.gov.ec). Datos de la Industria Azucarera del Ecuador.
19. MOORE, P. 1987. Anatomy and Morphology. En: Sugarcane Improvement Through Breeding. Elsevier. Amsterdam. pp. 85 -142.
20. ROACH, B.T.; DANIELS, J. 1987. A Review of the Origin and Improvement of Sugarcane. En Copersucar International Sugarcane Breeding Workshop. Copersucar. Brasil. pp. 1 – 33.
21. SILVA, E. 2003. Morfología y Fisiología de la Caña de Azúcar. En: Memorias del Curso: "El Cultivo de la Caña de Azúcar en Ecuador". Buenaventura, C. (Ed.). AETA. Guayaquil, Ecuador. pp. 1 – 13.
22. SUBIRÓS, F. 1995. El Cultivo de la Caña de Azúcar. San José, Costa Rica. EUNED. 418 p.

ANEXOS

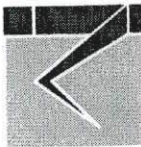


CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DEL ECUADOR
LABORATORIO DE QUÍMICA: CONTRL DE CALIDAD DE JUGOS
FECHA RECEPCIÓN MUESTRA: Agosto 28 del 2003

ENSAYO: Estado IV 1998; Localidad: Ingenio San Carlos Cantero: 030233

Muestra	Sample ID	EBrix	PoValue	EPol	Purity	Pol Ratio	Lb. Az. TC	Lb. Az. TCF	KG. AZ/TC
1	201	20.95	67.90	16.28	77.71	10.64	207.21	165.77	75.2
2	202	20.45	70.80	17.01	83.18	9.67	227.87	182.30	82.7
3	203	18.94	36.22	8.76	46.25	43.27	50.95	40.76	18.5
4	204	21.26	66.74	15.98	75.16	11.14	197.90	158.32	71.8
5	205	20.84	72.67	17.43	83.64	9.41	234.41	187.53	85.1
6	206	21.42	64.90	15.53	72.50	11.83	186.33	149.07	67.6
7	207	19.77	67.69	16.31	82.50	10.15	217.22	173.78	78.8
8	208	20.44	74.23	17.83	87.23	8.94	246.72	197.38	89.6
9	209	18.27	68.46	16.59	90.80	9.36	235.48	188.38	85.5
10	210	17.41	63.24	15.38	88.34	10.27	214.57	171.66	77.9
11	211	20.21	70.39	16.93	83.77	9.67	227.94	182.35	82.7
12	212	20.97	74.81	17.93	85.50	9.00	244.83	195.86	88.9
13	213	21.52	65.61	15.69	72.91	11.65	189.21	151.37	68.7
14	214	22.08	80.78	19.28	87.32	8.26	266.96	213.57	96.9
15	215	21.1	76.43	18.31	86.78	8.73	252.50	202.00	91.7
16	216	19.68	43.33	10.44	53.05	26.38	83.56	66.85	30.3
17	217	18.21	59.39	14.4	79.08	11.86	185.82	148.65	67.4
18	218	21.61	79.08	18.91	87.51	8.41	262.20	209.76	95.2
19	219	20.15	70.60	16.98	84.27	9.60	229.56	183.64	83.3
20	220	21.44	67.63	16.18	75.47	10.97	201.06	160.84	73.0
21	221	19.27	64.52	15.57	80.80	10.79	204.23	163.38	74.1
22	222	18.58	63.94	15.48	83.32	10.62	207.62	166.09	75.4
23	223	21.5	79.27	18.96	88.19	8.34	264.22	211.37	95.9
24	224	22.24	82.39	19.65	88.35	8.04	274.17	219.34	99.5
25	225	22.82	83.01	19.75	86.55	8.11	271.88	217.50	98.7
26	226	21.82	71.37	17.05	78.14	10.11	217.97	174.38	79.1
27	227	22.36	71.92	17.14	76.65	10.22	215.76	172.61	78.3
28	228	21.6	76.61	18.32	84.81	8.86	248.78	199.02	90.3
29	229	20.21	70.66	16.99	84.07	9.61	229.31	183.45	83.2
30	230	22.08	78.70	18.78	85.05	8.63	255.52	204.41	92.7





CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DEL ECUADOR
LABORATORIO DE QUÍMICA: CONTRL DE CALIDAD DE JUGOS
FECHA RECEPCIÓN MUESTRA: Agosto 29 del 2003

ENSAYO: Estado IV 1998; Localidad: Ingenio San Carlos Cantero: 060233

Muestra	Sample ID	Brix	PoIValue	PoI	Purity	PoI Ratio	Lb. Az. TC	Lb. Az. TCF	KG. AZ/TC
1	301	20.58	80.19	19.25	93.54	7.93	278.12	222.50	101.0
2	303	18.34	66.24	16.05	87.51	9.91	222.56	178.05	80.8
3	304	17.93	62.64	15.2	84.77	10.68	206.34	165.07	74.9
4	305	20.57	78.75	18.91	91.93	8.15	270.42	216.33	98.2
5	306	20.22	76.93	18.5	91.49	8.36	263.80	211.04	95.8
6	307	19.82	73.72	17.76	89.61	8.82	250.02	200.01	90.8
7	308	20.78	78.72	18.88	90.86	8.22	268.07	214.46	97.3
8	309	20.41	77.82	18.7	91.62	8.26	266.87	213.50	96.9
9	310	20.11	71.42	17.18	85.43	9.40	234.45	187.56	85.1
10	311	19.94	72.37	17.42	87.36	9.14	241.29	193.03	87.6
11	312	21.35	78.62	18.82	88.15	8.41	262.20	209.76	95.2
12	313	21.8	84.61	20.21	92.71	7.59	290.46	232.37	105.4
13	315	22.03	85.01	20.29	92.10	7.59	290.48	232.38	105.4
14	316	21.6	85.20	20.37	94.31	7.46	295.70	236.56	107.3
15	317	17.66	60.98	14.82	83.92	11.04	199.78	159.82	72.5
16	318	19.21	69.37	16.75	87.19	9.51	231.71	185.37	84.1
17	319	21.78	85.21	20.36	93.48	7.50	294.05	235.24	106.7
18	320	19.2	70.81	17.1	89.06	9.19	239.81	191.84	87.0
19	321	17.11	57.34	13.96	81.59	11.95	184.43	147.55	66.9
20	322	21.33	81.57	19.52	91.51	7.92	278.38	222.70	101.0
21	324	21.37	81.06	19.4	90.78	8.01	275.32	220.25	99.9
22	325	21.33	81.58	19.53	91.56	7.91	278.61	222.89	101.1
23	326	21.83	85.82	20.5	93.91	7.43	296.86	237.49	107.8
24	327	20.42	74.03	17.79	87.12	8.96	245.96	196.77	89.3
25	328	22.74	87.74	20.88	91.82	7.39	298.38	238.70	108.3
26	329	19.64	68.59	16.53	84.16	9.87	223.28	178.63	81.0
27	330	21.58	82.69	19.77	91.61	7.81	282.13	225.70	102.4

ANEXO B

FORMATO DE ENCUESTA PARA LA EVALUACIÓN PARTICIPATIVA

EVALUACION PARTICIPATIVA DE CLONES DE CAÑA DE AZÚCAR. ESTADO IV 1998

Evaluador: Fecha:
Ingenio: Cantero:

PARCELA:

Escala de evaluación:

1: Muy bueno, 2: Bueno, 3: Regular, 4: Malo, 5: Muy malo

Característica	Calificación
Población	
Altura de Planta	
Volcamiento	
Deshoje	
Pelusa	
Rajadura	
Estimado de Producción de caña	
Aspecto general	

Comentarios: