ISSN 0120-5846

cenicaña

Serie Técnica
No. 30

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN
DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA**

Características agronómicas y de productividad de la variedad Cenicaña Colombia (CC) 85-92

Cali, Colombia
Agosto de 2002

Características agronómicas y de productividad de la variedad Cenicaña Colombia (CC) 85-92

Jorge I. Victoria K.[1]
Alvaro Amaya E.[1]
Hernando Rangel J.[1]
Carlos A. Viveros V.[1]
Clímaco Cassalett D.[1]
Javier Carbonell G.[2]
Rafael Quintero D.[3]
Ricardo Cruz V.[3]
Camilo H. Isaacs E.[2]
Jesús Larrahondo A.[2]
Carlos A. Moreno G.[2]
Alberto Palma Z.[2]
Claudia Posada C.[2]
Fernando Villegas T.[3]
Luis A. Gómez L.[1]

Cali, Colombia
Agosto de 2002

---

(1) *Victoria K.*, Director del Programa de Variedades desde 2000, Fitopatólogo Ph.D.; *Amaya E.*, Fitomejorador 1982-1998, Director del Programa 1998-2000, actual Director General de Cenicaña, Fitomejorador Ph.D.; *Rangel J.*, Fitomejorador Ph.D.; *Viveros V.*, Fitomejorador M.Sc.; *Cassalett D.*, Director del Programa 1979-1998, Fitomejorador Ph.D.; *Gómez L.*, Entomólogo Ph.D. Todos del Programa de Variedades.

(2) *Carbonell G.*, Superintendente del Centro Experimental , Ing. Agrí. M.Sc.; *Isaacs E.*, Jefe del Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología, Ing. Agr.; *Larrahondo A.*, Químico Jefe del Programa de Fábrica, Químico Ph.D.; *Moreno G.*, Biometrista, Estadístico M.Sc. del Servicio de Análisis Económico y Estadístico (SAEE); *Palma Z.*, Biometrista, Matemático M.Sc. del SAEE; *Posada C.*, Economista del SAEE.

(3) Q*uintero D.*, Edafólogo, Ing. Agr. M.Sc.; *Cruz V.*, Ingeniero de Suelos y Aguas, Ing. Agrí. M.Sc.; *Villegas T.*, Ingeniero de Mecanización Agrícola, Ing. Agrí. M.Sc. Todos del Programa de Agronomía.

Publicación Cenicaña
ISSN 0120-5846

Victoria K., J.I.; Amaya E., A.; Rangel J., H.; Viveros V., C.A.; Cassalett D., C.; Carbonell G., J.; Quintero D., R.; Cruz V., R.; Isaacs E., C.H.; Larrahondo A., J.; Moreno G., C.A.; Palma Z., A.; Posada C., C.; Villegas T., F.; Gómez L., L.A. 2002. Características agronómicas y de productividad de la variedad Cenicaña Colombia (CC) 85-92. Cali, Cenicaña. 78 p.

Estación Experimental San Antonio de los Caballeros:
Vía Cali-Florida, km 26
Tel: (2) 664 8025
Fax: (2) 664 1936
buzon@cenicana.org
www.cenicana.org

Dirección para correspondencia :
Calle 58 norte no. 3BN-110
Cali, Valle del Cauca

2400 ejemplares
Impreso en Colombia

Presentación

Uno de los componentes básicos en la producción de caña y azúcar son las variedades. Cada vez se requieren mejores variedades en términos de productividad y rentabilidad. La agroindustria azucarera al crear a CENICAÑA definió como una de las prioridades de investigación el desarrollo de nuevas variedades y su manejo agronómico para asegurar la sostenibilidad y competitividad del sector. Hoy, luego de 25 años de existencia del Centro, las variedades evaluadas y producidas por CENICAÑA están sembradas en el 80% del área. En el año 2001 las variedades producidas por el Centro (variedades CC) contribuyeron en 49% del área total cosechada con una ventaja adicional en relación con las demás variedades de 1.5 toneladas de azúcar por hectárea.

CENICAÑA, por medio de esta publicación, pone a disposición del sector azucarero los resultados y análisis de la investigación que generaron la adopción de la variedad CC 85-92 con el propósito de suministrar a los ingenios y cultivadores elementos de decisión para su ubicación y manejo agronómico futuro. La información incluye su genealogía, resultados experimentales y comerciales en diferentes condiciones agroecológicas, evaluación de varias prácticas de manejo agronómico, comportamiento respecto a plagas y enfermedades, así como su adopción y productividad de acuerdo con el perfil de los productores.

Aunque los beneficios de una tecnología se deben reflejar en la rentabilidad final, la información disponible de los costos en todas las fases del proceso agroindustrial es parcial y no facilita un análisis económico para todas las situaciones. Con las metodologías de análisis económico desarrolladas por CENICAÑA se han hecho los análisis con la información de costos suministrada por ingenios y cultivadores. Así mismo, las condiciones agroecológicas difieren lo cual se refleja en costos y rentabilidades diferentes y no se pueden generalizar los resultados. Con el compromiso de ingenios y cultivadores esperamos tener cada vez mayor información de costos que permitirá lograr evaluaciones económicas más integrales.

Es interés de CENICAÑA continuar con la publicación de los resultados de las nuevas variedades. Estas serán cada vez más específicas para determinadas zonas agroecológicas dentro de un enfoque de desarrollo y transferencia tecnológica de agricultura específica por sitio. Esta es una de las fortalezas de la industria para afrontar el reto de la competitividad y la sostenibilidad futuras.

La variedad CC 85-92 se encuentra sembrada en 82,500 hectáreas, equivalentes al 40% del área total sembrada en la zona azucarera. En el año 2001 se cosecharon 53,600 hectáreas con edad promedio de 12.2 meses. En relación con el promedio general de las demás variedades cosechadas, en 2001 la variedad CC 85-92 tuvo un rendimiento (%) superior en 0.27 unidades, 16.27 toneladas de caña por hectárea (TCH) más y 2.3 toneladas de azúcar por hectárea (TAH) adicionales.

El desarrollo de nuevas variedades es el fruto de un trabajo integral en el cual participan los investigadores del Centro, los técnicos de los ingenios y los cultivadores. La investigación involucra no sólo a los fitomejoradores, sino también a investigadores de las diferentes disciplinas como genética, fitopatología, entomología, biotecnología, agronomía, suelos, manejo de aguas y drenaje, ingeniería de procesos de fábrica, estadística, economía, los servicios de informacion y la transferencia de tecnología con la participación activa de los técnicos de los ingenios y los cultivadores. Esta ha sido la filosofía de trabajo de CENICAÑA. Se busca de esta manera tener cada vez metas mejor definidas y acelerar el proceso y conocimiento del producto tecnológico en desarrollo para aprovechar mejor las variedades. Este ha sido el camino recorrido en el desarrollo de la variedad CC 85-92.

Los resultados y análisis aquí presentados son conocidos por la gran mayoría de los usuarios. Ellos han participado de una u otra forma en su desarrollo. A su vez, el Centro ha venido difundiendo los avances de investigación a través de sus publicaciones periódicas y con la interacción formal e informal con ingenios y cultivadores, actividad que el Centro fortalecerá en su proyección de corto y mediano plazos.

Esta publicación es una recopilación con el análisis de la información básica de la variedad CC 85-92 que esperamos sirva de orientación para que ingenios y cultivadores tengan mejores elementos de decisión para aprovechar los beneficios que esta nueva variedad ofrece al sector azucarero. Es, en otras palabras, una publicación de referencia. Hemos tenido el interés de incluir los temas de mayor relevancia y como tal la publicación puede ser corta en detalles que esperamos suplir a través de la interacción del personal del Centro con los usuarios de la variedad y complementarla en el futuro cercano a través de internet.

La experiencia vivida en el desarrollo de una variedad como la CC 85-92, en la cual participaron investigadores, técnicos de los ingenios y cultivadores, muestra

que la unión de esfuerzos y la unidad de objetivos conllevan beneficios para todo el sector. En los momentos actuales, cuando la industria azucarera enfrenta la globalización, bajos precios y el reto de mantener su competitividad, conviene continuar con la unión de esfuerzos en beneficio de todo el sector.

El Centro agradece a todos los investigadores y funcionarios que de una u otra forma participaron en el desarrollo de la variedad y en la elaboración de esta publicación, a los técnicos de los ingenios y a los cultivadores que colaboraron directamente en la planeación y apoyo logístico para las evaluaciones de campo y fábrica así como en la participación en el análisis y la discusión de los resultados aquí presentados.

Los avances obtenidos con este desarrollo son la base para afinar el desarrollo de nuevas variedades, ajustar metodologías y transferir los resultados dentro de un enfoque de agricultura específica por sitio.

ALVARO AMAYA ESTÉVEZ

Director General

Contenido

Página

Resumen 1
Introducción 3
Genealogía 4
Morfología 4
Establecimiento 6
Preparación de suelos 6
Distancias de siembra 6
Producción de semilla 7
Desarrollo de plantas 7
Control de malezas 7
Fertilización en el establecimiento y en la fase de producción 8
Suelos 8
Extracción de nutrimentos 8
Resultados experimentales 10
Adaptación a diferentes condiciones de suelo 12
Respuesta a la aplicación de riego 15
Comportamiento sanitario 16
Insectos plaga 16
Enfermedades 17
Respuesta a la aplicación de maduradores 20
Efectos en la producción 20
Reacción del follaje 21
Evaluación de la producción 22
Evaluación regional 22
Productividad a escala experimental por zona agroecológica 24
Productividad comercial por zona agroecológica 28
Zonas agroecológicas donde la variedad CC 85-92 presenta la mejor productividad 23
Variabilidad de la productividad 41

Comportamiento en la cosecha 44
Análisis de calidad 44
Efecto de la edad de cosecha en el contenido de sacarosa 45
Análisis de la cosecha manual 51
Análisis de la cosecha mecanizada 52
Caña y residuos en el campo después de la cosecha 54
Análisis económico de la variedad CC 85-92
con dos sistemas de cosecha 54
Adopción de la variedad CC 85-92 por la industria azucarera 61
Productividad según subgrupo de productores 64
Factores que influyen en la adopción 67
Categorías de adoptadores 68
Ubicación de adoptadores 70
Análisis de la producción comercial de variedades en 2001 72
Agradecimientos 75
Referencias bibliográficas 77

Características agronómicas y de productividad de la variedad Cenicaña Colombia (CC) 85-92

Resumen

El Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña) inició en 1980 el programa de cruzamientos y a partir de 1981 el proceso de selección de variedades. En 1985 fue seleccionado el clon Cenicaña Colombia (CC) 85-92 que a partir de 1999 pasó a ser la primera variedad comercial en área sembrada por la industria azucarera de Colombia en el valle del río Cauca. En 2001 esta variedad se encontraba en el 32% del área total cosechada y con ella se alcanzó una productividad en azúcar superior 12.8% con respecto al promedio general de la agroindustria, situación que sólo tiene como antecedente lo ocurrido en la década de los años ochenta cuando la variedad CP 57-603 reemplazó a la variedad POJ 2878. En relación con el promedio general de las demás variedades cosechadas, en 2001 la variedad CC 85-92 representó aumentos de 16.75 TCH, 0.27 puntos porcentuales de rendimiento, 1.36 TCHM, 2.3 TAH y 0.186 TAHM. Las cifras anteriores significaron 123,344 toneladas de azúcar por un valor total de US$40.7 millones adicionales. En 2000, el valor adicional obtenido había sido de aproximadamente US$26 millones. Cenicaña, teniendo en cuenta la importancia que la variedad CC 85-92 tiene para la industria azucarera colombiana, presenta en esta Serie Técnica los resultados de las principales investigaciones y los aspectos relacionados con su obtención, siembra, fertilización, riego, comportamiento sanitario, maduración, cosechas manual y mecánica, comportamiento regional en pruebas experimentales y a escala comercial en el período 1990-2000 y en 2001. Se incluyen un análisis de la edad óptima de cosecha en diferentes zonas agroecológicas, un análisis económico de las cosechas manual y mecanizada, y la información sobre la adopción de la variedad.

Palabras clave: caña de azúcar, mejoramiento, variedad, productividad, cultivo.

Introducción

En 1999, la variedad Cenicaña Colombia (CC) 85-92, resultante del Programa de Mejoramiento Genético del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña), fue la más sembrada y la más productiva de todas las variedades cosechadas en el valle geográfico del río Cauca. En diciembre de ese año, los ingenios y proveedores la habían sembrado en 43,300 hectáreas, equivalentes al 23% del área con caña. Este hecho marcó un momento especial en la historia de Cenicaña, ya que fue la primera variedad CC en área sembrada. Esta variedad comenzó a ser difundida en la región azucarera de Colombia en 1992 y desde 1996 es la más utilizada para la renovación del cultivo.

Como consecuencia de los buenos resultados de las siembras en los años anteriores, en 2001 nuevamente esta variedad presentó la mayor área de siembra y fue la más cosechada. Su alta productividad en azúcar, en promedio, de 1.15 toneladas por hectárea por mes (TAHM), se debió, principalmente, a su amplio rango de adaptación, no obstante, éste no fue igual en todos los sitios.

En esta Serie Técnica, Cenicaña presenta los resultados más sobresalientes de las investigaciones realizadas con la variedad CC 85-92, destacando los aspectos relacionados con su obtención, prácticas de cultivo, comportamiento sanitario, tipos de cosecha, comportamiento regional en pruebas experimentales y la validación a escala comercial entre 1990 y 2001. Se incluyen, también, un análisis de la edad óptima de cosecha en diferentes zonas agroecológicas, un análisis económico de las cosechas manual y mecanizada, y la información sobre la adopción de la variedad.

Genealogía

La variedad CC 85-92 se originó por policruzamiento de la variedad Co 775, utilizada como madre, con un conjunto de variedades conocidas utilizadas como padre, aunque no se sabe exactamente cuál de éstas fecundó la flor que dio origen a la semilla de la variedad CC 85-92 (Figura 1).

En su genealogía se encuentra la variedad POJ 2878, que ha sido utilizada en el mundo como progenitor y en Colombia ha mostrado amplia adaptación. Entre los ancestros se encuentran materiales tanto *de Saccharum officinarum* como de *S. spontaneum*.

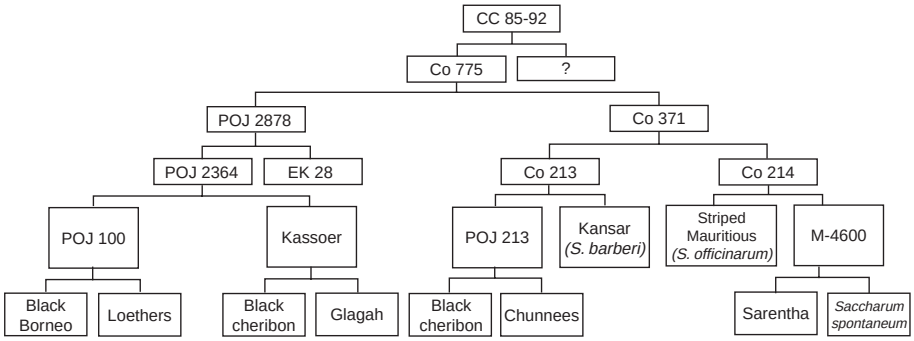

Figura 1. Genealogía de la variedad de caña de azúcar CENICAÑA COLOMBIA (CC) 85-92.

Morfología

La variedad CC 85-92 tiene crecimiento ligeramente inclinado o decumbente, presentando un alto macollamiento. El tallo tiene entrenudos de coloración morada cuando están expuestos al sol (Figura 2), y morada-amarilla cuando aún no han recibido la luz solar. Los entrenudos, a la altura del tercio medio del tallo, miden, en promedio, 12 cm, con un rango entre 9 y 15 cm y tienen un diámetro promedio de 32 mm, con un rango entre 28 y 36 mm. Su forma es coneiforme con una ligera disposición en zigzag, su textura es lisa, con ausencia de yema y escasa presencia de cera. La yema tiene forma ovalada y no sobrepasa el anillo de crecimiento.

Figura 2. Tallos erectos de la variedad CC 85-92 ligeramente expuestos al sol. Nótese el color morado de los tallos.

La hoja tiene ápice curvo y el promedio del ancho de la lámina foliar, medido en la parte media de la hoja +3, es de 7 cm, con valores entre 6 y 8 cm. La copa foliar presenta un volumen denso y su tonalidad es verde-oscura. La lígula es creciente. Las aurículas son lanceoladas y su distribución es asimétrica. El cuello tiene forma normal y su color es verde. La yagua o vaina presenta una escasa pubescencia dorsal. El cogollo es de color verde-oscuro y el promedio de su longitud, medido desde la yagua completamente adherida al entrenudo y la hoja con la primera lígula visible (TVD), es de 80 cm. Es una variedad de fácil deshoje.

Establecimiento

Preparación de suelos

Las labores de preparación de suelos para la siembra de la variedad CC 85-92 son iguales a las requeridas para el cultivo de la caña en general, e incluyen, principalmente, el arado y el pase de rastrillo con la finalidad de permitir la buena aireación y la construcción de los surcos para la siembra.

La adecuación de los lotes tiene como objetivo principal el acondicionamiento del suelo de acuerdo con la pendiente necesaria para el establecimiento de las infraestructuras de riego y drenaje. En zonas planas, la pendiente debe variar entre 3 y 5 por mil para facilitar el riego por gravedad y la evacuación rápida de los excesos de agua por medio de canales o acequias recibidores. En las zonas de piedemonte, donde la pendiente natural es mayor, la adecuación se limita a mejorar el relieve y a construir la red de canales de riego y drenaje, así como a seleccionar la dirección del surco y la pendiente que es determinada por las características del terreno.

Distancias de siembra

La variedad CC 85-92, como todas las variedades de caña de azúcar altamente productivas, es susceptible a volcamiento. Una alternativa para prevenirlo es disminuir la altura de los tallos y aumentar el macollamiento, lo que se consigue con menores densidades mediante la ampliación de la distancia entre cada paquete de siembra. En un Alfisol del conjunto Tortugas, con distancias hasta de 18 m entre paquetes de 30 trozos de tallos, esta variedad no presentó volcamiento y durante dos cortes produjo una cantidad de caña igual o mayor que la obtenida con las distancias normalmente utilizadas en cultivos comerciales. Estos resultados indicaron que en las siembras comerciales se utiliza una cantidad excesiva de semilla, lo que también fue comprobado en condiciones semicomerciales al comparar la siembra de plántulas a 80 cm entre yemas con las siembras convencionales con bandereo a 12 m. No se han registrado reducciones significativas en la producción por disminuir las densidades de siembra (33).

Producción de semilla

En el sistema tradicional de siembra, la tasa de multiplicación de semilla (trozos) es de 1:10 en cortes cada siete u ocho meses. Es decir, en dos años a partir de 1 ha de semillero se puede obtener material suficiente para establecer 1,000 ha de campos comerciales. Debido a la excelente calidad del material que es posible producir en campos sanos de la variedad CC 85-92 y a sus altas tasas de macollamiento, es factible alcanzar una tasa de 1:12 (1 ha de semillero para 12 ha de cultivo comercial). En semilleros de 8 meses de edad esta variedad produjo 91 t/ha de semilla, equivalentes a un total de 7,000 paquetes de 30 trozos cada uno.

Desarrollo de plantas

Aunque la tasa de germinación y el desarrollo de la variedad CC 85-92 pueden ser inferiores a los de otras variedades comerciales, su crecimiento posterior y el desarrollo de los tallos es mayor. En condiciones similares de manejo, en un suelo Palmeras (Vertic Ustropept) de la Estación Experimental San Antonio de Cenicaña esta variedad presentó un mes después de la siembra una tasa de germinación de 47%, siendo ligeramente inferior a la de la variedad MZC 74-275 (51%). Doce meses después de la siembra, la población de tallos/ha de la primera variedad era de 90,000, mientras que la población en la segunda era de 105,000. A esta misma edad, la variedad CC 85-92 presentó el mayor crecimiento de tallos (300 cm) con un diámetro promedio de 33 mm, mientras que los tallos en la variedad MZC 74-275 medían 243 cm con un diámetro de 32 mm y en la variedad CC 85-68 medían 229 cm y 37 mm, respectivamente. El desarrollo de las variedades en la primera soca fue similar al observado en la plantilla.

Control de malezas

La capacidad de la planta de caña de azúcar para competir con las malezas está relacionada con la variedad. La variedad CC 85-92 compite favorablemente con las malezas debido a su rápido desarrollo, follaje frondoso y buen macollamiento.

El control de malezas en socas y en plantilla puede ser mecánico con palas o azadones, aunque este sistema es más común en las socas que en la plantilla,

ya que en este último caso se pueden ocasionar daños a las plántulas. En áreas extensas esta labor se puede hacer en forma eficiente y a bajo costo con rastrillo de discos o escardillos (chuzos). El uso de este último implemento es más eficiente cuando la planta de caña aún no se ha desarrollado y se presenta una baja humedad en el suelo, ya que existe el riesgo de compactación del suelo por el uso de la maquinaria y con frecuencia las malezas rebrotan.

En la actualidad existen herbicidas que se utilizan con éxito en el control de malezas en el cultivo de la caña de azúcar. El uso de estos productos hace parte de las labores normales de cultivo en la mayoría de los campos de ingenios y cultivadores del valle geográfico del río Cauca. En el caso específico de la variedad CC 85-92, en estado de preemergencia en plantilla o soca se puede utilizar Gesapax Combi 500 FW o 2.4-D, y en posemergencia Diuron 500 o Gesapax Combi 500 FW. En todos los casos se deben consultar las recomendaciones sobre dosis, métodos y épocas de aplicación del producto.

Fertilización en el establecimiento y en la fase de producción

Suelos

La caña de azúcar se puede desarrollar en forma satisfactoria en una gran variedad de condiciones edáficas, pero se desarrolla mejor en suelos francos o franco-arcillosos, bien drenados y profundos, con pH entre 5.5 y 6.5 (3). Suelos con valores de pH inferiores a 5.5 pueden limitar la producción por la presencia de niveles altos de aluminio (Al) intercambiable y micronutrimentos como hierro (Fe) y manganeso (Mn) que pueden producir fitotoxicidad a la planta. En suelos con valores de pH mayores que 8 se presentan niveles altos de sodio (Na) intercambiable que pueden causar toxicidad a las plantas e inducir cambios en las condiciones físicas del suelo, reduciendo la porosidad lo que resulta en drenajes muy pobres y en una conductividad hidráulica muy lenta.

Extracción de nutrimentos

Por cada 100 t de tallos molederos, hojas y yaguas adheridas producidos en plantilla y primera soca, la variedad CC 85-92 extrae del suelo grandes cantidades de potasio (K) y de nitrógeno (N) (Cuadro 1), y la cantidad extraída del primer nutrimento es aproximadamente el doble que la del segundo.

Cuadro 1. Producción de partes de la planta y extracción de nutrimentos por cada 100 toneladas de tallos de caña de la variedad CC 85-92 cosechadas. Valle del río Cauca, Colombia.

Variables	Partes de la planta			Total
	Tallos	Hojas	Yaguas	
Peso húmedo (t)	100	17	10	127
Humedad (%)	67	47	52	æ
Nitrógeno (kg)	67	30	14	111
Fósforo (kg)	18	3	3	24
Potasio (kg)	117	54	28	199
Calcio (kg)	19	29	12	60
Magnesio (kg)	26	16	10	52
Hierro (g)	2503	3229	1700	7432
Manganeso (g)	576	1131	448	2155
Cinc (g)	81	25	13	119
Cobre (g)	346	113	47	506

Por cada 100 t de tallos cosechados se producen 17 t de hojas y 10 t de yaguas. Si además se consideran las hojas y las yaguas secas y las desprendidas de los tallos que caen en los entresurcos, más las puntas de los tallos que hacen parte de los cogollos, se puede estimar que la cantidad de residuos de cosecha producidos por cada 100 t de tallos molederos de la variedad CC 85-92 es superior a 27 t.

Teniendo en cuenta los contenidos de elementos mayores y menores en las hojas y las yaguas de la caña, se estima que con la incorporación de los residuos de cosecha se reciclan al suelo cantidades equivalentes (%) de N (40), P (25), K (41), Ca (68) y Mg (50) de los totales que extrae el cultivo. Estos elementos reciclados, junto con la incorporación y posterior descomposición de los residuos del cultivo, contribuyen al mejoramiento de la fertilidad y al mantenimiento de la productividad de la mayoría de los suelos de la parte plana del valle geográfico del río Cauca.

Las extracciones de nutrimentos totales por parte de la variedad CC 85-92 dan una idea de la importancia que ellos tienen en la producción y del riesgo que existe si alguno llega a ser limitativo, cuando no se sigue un plan de fertilización de acuerdo con las características del suelo, las condiciones del clima y los requerimientos según el estado del cultivo.

Resultados experimentales

La variedad CC 85-92 fue incluida en los programas de investigaciones sobre fertilización a partir de 1994, un año antes que alcanzara un área sembrada de 5,749 hectáreas y empezara a figurar como variedad comercial. A partir de enero de 1999 se consolidó como la primera variedad sembrada en el valle del río Cauca (22). Las investigaciones con esta variedad se han orientado hacia la determinación de las dosis óptimas de N y K, la adaptación a diferentes condiciones de suelo y las formas más eficientes de aplicación de N en el suelo.

Fertilización con nitrógeno. Las investigaciones con la variedad CC 85-92 en diferentes condiciones de clima y suelo mostraron, de manera general, que en plantilla los mejores resultados se alcanzan con la aplicación de dosis de N entre 120 y 160 kg/ha en suelos con contenidos de materia orgánica (M.O.) de 2.3%, y con dosis entre 80 y 160 kg/ha en suelos con contenidos de M.O. superiores que 3%. En socas, la mejor respuesta se obtuvo con la aplicación entre 120 y 240 kg/ha de N en suelos con contenidos inferiores que 3.4% de M.O., mientras que en suelos con contenidos iguales o mayores que 3.7% de M.O. la respuesta al N tendió a disminuir, y por tanto no se justificaron aplicaciones de N por encima de 180 kg/ha (26).

Se debe indicar que la respuesta de la variedad CC 85-92 a la aplicación de N depende de las condiciones de clima y suelos y del número de corte, en consecuencia, las dosis de este nutrimento sugeridas en las tablas de recomendaciones que aparecen en la primera aproximación (24) pueden ser consideradas como una guía para adelantar planes de fertilización en esta variedad.

La eficacia del uso de N depende no solamente de la dosis aplicada sino también de factores como la forma de aplicación, la fuente del fertilizante y la época de aplicación. Por ejemplo, la incorporación del N en el suelo disminuye las pérdidas por volatilización, especialmente en suelos ligeramente alcalinos

con contenidos altos de Ca intercambiable; sin embargo, en ocasiones es imposible hacer aplicaciones mecanizadas por la excesiva humedad y se debe recurrir a aplicaciones manuales, las cuales es necesario hacer en bandas superficiales a 20 ó 25 cm de las cepas o tallos y no a voleo (26).

Fertilización con fósforo. En los suelos de la parte plana del valle geográfico del río Cauca la respuesta de la caña de azúcar a la aplicación de fósforo ha sido baja. No obstante, cuando el contenido de este nutrimento en forma disponible en el suelo se encuentra entre 5 y 10 ppm se recomienda aplicar entre 30 y 50 kg/ha de P_2O_5, y cuando es menor que 5 ppm se recomienda aplicar 50 kg/ha (14).

Fertilización con potasio. En suelos Nima (Entic Haplustolls - grupo de manejo no. 3) con bajos contenidos de K intercambiable, Juanchito (Vertic Tropic Fluvaquents - grupo de manejo no. 9) con contenido medio de K intercambiable y Guadualito (Fluvaquentic Haplustolls - grupo de manejo no. 2) con altos contenidos de K intercambiable, se encontró que la respuesta de la variedad CC 85-92 estuvo estrechamente relacionada con el contenido de este nutrimento en forma intercambiable en el suelo, siendo su efecto más significativo en el incremento del contenido de sacarosa de los tallos molederos que en el crecimiento y producción de caña de esta variedad. Además, en un suelo seco Nima ($K_{interc.}$ = 0.14 cmol/kg de suelo), la respuesta a la aplicación de K aumentó a medida que se incrementó la cantidad de N aplicada (26).

En dos suelos Galpón: Typic Pellusterts - grupo de manejo no. 6 ($K_{interc.}$ = 0.27-0.37 cmol/kg), y Burrigá – Ingenio, Typic Pelluderts - Entic Pelluderts; grupo de manejo no. 7 ($K_{interc.}$ = 0.81 cmol/kg) se encontró que a menor contenido de K en el suelo, mayor era la respuesta en producción de caña y azúcar, y contenido de sacarosa a la aplicación de este nutrimento.

Teniendo en cuenta los resultados en producción de azúcar obtenidos con la variedad CC 85-92 en los trabajos anteriores, en suelos con contenidos de K menores que 0.20 cmol/kg se justifica la aplicación entre 60 y 90 kg/ha de K, en suelos entre 0.20 y 0.40 cmol/kg la aplicación de 30 a 60 kg/ha de K, y en suelos con más de 0.40 cmol/kg la aplicación hasta de 30 kg/ha de este nutrimento.

Adaptación a diferentes condiciones de suelo

En los trabajos de CENICAÑA, la variedad CC 85-92 ha sido comparada con variedades comerciales altamente adaptadas a zonas agroclimáticas muy relacionadas con uno o varios grupos de manejo de suelos. Se sabe que los suelos tienen un potencial de producción determinado y cada variedad de caña de azúcar tiene también su potencial genético de producción el cual solamente se expresa cuando se siembra en las condiciones agroclimáticas más apropiadas con el manejo adecuado.

En ensayos realizados en suelos aluviales de alta fertilidad de la parte plana del valle del río Cauca (grupos de manejo 1, 2 y 4) la variedad CC 85-92 superó a las variedades CC 85-68 y 87-434 en producción de caña y azúcar, pero no en el contenido de sacarosa de los tallos (Figura 3). De acuerdo con los promedios de las producciones de azúcar obtenidos con las variedades CC 85-92 y 87-434 en plantilla y dos socas en un Mollisols seco del Ingenio Providencia, se puede decir que éstas se adaptan bien en este tipo de suelos.

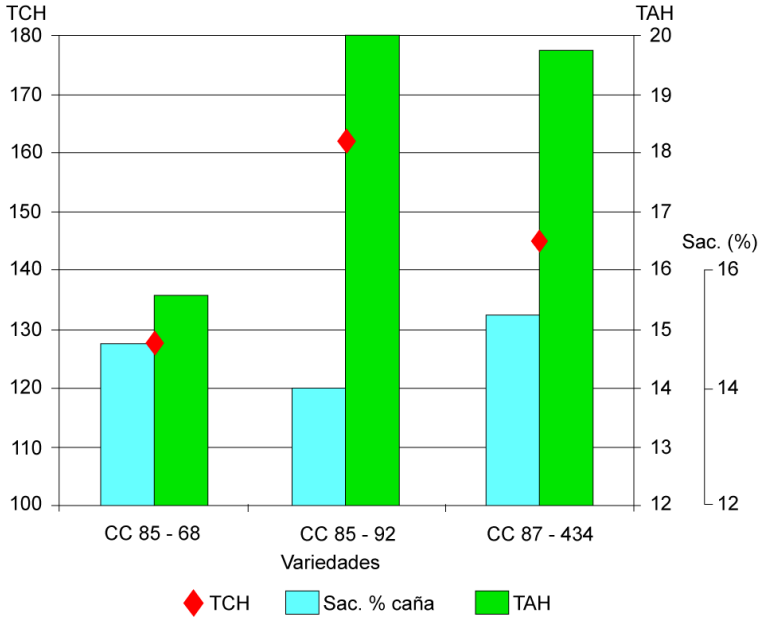

Figura 3. Producciones de caña y de azúcar y contenidos medios de sacarosa de tres variedades en un suelo de transición Palmira (Pachic Haplustolls) y Génova (Entic Haplustolls) en el Ingenio Providencia. Promedios de cinco dosis de N y tres cortes.

En suelos superficiales de piedemonte (grupo de manejo no. 3) de fertilidad mediana a baja y con presencia de grava y piedras en el perfil, la variedad CC 85-92 fue superada por las variedades CC 84-75 y 87-434 en producción de caña y azúcar, y en el contenido de sacarosa de los tallos. En este mismo sitio, la variedad CC 85-92 superó a la CC 85-96 en contenido de sacarosa y en la producción de caña y azúcar.

Los promedios de las producciones de azúcar obtenidos en plantilla y segunda soca con cuatro variedades evaluadas, entre ellas la CC 85-92, en un suelo Nima (Entic Haplustolls) del Ingenio Central Castilla fueron relativamente altos; no obstante, las diferencias observadas entre ellas permiten sugerir que las variedades CC 84-75 y 87-434 son las que mejor se adaptan a estos suelos de piedemonte (Figura 4).

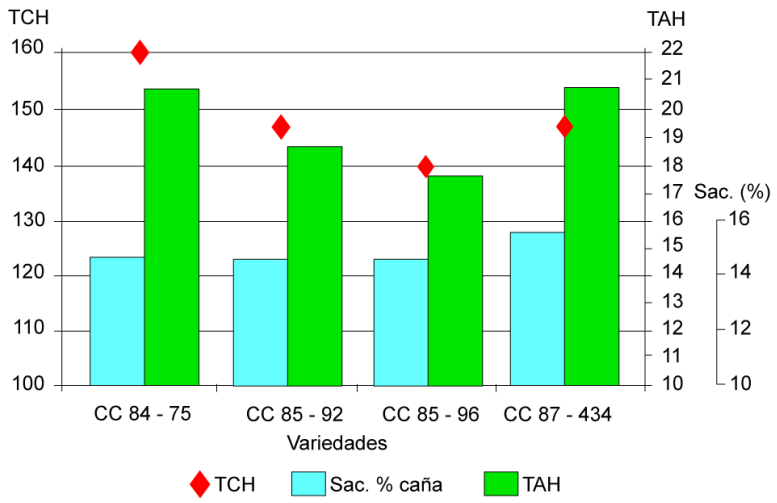

Figura 4. Producciones de caña y de azúcar y contenidos medios de sacarosa de cuatro variedades en un suelo Nima (Entic Haplustolls) en el Ingenio Central Castilla. Promedios de cinco dosis de N y dos cortes.

En suelos altamente arcillosos y húmedos del grupo de manejo no. 7, la variedad CC 85-92 fue superada por la variedad CC 84-56 en producción de caña y azúcar, aunque superó a las variedades V 71-51 y CC 84-56 en el contenido de sacarosa de los tallos. Los resultados obtenidos durante tres cortes

consecutivos en un suelo complejo Burrigá - Ingenio (Typic Pelluderts – Entic Pelluderts, grupo de manejo no. 7) del Ingenio Riopaila mostraron que las variedades CC 84-56 y 85-92 pueden sustituir la variedad V 71-51 en sitios como éste (Figura 5).

En un suelo Pradera (Vertic Ustropepts, del grupo de manejo no. 10) del Ingenio Manuelita se compararon las producciones de la variedad CC 85-92 con las de las variedades PR 61-632 y CC 87-434. Estos suelos se caracterizan por ser arcillosos, muy pobremente drenados y presentar horizontes compactados en el subsuelo. En la Figura 6 se observa que las producciones más altas de caña y azúcar se obtuvieron con la variedad CC 85-92, siendo intermedio su contenido de sacarosa en los tallos. Los promedios de las producciones de azúcar obtenidos en plantilla y primera soca mostraron que esta variedad se adapta bien y, por tanto, puede sustituir adecuadamente a la variedad PR 61-632 en estos suelos.

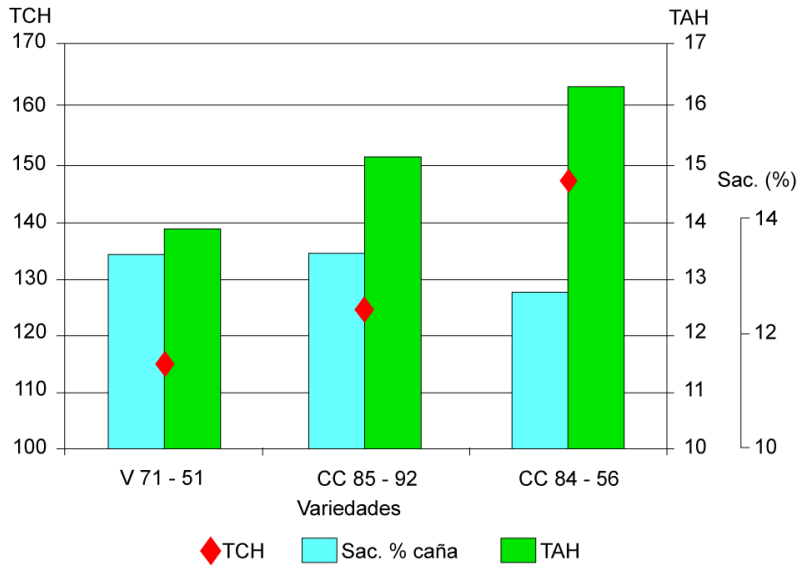

Figura 5. Producciones de caña y de azúcar y contenidos medios de sacarosa de tres variedades en un suelo Burrigá-Ingenio (Typic Pelluderts-Entic Pelluderts) en el Ingenio Riopaila. Promedios de cinco dosis de N y tres cortes.

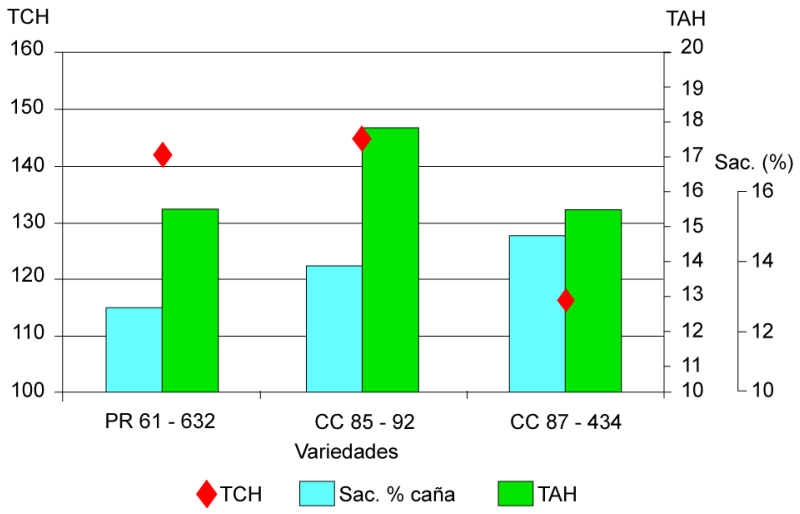

Figura 6. Producciones de caña y de azúcar y contenidos medios de sacarosa de tres variedades en un suelo Pradera (Vertic Ustropepts) en el Ingenio Manuelita. Promedios de cinco dosis de N y dos cortes.

Respuesta a la aplicación de riego

En un suelo Palmeras (Vertic Ustropept - grupo de manejo no. 8) de la estación experimental San Antonio de Cenicaña, se evaluó la respuesta de la variedad CC 85-92 a condiciones de déficit o exceso de humedad. En condiciones de sequía extrema (500 mm/año) y moderada (800 mm/año) esta variedad mostró mayor capacidad de producción de caña y azúcar que las variedades CC 84-75 y MZC 74-275. En producción de caña, la variedad CC 85-92 superó en 54% a la variedad CC 84-75 y en 22% a la variedad MZC 74-275. En condiciones de humedad entre normal y alta (más de 1,200 mm/año), la producción de caña de la variedad CC 85-92 superó en 12% a la variedad CC 84-75 y en 28% a la variedad MZC 74-275.

En los tratamientos semihúmedos (K = 0.7 de 4-10 meses) y húmedo (K = 1.2 de 4-10 meses) no se encontraron diferencias apreciables entre variedades en relación con la producción de azúcar recuperable estimado (ARE%).

En términos generales, se considera que en condiciones de precipitación anual entre 1000-1200 mm, los riegos en la variedad CC 85-92 se pueden programar usando los valores K = 0.3 entre los 2 y 4 meses, y K = 0.7 entre los 4 y 10 meses de edad del cultivo. En condiciones de alta precipitación la programación de los riegos para esta variedad se puede realizar con un factor K = 0.3 de 2-4 meses y K = 0.5 de 4-10 meses. En condiciones de baja disponibilidad de agua para riego, la variedad CC 85-92 es menos afectada que las variedades CC 84-75 y MZC 74-275, mientras que en condiciones de humedad excesiva, la primera presenta una mayor capacidad de producción que las otras dos. Esto indica que la variedad CC 85-92 posee una alta capacidad de adaptación en diferentes ambientes de humedad en el suelo.

Comportamiento sanitario

Insectos plaga

La información sobre la reacción de la variedad CC 85-92 a los insectos plaga más comunes en el Valle del Cauca se obtuvo de datos comerciales presentados por los ingenios. Unicamente para el pulgón amarillo (*Sipha flava*), se presentan los resultados de resistencia/susceptibilidad obtenidos directamente por CENICAÑA mediante una metodología establecida para el efecto.

Diatraea. Los resultados en pruebas regionales mostraron que la variedad CC 85-92 presenta niveles intermedios de susceptibilidad a esta plaga, siendo ligeramente inferiores a los de la variedad testigo MZC 74-275. En cinco ingenios de la región se encontró que el promedio del daño por *Diatraea* spp. en entrenudos de la primera soca de la variedad CC 85-92 era de 5%. El menor daño ocurrió en lotes del Ingenio Sancarlos (1%) y el mayor en el Ingenio Central Castilla (12%).

Pulgón amarillo (*Sipha flava*). En las evaluaciones realizadas en la estación experimental de CENICAÑA, la variedad CC 85-92 ha sido calificada como resistente al ataque del pulgón amarillo. Aunque en algunos lotes de menor extensión se han aplicado productos químicos para controlar esta plaga, la variedad puede ser calificada como resistente.

Pulvinaria más Hormiga loca. Unicamente en los Ingenios Riopaila e Incauca se han detectado lotes afectados por esta asociación, pero sin incidir económicamente en la producción de caña.

Perkinsiella saccharicida. Actualmente no se conoce información relativa a la interacción entre este insecto y la variedad CC 85-92.

Enfermedades

La variedad CC 85-92 es resistente a las principales enfermedades que atacan el cultivo de la caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca, entre ellas, el carbón (*Ustilago scitaminea*), la roya (*Puccinia melanocephala*) y el mosaico (ScMV), pero es susceptible a la escaldadura de la hoja (*Xanthomonas albilineans*) y al raquitismo de la soca (*Leifstonia xyli* subsp. x*yli.* Sinónimo: *Clavibacter xyli* subsp. *xyli*).

La evaluación de la variedad CC 85-92 por resistencia a carbón, roya y mosaico se efectuó en los estados II a IV de selección, así como en las diferentes pruebas regionales con la variedad. Las evaluaciones por resistencia al carbón se efectuaron tanto en la estación experimental de Cenicaña como en Cúcuta y Codazzi, y mostraron en estas localidades grado 1 de resistencia en la escala de 1 a 9 (1 = alta resistencia, 9 = alta susceptibilidad). En las mismas pruebas de evaluación se determinó la presencia de roya en algunas variedades, entre ellas CC 85-92, que mostró una reacción grado 1 y ausencia de infección, lo cual indica que la variedad es altamente resistente a dicha enfermedad. En las diferentes evaluaciones no se observó infección por mosaico común; igualmente, cuando se hicieron inoculaciones mecánicas y con áfidos de las variantes A y B del virus del mosaico de la caña de azúcar, se encontraron niveles muy bajos de infección con la primera variante (2.5%) y negativos con la segunda variante, lo cual demuestra una vez más la alta resistencia de la variedad a ambas. En el valle geográfico del río Cauca se han registrado sólo variantes tipos A, B y D de este virus, siendo la última de muy escasa incidencia, por lo que no se incluyó en dichas evaluaciones.

En Codazzi, Cesar, en las evaluaciones por resistencia a la escaldadura de la hoja, la variedad mostró una reacción de grado 7, en la escala 1 a 9, tanto en plantilla como en la primera soca, lo que indica que es susceptible a la enfermedad en condiciones de inoculación artificial en esta localidad.

Debido a las características de la variedad CC 85-92, en 1994 se inició su multiplicación extensiva en el valle geográfico del río Cauca. Infortunadamente en alguna fase de multiplicación de semilleros la variedad fue infectada por la escaldadura de la hoja, lo que dio origen a 2,830 ha de plantaciones comerciales

afectadas, con una incidencia, promedio, de 0.3% de cepas afectadas o con al menos un tallo con la presencia de síntomas de la enfermedad. En el caso específico de esta variedad, los tallos posiblemente infectados de una cepa afectada por escaldadura pero sin síntomas visibles se desarrollan normalmente y pueden ser llevados a molienda. En CENICAÑA se encontró que las yemas extraídas con un sacabocado, sumergidas en agua a temperatura ambiente durante 48 horas y posteriormente tratadas con agua caliente a 51 ºC durante una hora generan plantas sanas libres de escaldadura. A partir de tallos sanos, libres de escaldadura, y con una desinfección previa de los machetes en solución de Agrodyne al 0.1% o Vanodine al 2%, se pueden establecer semilleros sanos y posteriormente campos comerciales libres de la enfermedad. Como resultado de las anteriores prácticas, en los últimos 10 años los niveles de infección de tallos en la variedad se han mantenido, en promedio, a niveles inferiores que 0.9% en semilleros y 1.5% en lotes comerciales (Cuadro 2).

La variedad CC 85-92 igualmente presenta susceptibilidad al raquitismo de la soca, enfermedad que puede ocasionar pérdidas hasta del 30% si se compara la producción de tallos 100% infectados con la producción de tallos sanos (31). El tratamiento térmico recomendado para la escaldadura de la hoja también es efectivo para eliminar la bacteria causal del raquitismo. De acuerdo con los resultados de las anteriores prácticas sanitarias, los niveles promedio de infección de tallos en semilleros de la variedad CC 85-92 se han mantenido por debajo de 0.02% y en lotes comerciales por debajo de 0.2% (ver Cuadro 2).

El síndrome de la hoja amarilla, una enfermedad producida por el virus polerovirus (ScYLV), se registró en el valle geográfico del río Cauca en 1998, infectando la mayoría de las variedades comerciales, lo que afectó la producción en mayor o menor grado dependiendo de la variedad. La variedad CC 84-75 presentó las mayores reducciones en producción (1.2 TCH por cada 1% de tallos infectados) y la menos afectada fue MZC 82-11 (0.25 TCH por cada 1% de tallos infectados). No se encontraron campos comerciales de la variedad CC 85-92 infectados con la enfermedad. Además, en más de mil muestras provenientes de semilleros y campos comerciales de esta variedad, la infección por ScYLV siempre se ha mantenido muy baja (Cuadro 3).

Cuadro 2. Incidencia de RSD, LSD y ScYLV en semilleros y campos comerciales de la variedad CC 85-92 según las muestras evaluadas por el servicio de diagnóstico de CENICAÑA entre 1992 y 2001. Valle del río Cauca, Colombia.

Año	RSD*		LSD**		ScYLV***	
	Número de muestras	Promedio (%)	Número de muestras	Promedio (%)	Número de muestras	Promedio (%)
			En semilleros			
1992	2 [a]	0	–	–	–	–
1993	4	0	–	–	–	–
1994	4	0	–	–	–	–
1995	0 [b]	–	–	–	–	–
1996	34	0	34 [c]	0	–	–
1997	66	0	66	1.3	–	–
1998	64	0	64	2.2	–	–
1999	38	0	40	0.8	–	–
2000	96	0.1	99	0.8	57 [d]	0.4
2001	248	0	250	0.8	245	0.3
Total	556	0.02	553	0.9	302	0.3
			En campos comerciales			
1992	0	–	–	–	–	–
1993	0	–	–	–	–	–
1994	21 [a]	0	(+) [e]	–	–	–
1995	6	0	(+) [f]	–	–	–
1996	201	0.4	195 [c]	1.0	–	–
1997	148	0.1	146	2.7	–	–
1998	195	0.4	203	1.5	–	–
1999	59	1.3	470	1.5	–	–
2000	342	0.1	349	1.7	214 [d]	0.9
2001	329	0	557	0.5	327	0.2
Total	1301	0.2	1920	1.3	541	0.5

* RSD: Raquitismo de la soca.

** LSD: Escaldadura de la hoja.

*** ScYLV: Síndrome de la hoja amarilla.

a. Se comenzó a evaluar RSD en el servicio de diagnóstico.

b. No se recibieron muestras para evaluación.

c. Se comenzó a evaluar LSD en el servicio de diagnóstico.

d. Se comenzó a evaluar ScYLV en el servicio de diagnóstico.

e. En los ingenios La Cabaña, Central Castilla y Risaralda se observaron las primeras plantas con LSD.

f. En los ingenios Central Castilla e Incauca se observaron plantas con LSD. Ese año se establecieron las metodologías de diagnóstico y a partir de 1996 se comenzaron a prestar los servicios de diagnóstico y evaluación de incidencia.

Cuadro 3. Comportamiento de diferentes variedades de caña de azúcar frente al virus del síndrome de la hoja amarilla (ScYLV). Valle del río Cauca, Colombia.

Variedad	Incidencia de la enfermedad* (%)	Reducción en la producción de caña** (%)
CC 84-75	70	86
CC 87-434	20	48
V 71-71	20	46
CC 87-473	45	–
CC 85-68	100	–
CC 85-96	100	25
CC 87-505	80	26
MZC 74-275	20	25
MZC 82-11	–	18
RD 75-11	0	–
CC 85-92	0	–

* Incidencia en semilleros y campos comerciales (2000-2001).

** Resultados experimentales.

Es importante señalar que en ocasiones se han encontrado muestras infectadas por el ScYLV supuestamente provenientes de la variedad CC 85-92. No obstante, al determinar nuevamente la variedad afectada se ha comprobado que corresponde a otra variedad diferente que se ha mezclado con la CC 85-92, lo que hace pensar en la posibilidad de resistencia de ésta a la enfermedad. Los resultados obtenidos por Avellaneda *et al.* (1) mostraron que la variedad CC 85-92 es resistente no sólo a la infección del virus causal del síndrome de la hoja amarilla sino también a la colonización por el áfido vector.

Respuesta a la aplicación de maduradores

Efectos en la producción

En la Estación Experimental de Cenicaña se encontró que la aplicación de Roundup en dosis de 1.5 y 2.5 l/ha como madurador en plantas de 10 y 12 meses de edad redujo ligeramente el crecimiento de los tallos de la variedad CC 85-92 en relación con el testigo sin madurador, tanto en plantilla como en

la primera soca. Sin embargo, esta reducción después de ocho semanas de la aplicación del producto fue sólo de 10 cm, lo que se compensó con el aumento en la altura de corte al momento de la cosecha para aprovechar la mayor acumulación de sacarosa en los cogollos por efecto del madurador.

Reacción del follaje

La aplicación de maduradores en el cultivo de la caña de azúcar debe ser una práctica segura que garantice el aumento del contenido de sacarosa en los tallos sin detrimento del cultivo ni de la producción siguiente. Cuando se aplican Roundup o Fusilade como maduradores en dosis similares a las que se usan en otras variedades, las hojas de la variedad CC 85-92 muestran una fuerte quemazón que sugiere que las dosis utilizadas han sido altas. Con frecuencia los rebrotes presentan amarillamiento, lo que preocupa a los agricultores ante la posibilidad de afectar la producción siguiente; sin embargo, las plantaciones se recuperan sin que esto ocurra. Este hecho puede ser aprovechado para utilizar dosis relativamente bajas del producto y obtener un incremento en sacarosa hasta de 22% (Cuadro 4).

Cuadro 4. Respuesta de la variedad CC 85-92 (plantilla) a la aplicación de maduradores en un suelo Galpón, Vertisols, del Ingenio Providencia. Valle del río Cauca, Colombia.

Tratamiento*	Sacarosa (% caña)	ARE (% caña)	Incremento en (%) ARE	TCH	TAH
Testigo sin aplicación	12.21 c**	10.49 b	—	119.7	12.6 b
Roundup 1.0 lt/ha	14.31 ab	12.68 a	21	118.0	14.9 a
Roundup 1.5 lt/ha	14.74 a	12.84 a	22	118.3	15.2 a
Fusilade 0.7 lt/ha	13.93 b	12.23 a	16	115.7	14.2 a
Fusilade 1.0 lt/ha	13.91 b	12.28 a	17	118.7	14.6 a
Promedio	13.82	12.11	—	118.1	14.3
Coeficiente de variación (%)	5.5	6.4	—	7.1	10.3
Significancia (%)	0.1	0.1	—	ns	1

* Aplicación a los 11 meses de edad de la caña. Cosecha a los 12.4 meses (7 semanas después de la aplicación).

** Valores promedios en una misma columna, seguidos por letras iguales, no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

Evaluación de la producción

Evaluación regional

La primera prueba regional con variedades de la serie 85, entre ellas CC 85-92, comenzó el 4 de noviembre de 1990. De esta serie se sembraron 15 pruebas regionales y el último corte se hizo el 6 de diciembre de 1994.

Debido a los excelentes resultados que se obtuvieron con la variedad CC 85-92 desde la cosecha en plantillas hasta los cortes segundo y tercero, la variedad comenzó a ser utilizada como testigo en las evaluaciones de las series siguientes. Fue así como el 5 de enero de 1994 se incluyó en las 10 primeras pruebas regionales de la serie 86. La última cosecha de las pruebas de esta serie se hizo el 3 de septiembre de 1997. Simultáneamente, entre el 5 de diciembre de 1994 y el 5 de julio de 1998 la variedad CC 85-92 se sembró como testigo en las 11 pruebas regionales de evaluación de las variedades de la serie 87. También, entre el 24 de agosto de 1998 y el 15 de abril de 2002 se incluyó como testigo en las siete pruebas regionales de evaluación de las variedades de las series 88, 89, 90 y 91, que fueron evaluadas como un solo grupo. Desde 1994, la variedad CC 85-92 también se ha utilizado como testigo en los estados I a IV que conforman el proceso de selección en CENICAÑA.

Las pruebas regionales en las cuales se sembró la variedad CC 85-92 con el detalle del ingenio, la hacienda y la suerte, y las fechas de siembra y corte de la plantilla y de la primera y segunda socas se incluyen en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Sitios donde fueron evaluadas las series 85 a 88 de variedades CENICAÑA Colombia (CC) y variedades importadas por CENICAÑA (VIC). Valle del río Cauca, Colombia. La variedad CC 85-92 corresponde a la serie 85 y la variedad CC 88-91 a la serie 88.

Series	Ingenio, hacienda, suerte	Plantilla		1a. soca	2a. soca
		Siembra	Corte	Corte	Corte
85	Riopaila, Media Luna, 11	04-Nov.-90	10-Dic.-91	12-Dic.-92	14-Ene.-94
	La Cabaña, Orocué, 63	28-Nov.-90	08-Ene.-92	27-Feb.-93	–
	Sancarlos, Ballesteros, 42S	05-Dic.-90	15-Ene.-92	18-Ene.-93	18-Ene.-94
	Manuelita, Florencia, 216B	07-Dic.-90	20-Ene.-92	19-Ene.-93	25-Ene.-94
	Mayagüez, La Dominga, 97	17-Dic.-90	03-Feb.-92	25-Ene.-93	08-Feb.-94
	Providencia, Providencia, 10B	15-Ene.-91	19-Mar.-92	11-Mar.-93	04-Abr.-94
	Providencia, La Esmeralda, 441	16-Ene.-91	18-Mar.-92	17-Mar.-93	13-Abr.-94
	La Cabaña, Taula, 77	18-Ene.-91	25-Mar.-92	31-Mar.-93	23-Jun.-94

Continúa

Cuadro 5. Continuación

Series	Ingenio, hacienda, suerte	Plantilla		1a. soca	2a. soca
		Siembra	Corte	Corte	Corte
85	Riopaila, Normandía, 160	22-Ene.-91	03-Mar.-92	12-Mar.-93	12-Mar.-94
	Incauca, San Fernando, 22Z	12-Jul.-91	14-Sep.-92	25-Oct.-93	06-Dic.-94
	Incauca, El Naranjo, 5Z	20-Feb.-91	08-Abr.-92	09-Jun.-93	20-Nov.-94
	C. Castilla, Vallecito, 60	11-Ene.-91	11-Feb.-92	01-Abr.-93	07-Jun.-94
	C. Castilla, Calanda, 40	08-Feb.-91	10-Mar.-92	23-Mar.-93	14-Jul.-94
	Risaralda, La Constancia, 2	05-Mar.-91	07-Abr.-92	04-May.-93	30-May.-94
	Pichichí, Pichichí, 23	09-Abr.-91	07-May.-92	07-Jun.-93	07-Jun.-94
86	Manuelita, Florencia, 228	05-Ene.-94	21-Feb.-95	21-Mar.-96	18-Abr.-97
	Incauca, Florencia, 69C	19-Ene.-94	02-Mar.-95	05-Mar.-96	11-Mar.-97
	C. Castilla, Las Cañas, 140	23-Mar.-94	28-Mar.-95	03-Jul.-96	07-Jul.-97
	La Cabaña, La Palmera, 7	05-May.-94	07-Jun.-95	10-Jul.-96	16-Jul.-97
	Risaralda, Delirios, 37	01-Mar.-94	25-May.-95	–	–
	Riopaila, La Luisa, 37	21-Ene.-94	16-Feb.-95	06-Mar.-96	–
	Sancarlos, El Silencio, 26	17-Mar.-94	10-May.-95	18-Jul.-96	–
	Pichichi, Pichichi, 11	01-Jun.-94	03-Ago.-95	–	03-Sep.-97
	Providencia, La Aurora, 100b	04-May.-94	27-Jul.-95	23-Jul.-96	–
	Mayagüez, Coloradas, 56	28-Feb.-94	23-Mar.-95	29-Abr.-96	05-Jun.-97
87	La Cabaña, Caldas, 24	15-Dic.-94	18-Ene.-96	23-Ene.-97	–
	Incauca, Sanfernando, 42Z	05-Ene.-95	15-Ene.-96	21-Ene.-97	28-Ene.-98
	C. Castilla, Manantial, 030	08-Feb.-95	06-Feb.-96	–	14-Ene.-98
	Manuelita, Gertrudis, 77A	10-Feb.-95	27-Mar.-96	07-Abr.-97	05-Jul.-98
	Mayagüez, San Rafael, 59	09-Mar.-95	02-May.-96	04-Jun.-97	16-Jun.-98
	Riopaila, La Luisa, 106-260	25-Ene.-95	05-Mar.-96	30-Abr.-97	04-Jun.-98
	Providencia, Providencia 10Z	06-Feb.-95	26-Feb.-96	23-Abr.-93	03-Jun.-98
	Sancarlos, Ballesteros, 6S	15-Ago.-95	23-Sep.-96	23-Oct.-97	–
	Pichichi, Pichichi, 6	19-Jul.-95	21-Jul.-96	20-Ago.-97	–
	Pichichi, Lorena 4	06-Jun.-95		04-Sep.-97	–
	Risaralda, La Constancia, 5	02-Mar.-95	15-May.-96	–	–
88	Mayagüez, Santa Fé, 71	17-Feb.-99	22-Mar.-00	27-Mar.-01	–
	La Cabaña, La Cabaña, 11X	01-Sep.-98	25-Ago.-99	08-Ago.-00	06-Sep.-01
	Sancarlos, Ballesteros, 50S	15-Sep.-98	04-Nov.-99	06-Dic.-00	–
	Manuelita, Santa Anita, 25	24-Ago.-98	12-Oct.-99	12-Dic.-00	–
	Providencia, La Argelia, 366	08-Sep.-98	06-Oct.-99	18-Sep.-00	03-Oct.-01
	Pichichi, Lorena, 17	03-Feb.-99	28-Mar.-00	12-Mar.-01	–
	Risaralda, Bengala, 8	24-Feb.-99	–	–	–
	Riopaila, San Nicolás, 5	29-Sep.-98	10-Nov.-99	–	26-Oct.-01
Vic 28	Centro exp. Cenicaña, lote 10	10-Sep.-97	21-Dic.-98		
Vic 30	Centro exp. Cenicaña, lote 3	13-Abr.-00	16-May.-01		

Productividad a escala experimental por zona agroecológica

La zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar se realizó utilizando sistemas de información geográfica (SIG) y métodos estadísticos y geoestadísticos para el análisis de datos. Las zonas agroecológicas son relativamente homogéneas en relación con la respuesta del cultivo en producción, y se caracterizan por factores biofísicos generalmente estables en el largo plazo. Las zonas agroecológicas en su tercera aproximación fueron conformadas de acuerdo con: (1) el balance de humedad que tiene en cuenta la precipitación y la evapotranspiración; (2) el estudio semidetallado de suelos del valle geográfico del río Cauca; (3) la agrupación de los suelos según la clasificación taxonómica, la posición geomorfológica, el régimen de humedad, la familia textural y el drenaje; y (4) los grupos de humedad, basados en el balance de humedad y la permeabilidad del suelo.

Las zonas se identifican con una nomenclatura que se refiere a los grupos de suelos y de humedad. Por ejemplo: en la zona correspondiente a la nomenclatura 1C0 (uno-C-cero), el número inicial se refiere al grupo de suelos y la letra 'C' con su respectivo número indica el grupo de humedad; en este caso se trata de suelos del grupo 1 y condición de humedad 0 (4).

La zonificación establece 51 zonas agroecológicas (Z.A.) en el valle geográfico del río Cauca, en las cuales se espera que la respuesta del cultivo sea relativamente homogénea en términos de producción, por tanto, se utilizan actualmente como una ayuda para la ubicación de las variedades en un proceso por conseguir la máxima expresión de su productividad y rentabilidad.

De acuerdo con lo anterior, las pruebas regionales se ubicaron en las zonas agroecológicas siguientes: 1C0, 1C1, 2C0, 2C1, 3C1, 3C2, 4C1, 5C1, 5C2, 6C0, 6C1, 6C2, 6C3, 7C1, 7C2, 8C0 y 9C3. En nueve de estas zonas la variedad CC 85-92 fue acompañada por las variedades CC 84-75, MZC 74-275 y V 71-51, constituyendo el grupo de cuatro variedades comunes. En las ocho zonas restantes, las variedades comunes fueron CC 85-92 y MZC 74-275.

Las nueve zonas con las cuatro variedades comunes fueron: 1C1, 2C0, 2C1, 3C2, 6C1, 6C3, 7C1, 7C2 y 9C3. En el Cuadro 6 se presentan estas zonas y los suelos que las conforman, así como el número de casos evaluados en cada una de ellas. Se entiende por 'caso' cada vez que ocurrió un dato o resultado relacionado con las variedades mencionadas. Por ejemplo, el resultado para cualquiera de los caracteres evaluados [toneladas de caña por

hectárea (TCH), sacarosa en caña y toneladas de sacarosa por hectárea (TSH)] en una repetición de un experimento constituye un caso. Si el experimento tiene cuatro repeticiones serían cuatro casos y si además tiene tres cortes, serían 12 casos.

Cuadro 6. Número y porcentaje de casos correspondientes a cada zona agroecológica y cada suelo donde fueron evaluadas en pruebas regionales las variedades CC 85-92, 84-75, V 71-51 y MZC 74-275. Valle del río Cauca, Colombia.

Zona agroecológica	Suelos	No. de casos (y porcentaje)	Total casos por zona (y porcentaje)
1C1	Palmira-Palmirita	36 (3.78)	119 (12.50)
	Palmira	83 (8.72)	
2C0	Guadualito	16 (1.68)	124 (13.03)
	Manuelita-Palmira	12 (1.26)	
	Manuelita-Palmira	72 (7.56)	
	Palmira	24 (2.52)	
2C1	Guadualito	36 (3.78)	38 (3.78)
3C2	Herradura	16 (1.68)	84 (8.82)
	Nima	48 (5.04)	
	Pradera	20 (2.10)	
6C1	Esneda	12 (1.26)	195 (20.48)
	Galpón	48 (5.04)	
	Herradura	87 (9.14)	
	Sauce	48 (5.04)	
6C3	Corintias-Herradura	96 (10.08)	112 (11.76)
	Pradera	16 (1.68)	
7C1	Galponera	48 (5.04)	48 (5.04)
7C2	Burrigá	72 (7.56)	108 (11.34)
	Galponera	36 (3.78)	
9C3	Portobelo	8 (0.84)	126 (13.24)
	Puerto Tejada	110 (11.55)	
	Río La Paila	8 (0.84)	

Con los resultados de los experimentos de pruebas regionales se generó un archivo con las variables TCH, sacarosa en caña, TSH, variedad, edad de cosecha, número de corte y zona agroecológica. De este archivo se seleccionaron los registros en los que las cuatro variedades comunes (CC 85-92 y 84-75, MZC 74-275 y V 71-51) se encontraban en el mayor número posible de zonas, ya que el objetivo era determinar cuál o cuáles son las mejores variedades en cada zona y cómo se compara la variedad CC 85-92 con las otras tres variedades.

El análisis de varianza del modelo que selecciona TCH, sacarosa en caña y TSH como una función de los factores variedad, zona agroecológica, variedad por zona agroecológica, y las covariables edad de corte y número de corte, mostró interacción significativa entre la variedad y la zona agroecológica. Esto indica que hay variedades que tienen una mejor adaptación en una zona cuando se comparan con otras.

Los promedios para las tres variables de respuesta por variedad en las zonas agroecológicas donde se evaluó la variedad CC 85-92 aparecen en el Cuadro 7. Las comparaciones entre variedades por zona permiten identificar aquellas que son mejores. En este caso, los resultados indican que la variedad CC 85-92:

- Para TCH, superó significativamente a la variedad CC 84-75 en dos zonas; a la MZC 74-275 en cinco y a la V 71-51 en cuatro de las nueve zonas donde se evaluaron. Los mejores resultados para este carácter se encontraron en las zonas 9C3 y 2C1.
- Para sacarosa % caña, CC 85-92 no fue significativamente superior a las otras variedades. No obstante, el mejor resultado para este carácter se encontró en las zonas 3C2 y 2C1.
- Para TSH, superó significativamente a las variedades CC 84-75 y MZC 74-275 en dos de las nueve zonas y a la variedad V 71-51 en tres zonas. Los mejores resultados se alcanzaron en las zonas 9C3 y 2C1, seguidas de la zona 3C2.

Cuadro 7. Valores experimentales (promedios) para TCH, sacarosa (% caña) y TAH por zona agroecológica y variedad de caña. Valle del río Cauca, Colombia.

Zona agroecológica	Variedad	Promedios		
		TCH	Sacarosa en caña	TSH
1C1	CC 84-75	229 a*	15.15 a	34.69 a
	CC 85-92	196 b	14.03 b	27.44 c
	MZC 74-275	170 c	14.88 a	25.60 c
	V 71-51	196 b	15.55 a	30.44 b
2C0	CC 84-75	330 a	14.03 b	46.68 a
	CC 85-92	214 b	13.58 b	29.09 b
	MZC 74-275	193 c	14.70 a	29.03
	V 71-51	186 c	13.83 b	25.91 c
2C1	CC 84-75	148 b	15.12 a	22.48 b
	CC 85-92	220 a	14.67 a	32.51 a
	MZC 74-275	217 a	15.12 a	32.99 a
	V 71-51	205 a	14.63 a	30.16 a
3C2	CC 84-75	162 a	14.55 a	22.38 ab
	CC 85-92	172 a	14.60 a	24.86 a
	MZC 74-275	135 b	14.71 a	19.46 b
	V 71-51	137 b	14.91 a	19.93 b
6C1	CC 84-75	250 a	15.45 a	38.99 a
	CC 85-92	182 b	14.27 b	25.67 c
	MZC 74-275	190 b	15.66 a	30.49 b
	V 71-51	242 a	15.29 a	36.95 a
6C3	CC 84-75	178 a	15.04 a	26.71 a
	CC 85-92	171 a	14.56 a	24.92 a
	MZC 74-275	166 a	14.57 a	24.33 a
	V 71-51	178 a	14.66 a	25.96 a
7C1	CC 84-75	202 a	14.83 a	30.46 a
	CC 85-92	197 a	13.73 b	27.35 ab
	MZC 74-275	153 b	14.96 a	23.39 b
	V 71-51	175 b	13.64 b	23.99 b
7C2	CC 84-75	210 a	15.43 a	32.42 a
	CC 85-92	154 b	13.85 c	21.77 b
	MZC 74-275	151 b	13.88 c	21.74
	V 71-51	160 b	14.53 b	23.64 b
9C3	CC 84-75	152 b	14.54 a	22.13 b
	CC 85-92	170 a	14.31 a	24.46 a
	MZC 74-275	152 b	14.60 a	22.55 b
	V 71-51	113 c	14.59 a	16.65 c

* Valores promedios en una misma columna, seguidos por letras iguales, no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

Productividad comercial por zona agroecológica

El comportamiento comercial de la variedad CC 85-92 por zona agroecológica se analizó utilizando los resultados de producción en 11 ingenios durante el período 1990-2000. El objetivo fue observar su respuesta por zona e identificar en cuáles de ellas ha expresado mejor su potencial productivo, constituyendo una alternativa frente a las variedades tradicionales en cada una de estas zonas.

Características y análisis de los datos. Se analizaron los registros comerciales de producción por "suerte" o lote de caña (Cuadro 8), para lo cual cada "suerte" fue ubicada en las zonas agroecológicas utilizando el SIG. El 58% del total de registros tiene identificada la zona agroecológica y corresponde al 64% del área total cosechada en el período 1990-2000. Los datos antes del análisis fueron sometidos a un proceso de depuración y eliminación de los valores anómalos en cada una de las variables que contenía el archivo. Para el análisis conjunto se tuvieron en cuenta seis variedades: MZC74-275, V 71-51, RD 75-11, CC 84-75, PR 61-632 y CC 85-92.

Para el análisis estadístico se utilizaron 66,719 registros (ver Cuadro 8), los cuales fueron evaluados mediante el modelo lineal:

$$Y = \mu + Z.A. + ing. + variedad + año + edad + corte + error$$

La edad y el número del corte se utilizaron como covariables para los ajustes correspondientes y para igualar las condiciones que permitieron hacer comparaciones válidas de variedades dentro de zonas agroecológicas. Una vez realizado el análisis se consideraron solamente las variedades que dentro de cada una de las zonas tenían un área de 100 ha o más cosechadas (Cuadro 9).

Cuadro 8. Descripción de los datos utilizados para el análisis por zona agroecológica de la información de producción de seis variedades, periodo 1990-2000. Valle del río Cauca, Colombia.

Tipo de datos	Número de registros	Area total cosechada (ha)
Período 1990-2000	170,303	1,552,714
Después de validados	144,626	1,342,870
Validados y seis variedades[a]	111,650	1,051,368
Zona agroecológica + validados + seis variedades	66,719	678,863

a. Variedades CC 85-92, 84-75, V 71-51, MZC 74-275, PR 61-632, RD 75-11.

Cuadro 9. Factores y covariables utilizados para la evaluación de los registros comerciales de producción en la industria azucarera en el período 1990-2000. Valle del río Cauca, Colombia.
(Y = μ+ Z.A. + ing. + variedad + año + edad corte + error)

Variables de respuesta (Y)	Factores	Covariables
TCH	Zona agroecológica	Edad de corte
Rendimiento	Ingenio	Número de corte
TAH	Variedad	
	Año	

Adicionalmente, los datos fueron también analizados de manera descriptiva para observar el comportamiento de la variedad CC 85-92 a través de los años. En este caso no se hizo el ajuste por edad ni número de corte lo que permitió observar las condiciones reales dentro de cada año.

Comparación de las variedades en las zonas agroecológicas. Los resultados en TCH, rendimiento y TAH para las seis variedades mencionadas en cada zona agroecológica se presentan en los Cuadros 10 a 12. Los datos fueron ajustados por covarianza con base en edad y número de corte. En la mayoría de las zonas la variedad CC 85-92 superó en TCH a las demás variedades. Igualmente las superó en rendimiento, excepto a la variedad MZC 74-275 que fue mejor en el 74% de las zonas durante los diez años del análisis. Las TAH obtenidas con CC 85-92 fueron superiores en casi todas las zonas en comparación con las demás variedades. La variedad produjo más TAH que la MZC 74-275 por medio de mayor producción de caña, y superó a las otras variedades por rendimiento (Cuadro 13).

Es importante señalar que existen zonas donde todas las variedades tienen productivadades bajas; no obstante, en estas zonas la CC 85-92 tiene las mejores productividades. Las zonas con productividades bajas, como es el caso de las TCH en las zonas 10C4, 3C2, 3C1, 10C1 y 3C3, pueden señalar que las variedades disponibles no son las mejores opciones, y que posiblemente se requieren investigaciones adicionales para obtener una variedad más productiva; también, que se requiere desarrollar el manejo agronómico más adecuado para esas variedades en esas zonas, y así mejorar su productividad.

Cuadro 10. Comportamiento de las TCH por variedad y zona agroecológica durante el período 1990-2000. Valle del río Cauca, Colombia.

Zona agro-ecológica	TCH/zona por variedad						Promedio de TCH por zona
	CC 84-75	CC 85-92	MZC 74-275	PR 61-632	RD 75-11	V 71-51	
1C0	144.1	139.0	118.7	137.2	139.8	135.2	135.7
1C1	136.3	133.1	117.5	127.8	129.0	128.6	128.7
1C2	140.6	130.5	117.2	133.4	–	131.6	130.6
2C0	134.8	141.7	122.4	135.2	134.1	133.9	133.7
2C1	132.4	132.0	120.4	124.9	119.8	131.2	126.8
2C2	125.5	129.2	122.2	127.6	117.3	131.9	125.6
2C3	130.9	129.3	122.2	128.9	126.5	119.7	126.2
2C5	–	121.8	115.2	–	–	–	118.5
3C0	124.5	–	–	–	–	116.9	120.7
3C1	107.8	112.9	102.8	102.7	107.3	113.5	107.8
3C2	111.0	111.7	102.5	110.6	106.5	113.9	109.4
3C3	115.2	111.1	98.6	99.5	107.9	94.4	104.5
4C0	140.1	140.5	120.4	144.5	143.5	139.4	138.1
4C1	119.1	119.5	113.0	99.9	–	122.8	114.8
4C2	–	–	114.7	–	–	143.6	129.2
4C3	–	–	110.5	–	–		110.5
4C4	–	–	111.6	–	–		111.6
5C0	–	–	118.5	–	–		118.5
5C1	118.2	118.6	111.0	113.5	115.4	117.5	115.7
5C2	116.0	125.7	116.2	122.8	119.1	117.0	119.5
5C3	110.7	112.5	116.8	116.7	112.1	102.2	111.8
5C4	–	–	106.9	107.8	–	115.3	110.0
6C0	132.5	137.1	121.3	125.3	133.9	127.7	129.6
6C1	123.4	126.9	114.6	116.2	116.7	123.2	120.2
6C2	122.6	125.8	109.5	110.4	105.9	115.6	115.0
6C3	113.6	124.7	116.4	118.8	106.4	120.0	116.7
7C1	130.8	134.2	113.1	–	–	106.6	121.2
7C2	122.6	120.1	111.2	111.4	126.0	118.7	118.3
7C3	132.0	136.3	118.6	118.9		125.9	126.3
8C0	144.0	133.3	126.0	147.2	144.0	140.7	139.2
8C1	121.6	133.3	112.4	109.7	113.2	117.9	118.0
8C2	115.6	124.0	116.9	120.2	115.6	118.9	118.5
8C3	–	125.4	119.3	–	97.9	97.3	110.0
8C5	–	–	–	–	109.5	114.9	112.2
9C1	106.4	131.2	120.2	111.9	104.9	123.3	116.3
9C2	121.0	125.4	117.4	112.9	110.2	131.7	119.8
9C3	114.8	116.5	109.7	117.6	110.5	114.4	113.9
9C4	112.7	110.9	115.1	119.8	108.3	112.2	113.2
9C5	–	–	–	–	106.1	–	106.1
10C0	129.6	126.1	115.8	125.6	128.3	121.6	124.5
10C1	114.5	116.3	105.1	105.2	104.8	102.6	108.1
10C2	114.2	122.8	116.1	123.2	101.2	107.8	114.2
10C3	114.7	121.3	116.9	116.5	95.8	114.6	113.3
10C4	98.5	108.8	–	–	105.3	97.7	102.6
Promedio	122.6	125.3	114.9	119.5	115.8	119.5	119.6

Fuente: Carbonell *et al*, 2001. Zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca. Tercera aproximación. Cali, CENICAÑA. p.39-40. (Serie Técnica No. 29)

Cuadro 11. Comportamiento del rendimiento (%) por variedad y zona agroecológica durante el período 1990-2000. Valle del río Cauca, Colombia.

Zona agro-ecológica	Rendimiento/zona por variedad						Promedio de Rdto por zona
	CC 84-75	CC 85-92	MZC 74-275	PR 61-632	RD 75-11	V 71-51	
1C0	11.1	11.7	11.9	10.7	11.0	10.9	11.2
1C1	11.2	11.8	11.7	11.0	10.7	11.3	11.3
1C2	10.8	12.0	11.7	11.0		11.2	11.3
2C0	11.1	11.6	11.6	10.9	11.3	11.0	11.3
2C1	11.0	11.4	11.7	10.9	11.0	11.4	11.2
2C2	10.8	11.7	11.9	10.9	11.0	11.1	11.3
2C3	10.6	11.0	11.3	10.6	10.4	11.6	10.9
2C5	–	11.0	11.0	–		–	11.0
3C0	11.6	–	–	–		11.8	11.7
3C1	11.8	11.8	11.7	11.3	10.7	11.6	11.5
3C2	11.6	12.1	11.6	11.0	10.9	11.5	11.4
3C3	11.3	11.7	11.7	11.4	10.5	11.8	11.4
4C0	11.1	11.3	11.5	11.1	10.9	11.1	11.2
4C1	10.7	11.3	11.3	10.4	–	11.0	10.9
4C2	–	–	11.4	–	–	10.2	10.8
4C3	–	–	10.8	–	–	–	10.8
4C4	–	–	11.5	–	–	–	11.5
5C0	–	–	12.0	–	–	–	12.0
5C1	10.9	11.3	11.3	10.6	10.5	10.8	10.9
5C2	10.5	10.8	11.0	10.6	10.2	10.7	10.6
5C3	10.5	10.6	11.1	11.4	10.3	11.2	10.8
5C4	–	–	11.9	11.3	–	12.3	11.8
6C0	10.9	12.0	11.7	10.7	11.2	11.1	11.3
6C1	11.4	11.8	12.1	11.2	11.2	11.5	11.5
6C2	11.5	11.8	12.4	11.5	11.3	11.6	11.7
6C3	12.2	12.5	12.6	11.3	11.5	11.8	12.0
7C1	11.0	11.1	11.9	–	–	11.8	11.4
7C2	11.2	11.7	11.9	11.0	10.9	11.5	11.4
7C3	12.1	12.0	12.9	11.5	–	11.9	12.1
8C0	10.9	12.1	12.0	11.4	12.1	11.3	11.6
8C1	11.2	11.1	11.7	10.7	10.6	11.5	11.1
8C2	10.8	11.2	11.5	10.7	10.6	11.5	11.1
8C3	–	10.8	10.9	–	10.4	11.0	10.8
8C5	–	–	–	–	11.0	11.3	11.2
9C1	11.3	11.3	11.4	10.9	10.8	11.0	11.1
9C2	11.0	11.1	11.5	10.6	10.5	11.3	11.0
9C3	11.1	11.9	11.7	11.3	10.6	11.3	11.3
9C4	10.9	11.3	11.4	10.4	10.7	11.2	11.0
9C5	–	–	–	–	10.9	–	10.9
10C0	10.3	11.8	11.4	11.2	10.2	10.9	11.0
10C1	11.6	12.0	12.0	11.0	10.9	11.7	11.5
10C2	11.6	12.1	12.1	11.4	11.0	11.9	11.7
10C3	11.3	11.9	11.6	11.1	10.8	11.6	11.4
10C4	11.3	11.7	–	–	10.6	10.8	11.1
Promedio	11.1	11.6	11.7	11.0	10.8	11.3	11.3

Fuente: Carbonell *et al*, 2001. Zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca. Tercera aproximación. Cali, Cenicaña. p.41. (Serie Técnica No. 29)

Cuadro 12. Comportamiento de las TAH por variedad y zona agrológica durante el período 1990-2000. Valle del río Cauca, Colombia.

Zona agro-ecológica	TAH/zona por variedad						Promedio de TAH por zona
	CC 84-75	CC 85-92	MZC 74-275	PR 61-632	RD 75-11	V 71-51	
1C0	16.0	16.2	14.0	14.6	15.6	14.6	12.8
1C1	15.2	15.7	13.7	14.1	13.7	14.5	15.2
1C2	15.4	15.6	13.7	14.6		14.6	14.8
2C0	15.1	16.5	14.2	14.8	15.3	14.7	13.6
2C1	14.6	15.0	14.1	13.6	13.4	14.9	14.1
2C2	13.4	15.1	14.5	13.9	13.0	14.6	14.3
2C3	13.7	14.2	13.6	13.7	12.7	13.7	13.9
2C5	–	13.4	12.6	–	–	–	13.9
3C0	15.0	–	–	–	–	13.7	13.1
3C1	12.4	13.2	12.0	11.5	11.4	13.0	13.8
3C2	12.9	13.5	11.8	12.1	11.4	13.1	13.4
3C3	13.0	13.1	11.4	11.3	11.4	11.1	13.4
4C0	15.4	15.7	13.8	16.4	16.1	15.4	14.5
4C1	12.6	13.5	12.7	10.4	–	13.4	14.6
4C2	–	–	12.9	–	–	14.8	11.8
4C3	–	–	11.9	–	–	–	12.2
4C4	–	–	12.8	–	–	–	13.0
5C0	–	–	14.3	–	–	–	13.2
5C1	12.9	13.5	12.4	12.1	12.1	12.7	13.8
5C2	12.2	13.7	12.7	13.1	12.2	12.5	12.9
5C3	11.6	12.1	12.9	13.2	11.8	11.3	13.2
5C4	–	–	12.7	12.0		14.0	12.8
6C0	14.4	16.4	14.2	13.3	15.1	14.2	12.4
6C1	14.0	15.0	13.8	13.0	13.0	14.2	13.0
6C2	14.0	14.8	13.6	12.7	12.1	13.4	11.9
6C3	13.7	15.5	14.7	13.4	12.1	14.1	15.1
7C1	14.3	14.9	13.4	–	–	12.4	12.2
7C2	13.5	14.0	13.2	12.3	13.7	13.6	11.9
7C3	15.9	16.4	15.2	13.6	–	14.9	13.3
8C0	15.8	15.9	15.0	16.9	17.2	15.9	11.1
8C1	13.8	15.0	13.1	11.8	11.9	13.5	14.4
8C2	12.6	14.0	13.4	12.8	12.4	13.6	12.8
8C3		13.7	13.1	–	9.9	10.5	12.7
8C5		–	–	–	11.5	13.0	12.3
9C1	12.2	15.0	13.7	12.2	11.1	13.6	13.6
9C2	13.3	13.9	13.5	11.8	11.7	14.9	14.3
9C3	12.7	13.7	12.7	13.2	11.7	12.7	12.2
9C4	12.2	12.5	13.0	12.4	11.5	12.5	15.2
9C5	–	–	–	–	11.1	–	11.1
10C0	13.1	14.8	13.1	14.1	13.2	13.2	15.5
10C1	13.1	13.8	12.5	11.6	11.7	12.0	12.6
10C2	13.2	14.9	14.0	14.1	11.0	12.7	12.5
10C3	12.9	14.3	13.5	12.9	10.0	13.2	12.5
10C4	11.2	12.3	–	–	10.2	10.5	16.1
Promedio	13.6	14.5	13.3	13.1	12.5	13.5	13.4

Cuadro 13. Porcentajes de zonas agroecológicas donde la variedad CC 85-92 superó a otras variedades de caña de azúcar en TCH, rendimiento (%) y TAH en el período 1990-2000**.** Valle geográfico del río Cauca, Colombia.

	Variedad CC 85-92 vs. otras variedades (porcentaje de zonas donde CC 85-92 fue mejor)			
Otras variedades	TCH	Rendimiento	TAH	La variedad CC 85-92 fue mejor por:
CC 84-75	56	91	100	Rendimiento
MZC 74-275	91	26	94	TCH
PR 61-632	75	97	91	Rendimiento
V 71-51	66	71	91	Rendimiento
RD 75-11	77	97	94	Rendimiento

Zonas agroecológicas donde la variedad CC 85-92 presenta la mejor productividad

Las zonas agroecológicas donde la variedad CC 85-92 superó en productividad a las demás variedades aparecen en las Figuras 7 a 9 (ver páginas 34 a 36). En ellas se observan en el valle del río Cauca los resultados que aparecen en los Cuadros 10 a 12. La representación espacial de los datos permite ubicar las zonas donde la variedad es una buena alternativa de substitución de otras variedades, teniendo en cuenta la productividad. En las Figuras 10 y 11 (páginas 37 y 38) se presentan igualmente los rangos de TCH y los rendimientos asociados con las zonas agroecológicas para la variedad CC 85-92.

Productividad en las zonas agroecológicas a través del tiempo. Los análisis se hicieron tomando en cuenta los datos de rendimiento y TCH obtenidos en áreas iguales o mayores que 100 ha. Para el rendimiento se observa que los rangos son más amplios a medida que aumenta el área en el tiempo (Cuadro 14, página 39); en 1995 estos rangos variaban entre 11.5% y 12.1% y en 2000 entre 10.9% y 12.7%. La ubicación de la variedad y el manejo pueden haber contribuido a la mayor variación del rendimiento. En relación con la ubicación, la expansión de la variedad en los últimos años abarca áreas adecuadas para obtener buenos rendimientos, pero también áreas marginales donde las condiciones no son las mejores. Así mismo, el manejo agronómico que se la ha dado a la variedad, por ejemplo, la edad y la época de corte, puede haber influido en el mayor rango de variación, entre otros factores.

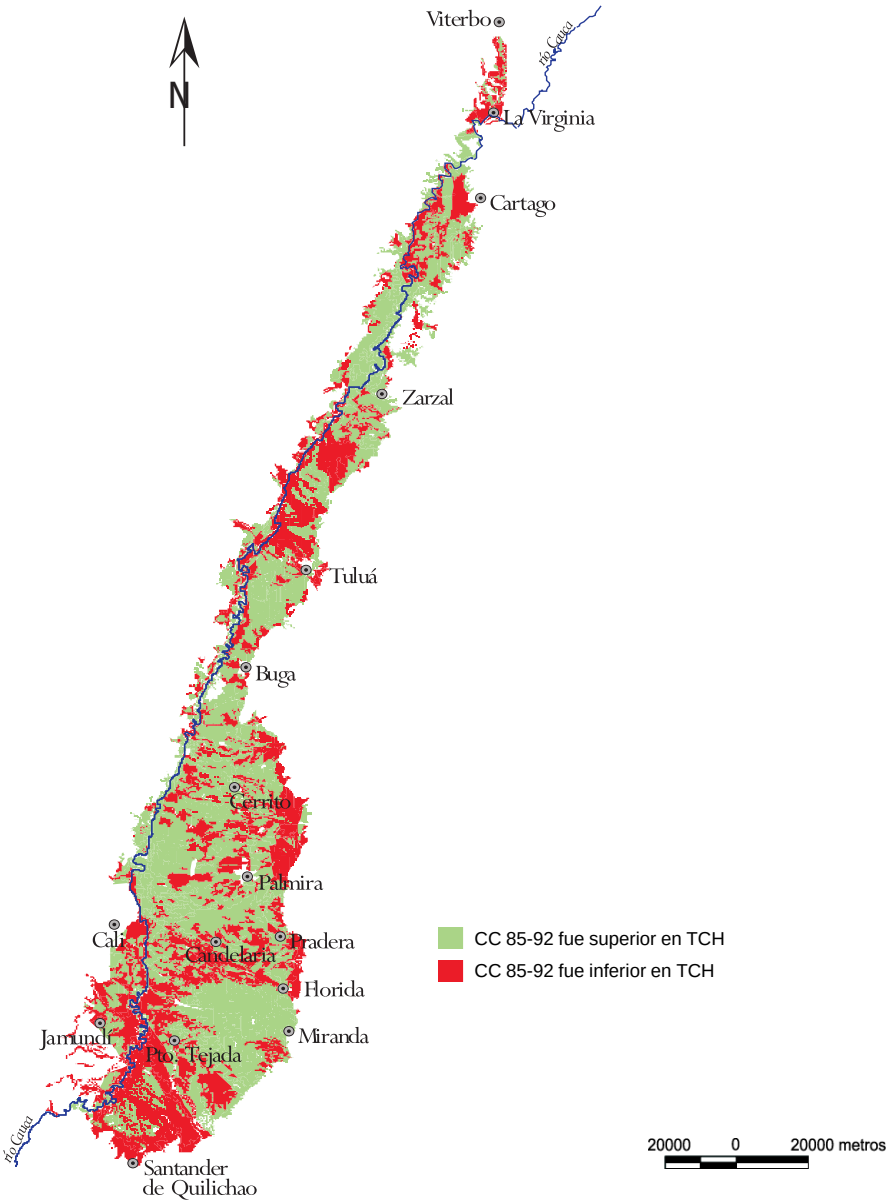

Figura 7. Distribución espacial de las áreas donde la variedad CC 85-92 fue superior o inferior en TCH con respecto a las variedades CC 84-75, MZC 74-275, PR 61-632, V 71-51 y RD 75-11. Valle del río Cauca, Colombia. 1990-2000.

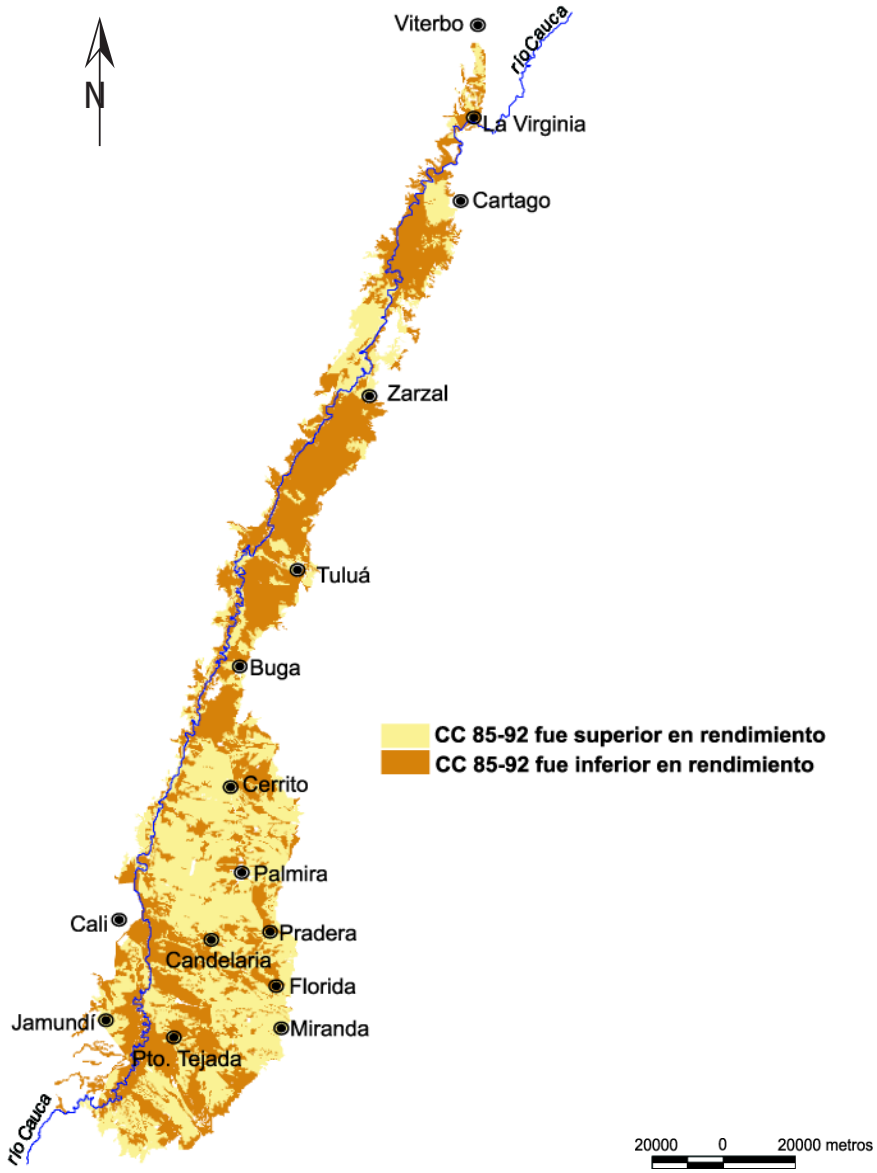

Figura 8. Distribución espacial de las áreas donde la variedad CC 85-92 fue superior o inferior en rendimiento (%) con respecto a las variedades CC 84-75, MZC 74-275, PR 61-632, V 71-51 y RD 75-11. Valle del río Cauca. 1990-2000.

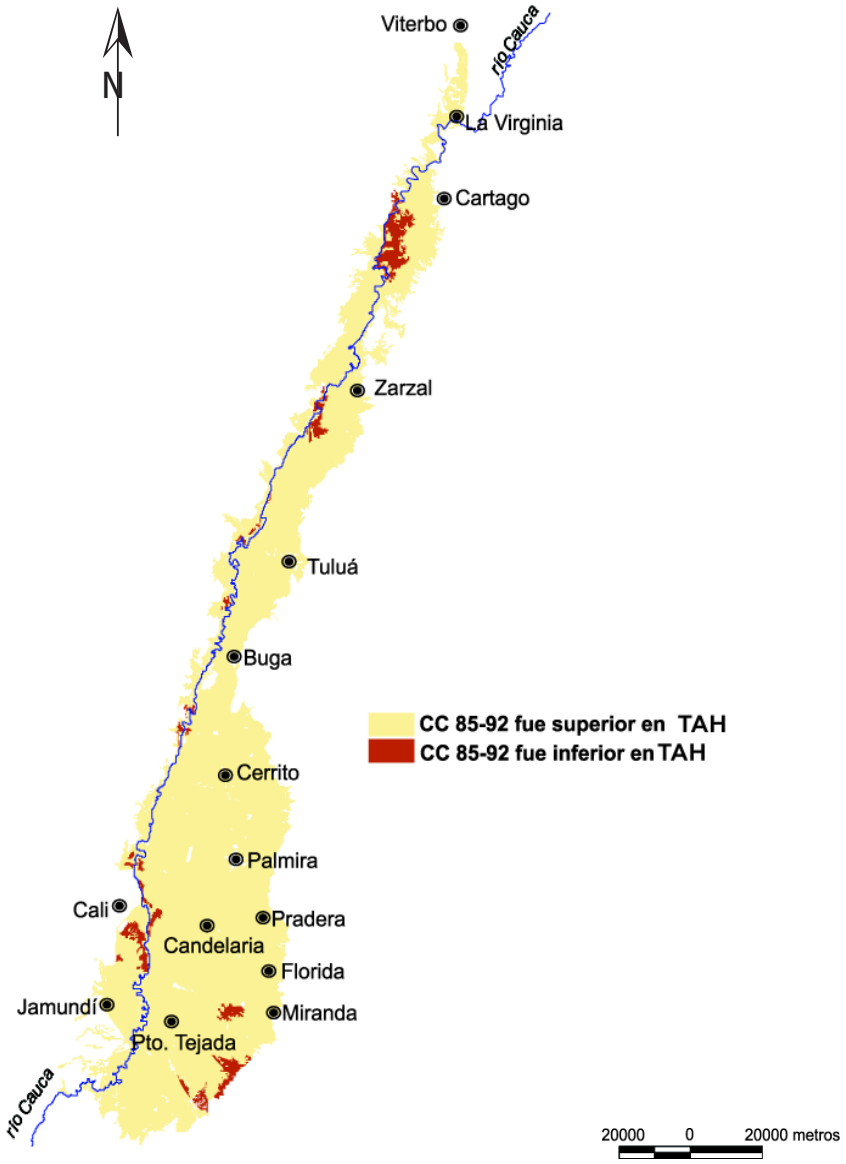

Figura 9. Distribución espacial de las áreas donde la variedad CC 85-92 fue superior o inferior en TAH con respecto a las variedades CC 84-75, MZC 74-275, PR 61-632, V 71-51 y RD 75-11. Valle del río Cauca, Colombia. 1990-2000.

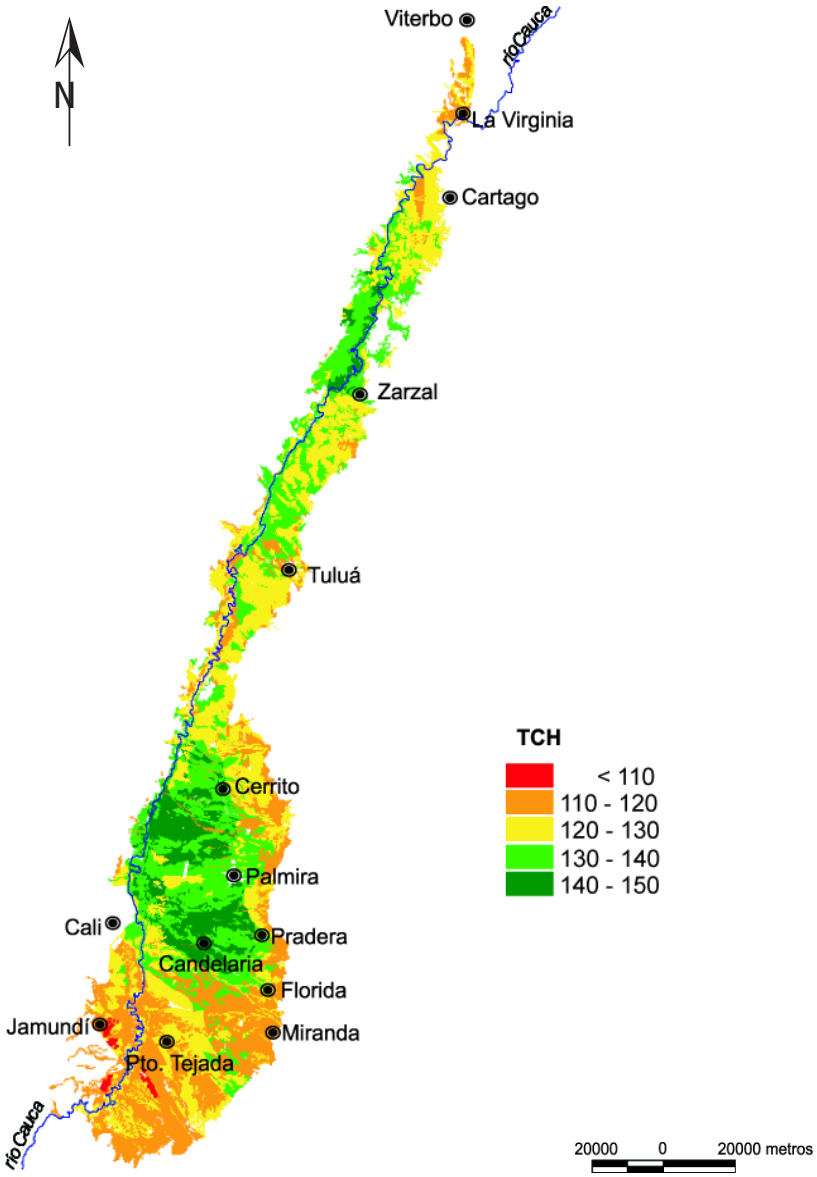

Figura 10. Rangos de TCH para la variedad CC 85-92 en el valle del río Cauca, Colombia. 1990-2000.

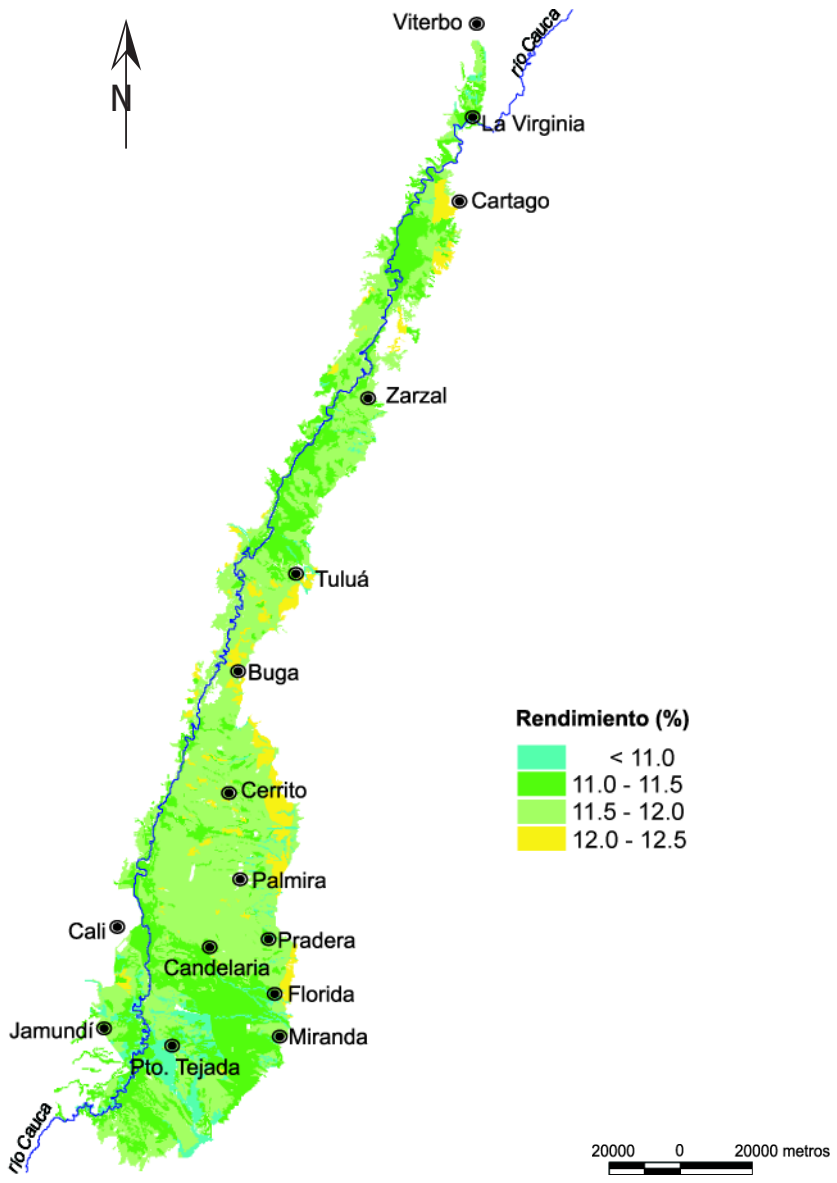

Figura 11. Rangos de rendimiento (%) de la variedad CC 85-92 en el valle del río Cauca, Colombia. 1990-2000.

Cuadro 14. Comportamiento del rendimiento (%) de la variedad CC 85-92 por zonas agroecológicas en el período 1995-2000. Valle del río Cauca, Colombia.

Zona agro-ecológica	Rendimiento/zona por año						Promedio por zona
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
1C0	–	11.9	11.8	11.6	11.6	11.8	11.8
1C1	–	–	12.1	11.4	11.9	11.9	11.8
1C2	–	–	–	–	12.0	12.3	12.2
2C0	–	12.5	12.1	11.6	11.8	11.6	11.9
2C1	11.5	11.7	12.1	11.2	11.2	11.6	11.5
2C2	–	–	–	11.5	11.6	12.1	11.7
2C3	–	–	–	11.0	–	–	11.0
3C1	–	11.5	11.9	11.4	12.1	12.1	11.8
3C2	–	–	12.7	12.1	12.2	12.3	12.3
4C0	–	–	–	–	11.4	11.6	11.5
4C1	–	–	12.4	10.9	11.3	11.4	11.5
5C1	11.6	11.7	11.8	11.1	11.2	11.2	11.4
5C2	–	–	11.2	10.7	10.9	11.0	10.9
5C3	–	–	–	10.4	10.6	10.9	10.6
6C0	11.7	–	11.9	11.7	12.0	12.2	11.9
6C1	11.8	–	12.3	11.7	11.9	12.0	12.0
6C2	–	–	12.0	11.9	12.0	11.9	12.0
6C3	–	–	–	12.2	12.7	12.7	12.6
7C1	–	–	–	10.8	–	11.0	10.9
7C2	–	–	12.8	11.8	11.2	11.8	11.9
7C3	–	–	–	12.1	12.0	12.2	12.1
8C0	–	–	–	12.0	11.8	12.4	12.0
8C1	–	–	–	11.0	11.5	11.0	11.2
8C2	–	11.5	11.4	11.1	11.3	11.4	11.3
8C3	–	–	–	11.2	–	–	11.2
9C1	–	–	11.9	11.1	11.4	11.5	11.5
9C2	–	11.7	11.9	10.9	11.3	11.0	11.4
9C3	12.1	12.1	12.3	11.8	12.3	11.9	12.1
9C4	11.4	11.4	11.8	10.9	11.3	11.4	11.4
10C0	–	–	–	12.3	10.9	–	11.6
10C1	11.5	11.4	12.4	12.0	12.2	12.3	12.0
10C2	–	–	–	11.9	12.2	12.1	12.1
10C3	–	–	–	–	–	12.2	12.2
10C4	–	–	–	–	–	–	–
Promedio	11.7	11.7	12.0	11.4	11.7	11.8	11.7

Las TCH (Cuadro 15) no tuvieron el mismo comportamiento que el rendimiento. Se puede observar claramente la consistencia en el tiempo de valores altos en algunas zonas como 1C2, 2C0, 4C0, 6C0, 7C1 y 7C2; o de valores bajos en las zonas 3C1, 3C2, 5C1, 5C3, 9C4, 10C1 y 10C3. En estas últimas se requiere una alternativa diferente de siembra, o es posible que la CC 85-92 sea la mejor opción y lo que requiere es un mejor manejo para lograr una mayor productividad.

Cuadro 15. Comportamiento de las TCH para la variedad CC 85-92 por zonas agroecológicas en el período 1995-2000. Valle del río Cauca, Colombia.

Zona agro-ecológica	TCH/zona por año						Promedio por zona
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
1C0	–	115.1	117.8	122.6	134.7	131.4	124.3
1C1	–	–	128.2	122.5	128.7	123.1	125.6
1C2	–	–	–	–	135.8	122.2	129.0
2C0	–	123.2	131.5	136.8	138.6	135.9	133.2
2C1	126.8	123.6	128.4	119.6	134.1	122.5	125.8
2C2	–	–	–	120.4	141.2	115.5	125.7
2C3	–	–	–	122.3	–	–	122.3
3C2	–	95.6	100.4	90.8	116.3	105.7	101.7
3C2	–	–	105.1	92.6	109.8	104.9	103.1
4C0	–	–	–	–	140.0	124.1	132.0
4C1	–		110.9	101.6	116.3	112.1	110.2
5C1	120.1	102.0	109.4	109.1	110.6	103.6	109.1
5C2	–	–	117.1	115.2	130.0	107.2	117.4
5C3	–	–	–	98.0	108.0	92.1	99.4
6C0	130.0	–	133.4	125.5	136.2	129.5	130.9
6C1	131.3	–	121.9	121.9	131.2	117.4	124.7
6C2	–	–	127.9	132.1	126.8	129.5	129.1
6C3	–	–	–	131.6	117.9	121.5	123.7
7C1	–	–	–	130.4	–	133.3	131.9
7C2	–	–	118.2	120.8	119.6	114.4	118.3
7C2	–	–	–	149.2	151.7	134.2	145.0
8C0	–	–	–	121.2	128.7	117.0	122.3
8C1	–	–	–	131.8	129.2	124.5	128.5
8C2	–	111.1	130.7	117.0	124.8	100.4	116.8
8C3	–	–	–	125.8	–	–	125.8
9C1	–	–	112.2	128.7	126.0	131.2	124.5
9C2	–	106.9	122.6	115.5	137.4	118.1	120.1
9C3	114.6	109.0	98.6	108.0	124.7	97.1	108.7
9C4	102.1	91.5	103.7	106.6	117.9	95.6	102.9
10C0	–	–	–	122.8	128.5		125.7
10C1	112.1	113.2	98.9	104.0	114.8	101.2	107.4
10C2	–	–	–	112.2	123.1	114.7	116.7
10C3	–	–	–	–	–	92.6	92.6
Promedio	119.6	109.1	116.7	118.6	127.0	115.8	118.9

Variabilidad de la productividad

Los coeficientes de variación del rendimiento y de las TCH (Cuadros 16 y 17, respectivamente) muestran que para ambos parámetros la variabilidad estuvo más asociada con la zona que con la variedad, siendo menor la variabilidad en rendimiento que en TCH. En promedio, los rangos del coeficiente de variación entre zonas agroecológicas presentaron valores entre 16% y 27%, mientras que entre variedades estos valores oscilaron entre 22% y 24%. En ambos casos la variedad CC 85-92 presentó la menor variabilidad con respecto a las demás.

A escala comercial la variedad CC 85-92 ha mostrado ser una buena alternativa para la sustitución de las variedades tradicionales, no obstante, aún existen zonas donde otras variedades tienen mejor comportamiento que ella. Inclusive hay zonas donde ninguna de las variedades alcanza su mejor expresión, lo cual justifica el desarrollo de nuevas variedades para esas zonas.

Los resultados en campos comerciales con la variedad CC 85-92 (ver Cuadros 10 a 12) concuerdan, en la mayoría de los casos, con los resultados experimentales en las mismas zonas agroecológicas (ver Cuadro 7). En el caso de las TCH, esta variedad produjo resultados estadísticamente similares a los obtenidos con la variedad CC 84-75 en el 89% de las zonas. Por el contrario, en la mayoría de las zonas las demás variedades evaluadas fueron inferiores a ella en términos de las TCH producidas. En rendimiento, la variedad CC 85-92 fue estadísticamente igual a la MZC 74-275 en el 89% de las zonas y superior a la variedad CC 84-75 en el 89%.

Cuando se combinan las TCH y el rendimiento se obtienen las toneladas de azúcar por hectárea (TAH). La variedad CC 85-92 fue estadísticamente superior en TAH a las variedades CC 84-75 (en el 44% de las zonas agroecológicas), MZC 74-275 (en el 100%), V 71-51 (en el 67%) PR 61-632 (en el 89%) y RD 75-11 (en el 89%). Es importante señalar que en todas las zonas agroecológicas las TAH de la variedad CC 85-92 fueron estadísticamente superiores a las de las demás variedades en evaluación.

Cuadro 16. Coeficientes de variación para el TCH por zona y variedad en el período 1990-2000. Valle del río Cauca, Colombia.

Zona agro-ecológica	Coeficientes de variación/zona por variedad						Promedio
	CC 84-75	CC 85-92	MZC 74-275	PR 61-632	RD 75-11	V 71-51	
1C0	16.3	18.7	19.2	18.7	16.4	19.5	18.1
1C1	20.1	16.3	21.2	19.4	22.3	20.7	20.0
1C2	15.0	19.0	20.9	18.3		22.2	19.1
2C0	21.1	16.9	19.2	19.0	19.7	21.7	19.6
2C1	22.4	23.2	21.3	22.0	26.7	22.5	23.0
2C2	22.0	24.4	22.8	22.4	22.0	22.4	22.7
2C3	25.2	21.1	23.4	21.8	26.5	25.4	23.9
2C5	–	21.0	18.4	–	–	–	19.7
3C1	24.8	24.9	22.3	23.3	27.8	24.6	24.6
3C2	25.0	24.3	25.9	23.8	25.9	23.1	24.7
3C3	31.7	22.6	23.9	22.9	30.6	19.9	25.3
4C0	21.5	20.2	20.4	16.6	19.5	21.3	19.9
4C1	27.7	22.1	23.5	23.3	–	21.8	23.7
5C1	23.1	22.9	21.3	22.9	26.7	25.1	23.7
5C2	22.9	22.3	21.7	23.0	26.0	24.5	23.4
5C3	24.6	25.6	26.5	22.2	26.9	25.1	25.2
6C0	22.3	16.9	19.0	22.2	17.8	22.5	20.1
6C1	23.7	21.1	21.9	21.6	23.3	23.6	22.5
6C2	21.5	20.5	21.6	23.8	22.2	25.0	22.4
6C3	27.6	23.0	21.5	22.3	17.0	21.6	22.2
7C1	19.4	23.7	19.8	–	–	24.6	21.9
7C2	23.8	24.3	21.9	23.1	17.6	24.9	22.6
7C3	19.2	20.6	21.9	17.9	–	22.6	20.4
8C0	15.2	15.4	17.1	14.3	17.3	17.7	16.2
8C1	22.7	26.8	22.5	25.0	22.5	23.5	23.8
8C2	24.5	23.2	22.8	24.0	24.9	26.8	24.4
8C3	–	19.8	26.7	–	21.0	25.4	23.2
9C1	25.4	22.3	19.8	23.6	29.7	22.9	23.9
9C2	27.7	26.7	24.0	25.2	26.4	23.3	25.6
9C3	26.8	23.3	23.6	24.8	26.5	26.8	25.3
9C4	27.4	24.1	25.5	25.0	26.4	27.9	26.0
10C0	18.4	17.8	21.0	21.6	16.4	21.6	19.4
10C1	21.8	19.9	19.5	21.9	24.1	24.2	21.9
10C2	27.7	24.7	23.8	23.0	30.4	26.7	26.1
10C3	32.8	25.6	25.7	24.8	27.9	27.9	27.4
10C4	27.1	26.6	–	–	29.7	28.3	27.9
Promedio	23.1	21.8	22.0	21.9	23.5	23.3	22.6

Cuadro 17. Coeficientes de variación para el rendimiento (%) por zona y por variedad de caña de azúcar en el período 1990-2000. Valle del río Cauca, Colombia.

Zona agro-ecológica	Coeficientes/zona por variedad						Promedio
	CC 84-75	CC 85-92	MZC 74-275	PR 61-632	RD 75-11	V 71-51	
1C0	12.0	9.5	9.3	11.5	10.4	11.1	10.6
1C1	9.4	9.8	9.3	9.6	9.1	9.6	9.5
1C2	13.4	7.3	9.5	9.6		10.1	10.0
2C0	10.8	9.8	9.7	10.8	9.1	9.9	10.0
2C1	10.6	9.9	10.5	10.6	11.0	10.1	10.4
2C2	14.0	10.2	9.9	10.9	10.2	9.2	10.7
2C3	10.0	8.4	11.8	11.2	6.9	8.9	9.5
2C5	–	7.5	9.4	–	–	–	8.5
3C1	9.4	10.4	9.2	8.1	10.6	9.2	9.5
3C2	8.7	7.2	9.0	10.2	9.6	9.6	9.1
3C3	10.1	8.2	8.5	10.0	11.0	10.0	9.6
4C0	9.7	8.5	9.8	8.7	9.1	8.9	9.1
4C1	11.3	11.4	11.0	9.9		9.5	10.6
5C1	9.9	10.0	10.5	10.4	9.7	10.3	10.1
5C2	10.6	9.1	10.2	11.1	10.3	10.3	10.3
5C3	10.2	9.7	11.1	9.2	7.9	12.9	10.2
6C0	11.4	9.6	9.9	11.1	10.4	9.9	10.4
6C1	10.5	9.1	10.2	9.8	9.8	9.6	9.8
6C2	9.7	12.6	9.8	9.8	8.7	8.8	9.9
6C3	9.6	8.0	8.5	10.2	8.1	8.6	8.8
7C1	7.7	8.9	10.6	–	–	11.3	9.6
7C2	9.3	10.5	12.3	11.2	9.2	10.9	10.6
7C3	10.8	9.1	8.1	7.9	–	7.4	8.6
8C0	12.1	10.9	9.1	8.0	7.5	8.8	9.4
8C1	10.1	11.4	11.3	10.1	10.3	10.2	10.6
8C2	9.9	10.1	11.2	11.9	9.0	11.2	10.5
8C3	–	6.4	11.3	–	11.3	10.1	9.8
9C1	11.8	10.6	10.1	12.1	11.3	9.6	10.9
9C2	11.3	9.2	11.3	10.4	9.8	10.1	10.4
9C3	10.3	10.4	11.1	10.4	8.9	9.7	10.1
9C4	10.2	10.2	11.2	11.4	9.5	10.9	10.6
10C0	12.7	9.9	9.8	8.8	13.8	10.3	10.9
10C1	10.7	9.2	9.2	9.7	10.0	10.3	9.8
10C2	10.4	8.0	10.1	10.2	8.9	9.4	9.5
10C3	8.7	10.0	11.4	10.2	9.7	10.4	10.0
10C4	8.7	7.9	–	–	8.0	11.3	9.0
Promedio	10.5	9.5	10.1	10.2	9.6	9.9	10.0

Comportamiento en la cosecha

Análisis de calidad

El contenido de sacarosa en los jugos de una variedad de caña de azúcar y por consiguiente su recuperación final en fábrica dependen de varios factores, entre ellos, el tiempo entre corte y molienda, el contenido de materia extraña y las propiedades inherentes a la variedad como son el contenido de fibra y la tasa de pérdida de sacarosa después de la cosecha.

Utilizando un método no-destructivo se estudiaron las variaciones en sacarosa después del corte y se hizo un diagnóstico de pérdidas de sacarosa poscosecha de la variedad CC 85-92 en comparación con la variedad MZC 74-275. Para el efecto se realizó un muestreo de tallos sin quemar de cada variedad y diariamente se les extrajo el jugo con un punzón a partir del momento de corte hasta completar 96 horas de apilamiento o almacenamiento en condiciones de campo. Las muestras de tallos se pesaron diariamente para efectuar las correcciones por pérdida de peso en las determinaciones de sacarosa. Los resultados indicaron que, en promedio, las pérdidas de sacarosa por hora variaron entre 0.07% y 0.09%, observándose un comportamiento similar con la variedad testigo MZC 74-275.

Los parámetros de corrección varietal -ajuste de la variedad con respecto a la variedad testigo- indicaron que la CC 85-92 presentaba un factor de extracción (equivalente a la sacarosa extraída de las células del tejido de la caña) de 0.98, siendo similar al encontrado para la variedad MZC 74-275. No obstante, la producción o nivel de azúcar recuperable de la primera fue, en algunas ocasiones, superior a la de la segunda. En condiciones de laboratorio, mediante análisis con prensa hidráulica, el factor de extracción (0.70) de la variedad CC 85-92 fue ligeramente inferior al factor (0.74) de la variedad MZC 74-275. La fibra % caña de la variedad CC 85-92 fue de 12% y la de la variedad MZC 74-275 de 15%. El rango de sacarosa recuperable (%) de la variedad CC 85-92 osciló entre11.7 y 16.1; y el de la variedad MZC 74-275 entre 12.1 y 15.8. El factor de corrección varietal para la primera fue de 0.97 a 1.02 y para la segunda de 1.0.

En los trabajos realizados en la estación experimental de CENICAÑA la aplicación de maduradores no tuvo efecto en el contenido de fibra de la variedad CC 85-92. Por el contrario, se encontró un efecto en la concentración de sacarosa y en el contenido de materia seca, con incrementos hasta de dos puntos en relación con el tratamiento testigo sin aplicación de madurador.

Efecto de la edad de cosecha en el contenido de sacarosa

Es necesario señalar que aunque la maduración depende en un alto grado de la edad, los valores reales obtenidos y utilizados en este estudio están afectados por las condiciones del sitio y el manejo agronómico.

Con el fin de medir la relación existente entre la sacarosa % caña en los tallos almacenados en los patios de las fábricas y la edad de cosecha para la variedad CC 85-92, se analizó la información comercial recopilada en el período 1990–2000 en 6,546 suertes.

Los ingenios utilizan el rendimiento como indicador a escala comercial para evaluar las variedades. Sin embargo, el rendimiento depende de la eficiencia de extracción en cada ingenio. Por tal motivo, la sacarosa % caña que llega a los patios se estimó con base en el rendimiento. Para lograr dicha estimación se estableció una relación funcional entre la sacarosa % caña y el rendimiento comercial con datos mensuales por ingenio para los años del período 1990–2000, durante el cual el sector implementó el Sistema de Intercambio de Información Estandarizada Interingenios.

Tomando como base la información mensual se generó la variable 'temporada de cosecha' con los niveles siguientes: (1) primer nivel o primera temporada seca que comprendió el período diciembre a febrero (1TS-DEF); (2) primera temporada lluviosa que comprendió desde marzo hasta mayo (1TL-MAM); (3) segunda temporada seca que comprendió de junio a agosto (2TS-JJA); y (4) segunda temporada lluviosa que comprendió de septiembre a noviembre (2TL-SON).

Utilizando los modelos de regresión lineal múltiple con variables 'Dummy' se estimó para cada ingenio–temporada la regresión lineal de la sacarosa % caña en función del rendimiento comercial. Mediante análisis de regresión múltiple con variables indicadoras se estimó el efecto de la edad de cosecha en la sacarosa % caña y su comportamiento diferencial según la combinación zona agroecológica y temporada y, al mismo tiempo, se estimó el efecto del número de corte en la sacarosa % caña (21).

En las Figuras 12 a 18 se presentan las edades óptimas de cosecha de la variedad CC 85-92 en función del rendimiento, según la zona agroecológica y la temporada de clima al momento de la cosecha. Los grupos de edad de corte fueron formados de acuerdo con el agrupamiento de los promedios de edad óptima, la sacarosa máxima y la tasa de disminución de sacarosa por cada unidad de desvío al cuadrado.

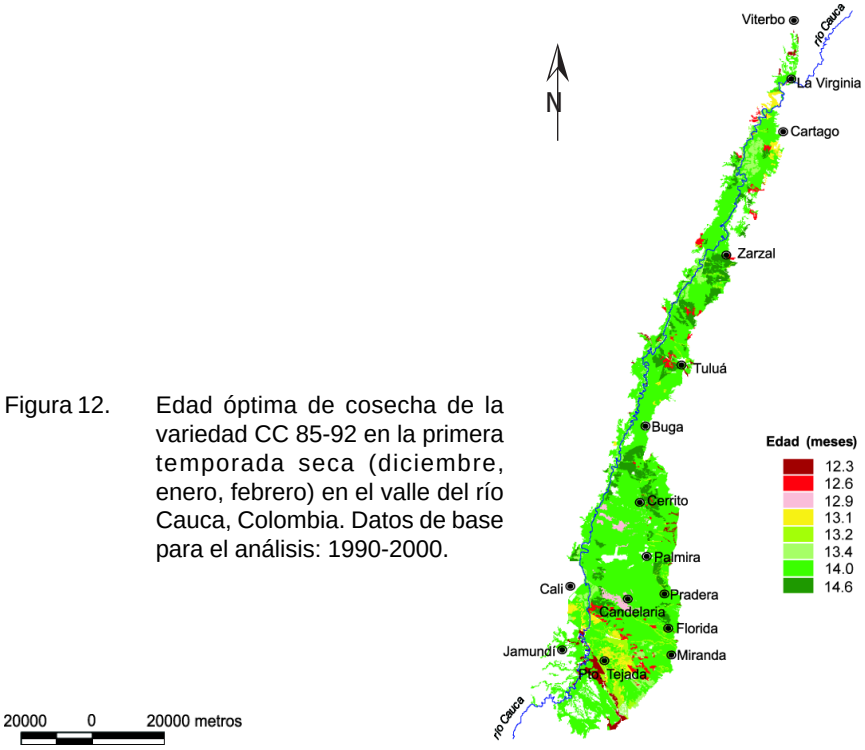

Figura 12. Edad óptima de cosecha de la variedad CC 85-92 en la primera temporada seca (diciembre, enero, febrero) en el valle del río Cauca, Colombia. Datos de base para el análisis: 1990-2000.

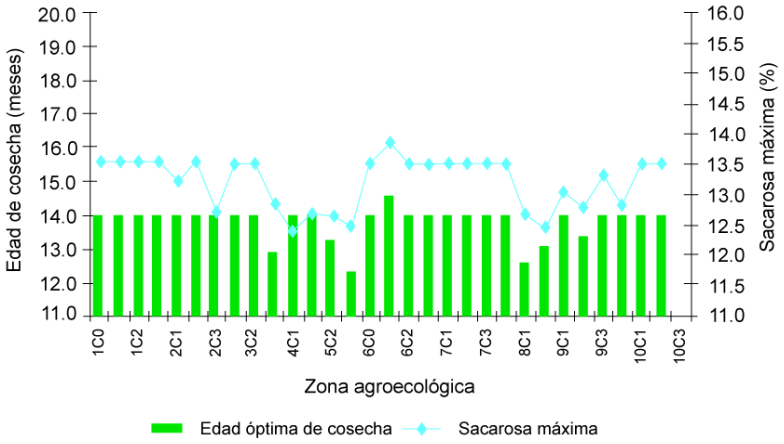

Figura 13. Edad óptima de cosecha de la variedad CC 85-92 en la primera temporada seca (diciembre, enero, febrero) según la zona agroecológica en el valle del río Cauca, Colombia. Datos de base para el análisis: 1990-2000.

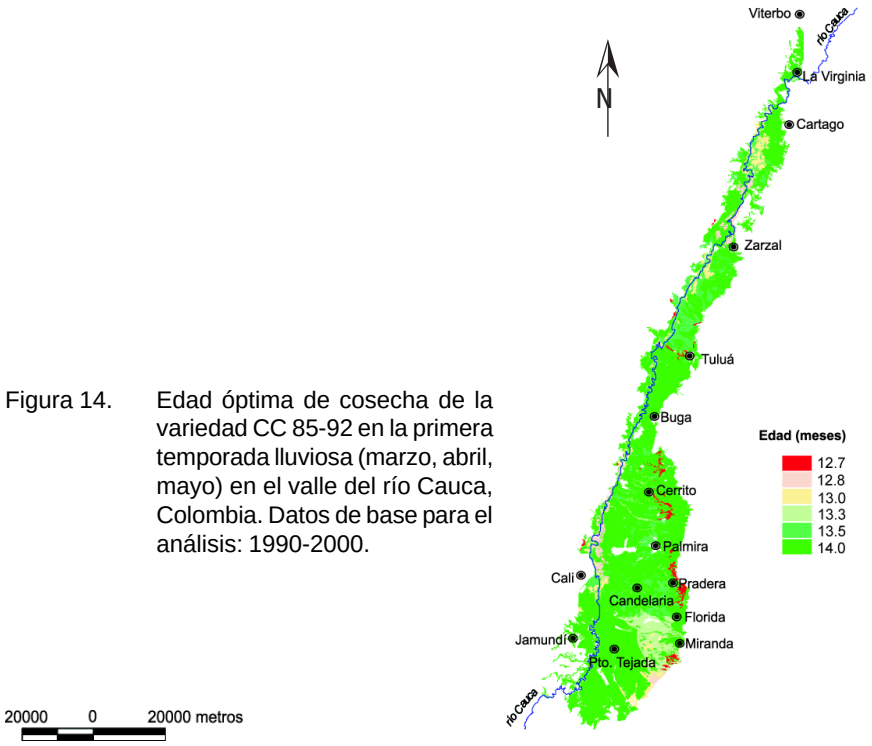

Figura 14. Edad óptima de cosecha de la variedad CC 85-92 en la primera temporada lluviosa (marzo, abril, mayo) en el valle del río Cauca, Colombia. Datos de base para el análisis: 1990-2000.

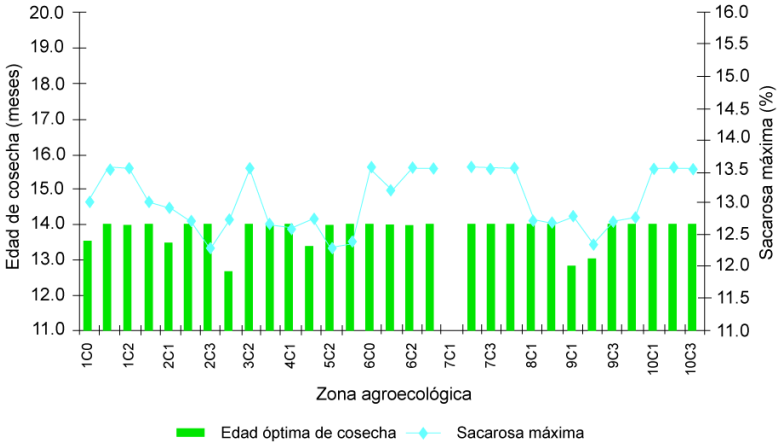

Figura 15. Edad óptima de cosecha de la variedad CC 85-92 en la primera temporada lluviosa (marzo, abril, mayo) según la zona agroecológica en el valle del río Cauca, Colombia. Datos de base para el análisis: 1990-2000.

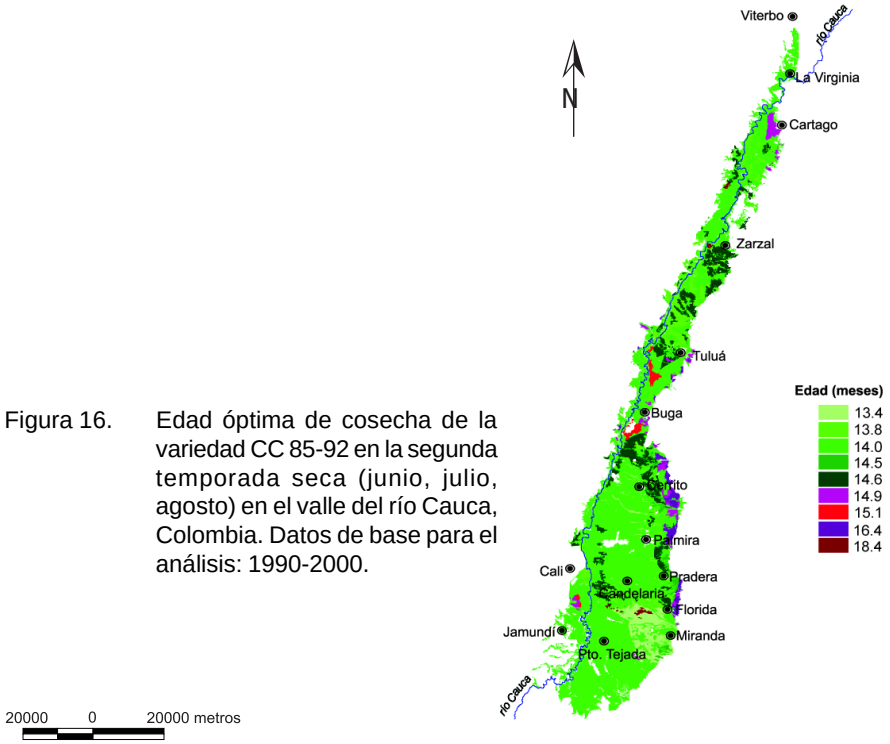

Figura 16. Edad óptima de cosecha de la variedad CC 85-92 en la segunda temporada seca (junio, julio, agosto) en el valle del río Cauca, Colombia. Datos de base para el análisis: 1990-2000.

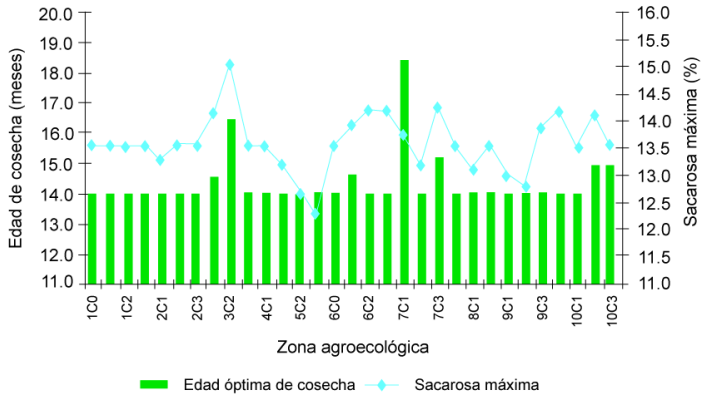

Figura 17. Edad óptima de cosecha de la variedad CC 85-92 en la segunda temporada seca (junio, julio, agosto) según la zona agroecológica en el valle del río Cauca, Colombia. Datos de base para el análisis: 1990-2000.

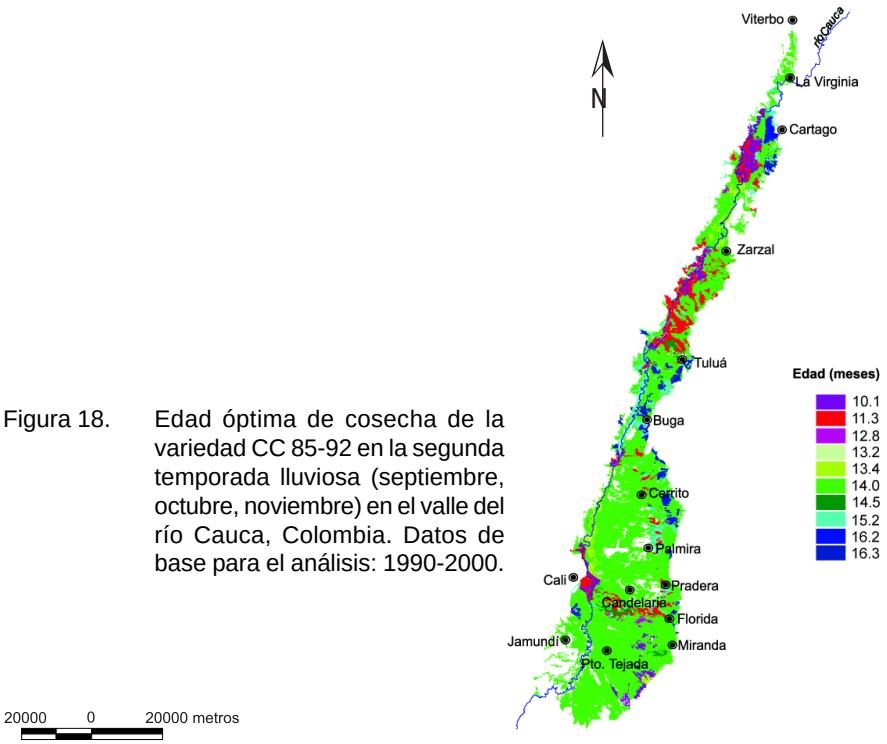

Figura 18. Edad óptima de cosecha de la variedad CC 85-92 en la segunda temporada lluviosa (septiembre, octubre, noviembre) en el valle del río Cauca, Colombia. Datos de base para el análisis: 1990-2000.

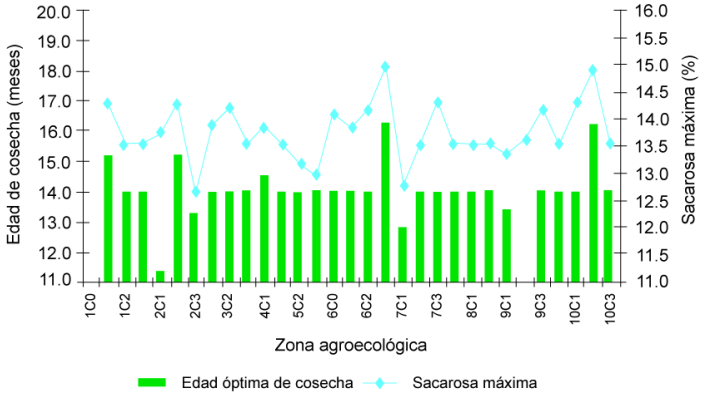

Figura 19. Edad óptima de cosecha de la variedad CC 85-92 en la segunda temporada lluviosa (septiembre, octubre, noviembre) según la zona agroecológica en el valle del río Cauca, Colombia. Datos de base para el análisis: 1990-2000.

Las estadísticas descriptivas para la variable edad de corte por cada grupo de edad óptima de cosecha muestran que el 75% de las suertes cuya edad óptima para cosecha era de 14.05 meses se cosecharon a edades de 13.7 meses o menos; mientras que aquellas cuya edad óptima era de 13.37 meses fueron cosechadas a edades menores que 13.3 meses; y un 75% de las que debían ser cosechadas a 16.82 meses, lo fueron a edades inferiores que 13.7 meses (Cuadro 18). Esto significa que para definir el óptimo económico para cosecha se debe tener en cuenta el mayor contenido de sacarosa y no tomar como base los requerimentos de caña de las fábricas.

De manera adicional, la curva de maduración de la variedad CC 85-92 se derivó de los datos de dos suertes de la hacienda El Arenal del Ingenio Sancarlos con muestras de caña tomadas desde los 10 meses de edad del cultivo hasta el momento de cosecha (14.1 meses). Los tallos se llevaron hasta la fábrica del Ingenio, donde se molieron para extraer el jugo para análisis en el laboratorio. A partir de los resultados se calculó el rendimiento teórico mediante la fórmula de Fajardo (Figura 20). Los resultados de maduración mostraron la máxima concentración de sacarosa entre los 13 y 14 meses de edad y fueron similares a los que aparecen en el Cuadro 18.

En las condiciones de la hacienda El Arenal la variedad CC85-92 con aplicación de Roundup como madurador mostró un máximo rendimiento a los 13.5 meses de edad, entre diciembre 1998 y enero 1999, y a partir de ese momento tendió a estabilizarse (30).

Cuadro 18. Estadísticas descriptivas de edad de corte de la variedad CC85-92 por grupo de edad óptima de cosecha según los registros comerciales del período 1990 a 2000. Valle del río Cauca, Colombia.

Edad óptima de corte	Número de datos	Edad de cosecha (meses)				
		Míníma	Máxima	Promedio	PCT[a] 50%	PCT[a] 75%
13.37	1860	8.0	22.8	12.7	12.3	13.3
14.05	4545	7.3	24.0	12.9	12.7	13.7
16.82	98	9.8	24.8	12.9	12.7	13.7

a. PTC = Porcentaje de suertes que se cosecharon a edades inferiores a la edad óptima con probabilidades de 50% y 75%.

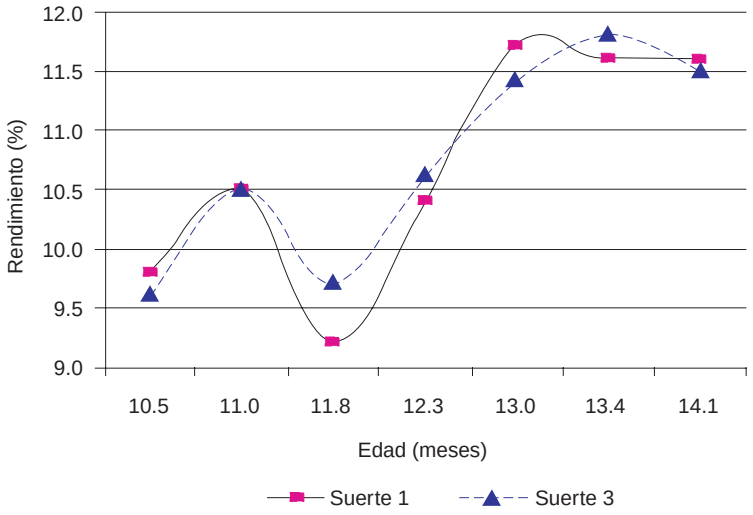

Figura 20. Curva de maduración de la variedad CC 85-92 (plantilla) en la finca piloto de la hacienda El Arenal, Ingenio Sancarlos. Octubre 1998-enero 1999. Valle del Cauca, Colombia.

Análisis de la cosecha manual

Existen diferentes modalidades de cosecha manual de la caña de azúcar que afectan el rendimiento de sacarosa en fábrica, siendo las más comunes: quemada, verde (sin quemar) sucia o cruda, verde semilimpia y verde limpia, las cuales presentan eficiencias diferentes en la labor de corte.

En 2001, la variedad CC 85-92 presentó la mayor área de siembra en el área total sembrada por la agroindustria azucarera local. Debido a su importancia, esta variedad se encuentra actualmente en evaluación para la cosecha manual verde limpia como alternativa para dar cumplimiento a lo estipulado en el Artículo Primero de la Ley 99 de 1993 sobre protección ambiental. En el Ingenio La Cabaña un alto porcentaje de las suertes cosechadas con el método manual verde limpio tiene un promedio de producción entre 80 y 110 t de caña, lo que es considerado como óptimo para esta clase de corte. Las plantaciones de la variedad CC 85-92 en este ingenio alcanzan entre 2 y 3 m de altura, presentan bajo volcamiento, crecimiento erecto, deshoje medio y escasa presencia de pelusa en las hojas, lo que contribuye a una mayor eficiencia en el corte y limpieza de los tallos. En general, en el Ingenio la eficiencia del corte manual

de caña quemada con esta variedad es, en promedio, de 6 t/hombre/día, mientras que con el método de cosecha verde limpio es de 3 t/hombre/día.

Se ha observado que la variedad CC 85-92 en suelos de alta fertilidad y buen drenaje produce, además de un alto tonelaje de caña, un excesivo follaje, lo que hace más lento el manejo de los residuos tanto en el corte como en el levantamiento del cultivo siguiente. En el Ingenio Mayagüez, la variedad produce un alto tonelaje que contribuye a su volcamiento y posterior formación de chulquines que afectan la eficiencia del corte durante la cosecha.

El promedio del contenido de materia extraña en el corte manual de la variedad CC 85-92, incluyendo la caña quemada y verde limpia, es de 2.72%, distribuidos en cogollos (1.29%), hojas (0.91%) y chulquines (0.52%). En la variedad MZC 74-275 el promedio de materia extraña es 3.42% y se distribuye en cogollos (2.17%), hojas (0.98%) y chulquines (0.27%). .

Otras características importantes de la variedad CC 85-92 son su resistencia al quiebre durante el alce y su alto rendimiento de acomodo por vagón, lo que disminuye los costos del transporte. Estas características representan igualmente ventajas para la cosecha de caña quemada.

Análisis de la cosecha mecanizada

Buscando siempre una producción limpia, la industria azucarera colombiana ha venido evaluando e implementando la cosecha mecanizada de la caña en verde.

En el Ingenio Mayagüez se observó que la variedad CC 85-92 presentó ventajas sobre otras variedades, entre ellas la MZC 74-275, cuando se utilizó la cosechadora Cameco 2500 en caña quemada. La principal ventaja fue la alta eficiencia en toneladas cortadas por hora, ya que fue posible desplazar la combinada al momento del corte a una velocidad superior a 4 km/h con rendimientos superiores a 40 t/h. Cuando la caña se encuentra volcada, lo que generalmente ocurre debido a su alto tonelaje, el cogollo se incorpora a la caña cosechada. Aunque los cogollos livianos son extraídos en su mayor parte por el ventilador primario, no obstante pueden alcanzar valores de 5% lo cual puede afectar el proceso de fábrica. La mayor velocidad de cosecha cuando se utiliza la máquina puede favorecer la fractura de los tallos y un mayor desperdicio de caña como resultado del volcamiento del cultivo.

Durante la cosecha mecanizada de la variedad CC 85-92 la extracción de hojas es buena, además, la facilidad de quema debido a su alto contenido de biomasa facilita la tarea del operario y consecuentemente la reducción en la cantidad de tierra que llega a fábrica. En algunas condiciones no es posible separar los chulquines producidos por esta variedad, aunque la caña sea quemada. En este tipo de cosecha, la calidad del corte o cepillado es más satisfactorio en comparación con el corte en verde, la cantidad de tocones es menor y su corrección y recuperación es más fácil.

En 2001, en el Ingenio Manuelita el promedio de edad de las plantaciones de la variedad CC 85-92 al momento de la cosecha fue de 12.8 meses y más del 60% del total se cosechó en verde. El comportamiento de la variedad es diferente según la zona agroecológica en la que se cultive; así, en Mollisols de alta fertilidad, la caña tiende a volcarse totalmente lo que dificulta las labores eficientes de corte y limpieza de la caña por las cosechadoras. Aunque este volcamiento ocurre de manera ‘organizada’, obliga al desplazamiento de la cosechadora en un solo sentido. Los nudos del tallo de esta variedad son fuertes y se pueden manejar mecánicamente lo que permite evitar pérdidas durante el proceso de cosecha dentro de la máquina, tal como ocurre con frecuencia en la cosecha de la variedad CC 84-75. La variedad CC 85-92 presenta, en ocasiones, chulquines al momento de la cosecha, y muchas hojas adheridas al tallo que dificultan el trabajo de los extractores primarios de la cosechadora. No obstante, el promedio ponderado del contenido de materia extraña en la cosecha varía entre 8.82% y 10.72%, porcentajes considerados como normales frente al promedio de materia extraña de la caña cosechada en verde en el Ingenio. En condiciones normales, tanto las hojas como los cogollos alcanzan más del 65% del contenido total dentro de los componentes de materia extraña.

En suelos con altos contenidos de arcilla y en aquellos ligeramente salinos, la variedad CC 85-92 tiene un menor crecimiento, produce menos tonelaje y mantiene su porte erecto lo que facilita la cosecha mecanizada.

En el Ingenio Manuelita, la eficiencia de corte mecanizado en verde de esta variedad empleando las combinadas Austoft 7700 y Cameco CHT 2500 se considera aceptable, a pesar de que las máquinas se desplazan a 3 km/h y cortan 28 t/h. Se debe anotar además que la variedad aporta un gran número de chulquines a la caña cosechada lo que disminuye la eficiencia de la producción de azúcar.

En evaluaciones realizadas en este Ingenio durante la cosecha para determinar la condición de la variedad en un suelo Galpón (Isaacs y Raigosa, 2001) se observó que el volcamiento era grado 2[1/], por tanto, no existían impedimentos para la cosecha con las máquinas siendo su eficiencia promedio de 25 t/h. El bajo volcamiento observado se debió fundamentalmente a los tonelajes obtenidos (113-140 TCH) y a la racionalización de la fertilización nitrogenada y el riego.

En estas evaluaciones la variedad presentó una baja relación residuos/caña (20.8%) lo cual favorece la cosecha mecanizada, y se compara con los valores observados en variedades como V 71-51 (80%) y MZC 74-275 (45%) evaluadas en las mismas condiciones en campos del Ingenio Manuelita.

Caña y residuos en el campo después de la cosecha

En algunos lotes se midió la cantidad de tallos y residuos en el campo después de la cosecha de la variedad CC 85-92. La cantidad de caña dejada en el campo fue baja en todos los sistemas de cosecha. Con la cosecha mecanizada quedaron en el campo 4.5 t/ha caña, aproximadamente, equivalentes a 3.7% de la producción. Este valor se considera bajo con este tipo de cosecha ya que con otras variedades comerciales los residuos pueden alcanzar hasta 10% de la caña cosechada. Con el corte manual la caña en el campo fue inferior al 3% de la producción.

La cantidad de residuos fue aparentemente diferente entre los dos sistemas de cosecha (manual y mecanizada); sin embargo, buena parte de la diferencia se debió al contenido de humedad de los residuos y a la cantidad de éstos que llegan a fábrica cuando la caña se cosecha en forma mecanizada. Con este sistema los residuos quedan semipicados y pierden humedad más rápidamente, en comparación con los residuos enteros de la cosecha manual.

Análisis económico de la variedad CC 85-92 con dos sistemas de cosecha

Debido a la variabilidad encontrada en los resultados obtenidos con la variedad CC 85-92 al momento de la cosecha, especialmente cuando se comparan entre ingenios azucareros, durante enero de 1999 y febrero de 2000 ésta fue evaluada junto con otras seis variedades (CC 85-68 y 87-434; MZC 74-275, 90-15, 84-04 y 86-19) cultivadas en un Mollisols, Manuelita, en la zona agroecológica 2C0, Ingenio Mayagüez.

1. Grados de volcamiento, porcentaje de cultivo volcado: 1= caña erecta,< 5%. 2= escaso, 6-20%. 3= medio, 21-35%. 4= abundante, 36-50%. 5= volcada > 50%.

El objetivo del trabajo fue hacer una evaluación económica de las variedades, incluyendo las cosechas manual y mecanizada de plantillas. Se utilizó un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones, donde la parcela principal era el sistema de cosecha (manual verde limpio y mecánico verde) y la subparcela la variedad. Cada parcela estaba constituida por una franja de cinco surcos de 115 m distanciados 1.75 m. La cosecha manual se hizo en verde limpio y la mecanizada con cosechadoras Cameco 2500.

Los resultados del estudio mostraron que el sistema de cosecha no sólo afecta los costos del corte, alce y transporte, sino también los del proceso total de producción de azúcar. Se hicieron los análisis: (a) parcial (plantilla), que incluyó sólo lo relacionado con la cosecha y el proceso en fábrica, hasta establecer un retorno a campo y administración (margen bruto operacional); y (b) total (ciclo de cinco cortes), que incluyó el estudio sobre un ciclo completo de renovación de cultivo en el cual se consideraron cinco cortes y la evaluación del impacto en el largo plazo de cada sistema de cosecha sobre el negocio como un todo.

Como supuestos principales se presumió que, independientes de la variedad, las parcelas fueron manejadas con igual tecnología en las plantillas; mientras que en socas el manejo varió con el sistema de cosecha utilizado en el corte anterior, afectando básicamente las labores de encalle (manejo de residuos), subsuelo y aplicación de fertilizantes.

Los parámetros considerados se relacionaron con sacarosa % caña (precosecha), fibra % caña (fibra varietal) y TCH (caña neta) (Cuadro 19). Para las socas se presumió que el contenido de sacarosa y de fibra no cambió con el número de corte, mientras que la producción de caña (TCH) se ajustó a una función descendente que dependió del sistema de cosecha.

Cuadro 19. Resumen de TCH, sacarosa y fibra (% caña) de siete variedades de caña de azúcar en precosecha. Zona agroecológica 2CO, Ingenio Mayagüez. Valle del río Cauca, Colombia.

Variedad	TCH	Sacarosa % caña	Fibra % caña
CCC 85-68	120.4	15.8	12.19
CC 87-434	127.4	16.6	11.76
MZC 74-275	107.3	15.1	12.94
MZC 84-04	124.0	14.3	14.39
CC 85-92	133.0	15.7	11.99
MZC 86-19	135.7	14.9	13.04
MZC 90-15	105.5	14.2	13.85

Las condiciones de cosecha fueron similares para todas las variedades. Los parámetros utilizados en la sensibilización fueron la materia extraña, la caña residual en el campo, el tiempo de permanencia, la eficiencia en el corte, y el el alce y el transporte (Cuadro 20). La comparación económica de las variedades cosechadas se obtuvo con el uso del modelo programado por CENICAÑA para la evaluación financiera de los sistemas de cosecha (23), utilizando para el efecto la información técnica obtenida de las parcelas cosechadas en el Ingenio Mayagüez.

Cuadro 20. Materia extraña, tiempo de permanencia y caña abandonada en el campo de siete variedades con dos sistemas de cosecha. Zona agroecológica 2C0, Ingenio Mayaguez. Valle del río Cauca, Colombia.

Variedad	Materia extraña (%)		Tiempo de permanencia[a] (horas)		Caña residual en campo (t/ha)	
	Manual	Mecanizada	Manual	Mecanizada	Manual	Mecanizada
CC 85-68	3.85	13.99	18.00	2.0	0.50	5.0
CC 87-434	3.67	9.91	18.00	2.0	0.50	5.0
MZC 74-275	2.48	10.57	18.00	2.0	0.50	5.0
MZC 84-04	2.51	7.59	18.00	2.0	0.50	5.0
CC 85-92	2.81	14.22	18.00	2.0	0.50	5.0
MZC 86-19	2.59	11.72	18.00	2.0	0.50	5.0
MZC 90-15	3.20	10.75	18.00	2.0	0.50	5.0

a. Los tiempos de permanencia son independientes de la variedad.

Análisis parcial. Los ingresos fueron calculados teniendo en cuenta las toneladas de caña molidas y el rendimiento, y en consecuencia, los niveles de producción de azúcar y subproductos para cada variedad (Cuadro 21). Los ingresos obtenidos con las cosechas manual y mecánica de cada una de las variedades aparecen en la Figura 21. En términos globales los mayores ingresos se obtuvieron en la cosecha manual, ya que con este sistema fue posible recuperar más azúcar debido a menor efecto de la materia extraña, en comparación con la cosecha mecanizada. Las variedades que presentaron los mayores ingresos en cosecha manual fueron CC 85-92 y 87-434. En cosecha mecanizada los mayores ingresos se obtuvieron con las variedades CC 87-434 y MZC 86-19. Las variedades MZC 74-275 y MZC 90-15 representaron los menores ingresos.

Cuadro 21. Resultados en TCH, azúcar recuperable estimado (ARE %), TAH, bagazo y miel de siete variedades con dos sistemas de cosecha. Zona agroecológica 2C0, Ingenio Mayagüez. Valle del río Cauca.

	TCH (en fábrica)[a]		ARE (%)		TAH		Bagazo (t)		Miel (t)	
Variedad	Man.	Mec.	Man.	Mec.	Man.	Mec.	Man.	Mec.	Man.	Mec.
CCC 85-68	123	132	11.0	10.2	13.0	12.0	31.9	36.7	3.7	4.0
CC 87-434	130	135	11.4	11.2	14.3	13.8	32.5	35.9	3.9	4.0
MZC 74-275	108	113	10.7	10.3	11.3	10.8	29.6	33.2	3.2	3.4
MZC 84—04	125	128	9.9	9.7	12.1	11.6	38.1	41.6	3.8	3.8
CC 85-92	135	147	11.2	9.0	14.7	11.6	34.3	40.1	4.1	4.4
MZC 86-19	137	146	10.4	10.1	13.9	13.4	37.9	40.7	4.1	4.4
MZC 90-15	107	112	9.6	8.7	10.0	8.9	31.4	32.9	3.2	3.3

a. TCH (en fábrica) = f (TCH, + materia extraña - caña residual en campo - pérdidas por tiempo de permanencia)

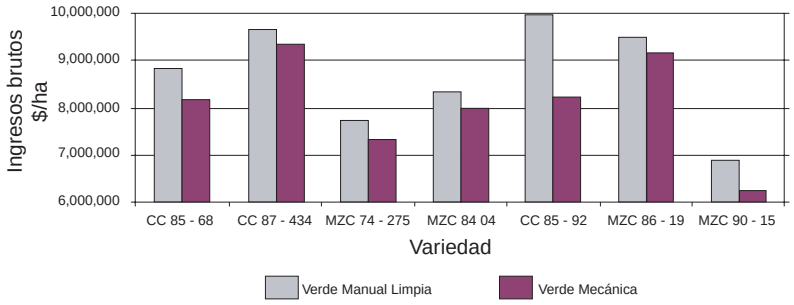

Figura 21. Análisis parcial (plantilla) de los ingresos brutos de siete variedades de caña con dos sistemas de cosecha. Mollisols, Manuelita, Ingenio Mayagüez. Valle del río Cauca, Colombia.

Los costos de producción en cosecha y fábrica para cada variedad y sistema de cosecha aparecen en la Figura 22. Debido a los mayores costos en las labores de corte, todas las variedades cosechadas en forma manual resultaron más costosas que las cosechadas en forma mecanizada, aunque los costos de fábrica fueron ligeramente menores para las primeras. La variedad CC 85-92 representó los mayores costos en la cosecha manual, seguida de la MZC 86-19; mientras que entre las cosechadas en forma mecanizada las de menor costo fueron MZC 90-15 y 74-275.

El margen bruto operacional parcial fue calculado descontando los costos de cosecha y fábrica a partir de los ingresos por producción de cada una de las variedades (Figura 23). La variedad CC 87-434 dio el mayor margen en los dos sistemas de cosecha, seguida por MZC 86-19 con cosecha manual; mientras la variedad MZC 90-15 fue la de menor margen tanto en cosecha manual como mecanizada, debido su menor nivel de producción de caña en relación con las demás. Todas las variedades presentaron un margen operacional parcial positivo.

El margen bruto operacional final resultante de descontar del margen parcial los costos de campo aparece en la Figura 24. Debido a que las variedades recibieron el mismo manejo no se generó diferencia adicional entre ellas, sin embargo, los márgenes obtenidos indican las ventajas que tiene cada variedad para cubrir los costos totales de producción. Las variedades MZC 74-275, 90-15 y 84-04 tuvieron un saldo negativo, es decir, que los ingresos generados no alcanzaron a cubrir sus costos de producción; mientras que la variedad CC 87-434 continuó con el mayor margen.

Los resultados con este indicador permiten concluir que la variedad CC 87-434 presenta el mayor margen bruto operacional y aunque es de alto volcamiento a la cosecha, este margen es similar tanto en cosecha mecanizada como en verde limpio. La variedad CC 85-92 también presentó un alto valor de este indicador, colocándose después de la variedad anterior.

Análisis total. Con el margen operacional se mide la ventaja financiera que tiene cada variedad y sistema de cosecha, sin tener en cuenta la estructura de capital de los productores y sus empresas. Sin embargo, para elegir el sistema de cosecha y la variedad adecuados se requiere examinar la rentabilidad y la viabilidad financiera en cada caso, desde el punto de vista de su capacidad para generar el dinero en efectivo suficiente para cubrir los costos de operación, efectuar los pagos a capital (créditos de inversión), atender los gastos de capital

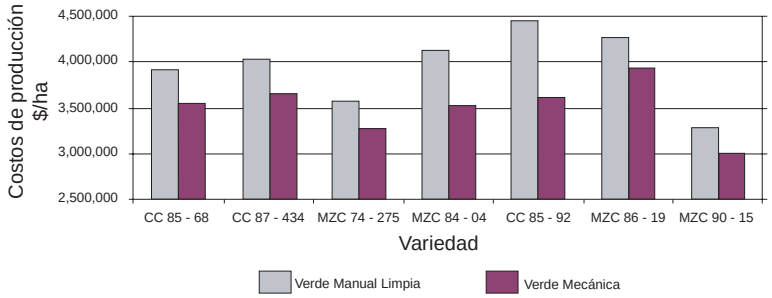

Figura 22. Análisis parcial (plantilla) de los costos de producción en cosecha y fábrica de siete variedades de caña con dos sistemas de cosecha. Mollisols, Manuelita, Ingenio Mayagüez.

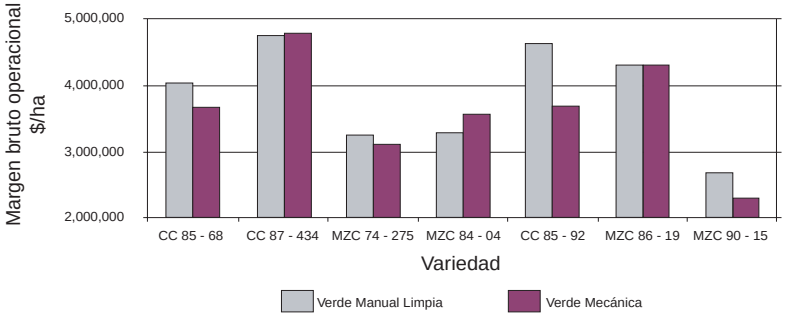

Figura 23. Análisis parcial (plantilla) del margen bruto operacional de siete variedades de caña con dos sistemas de cosecha. Mollisols, Manuelita, Ingenio Mayagüez.

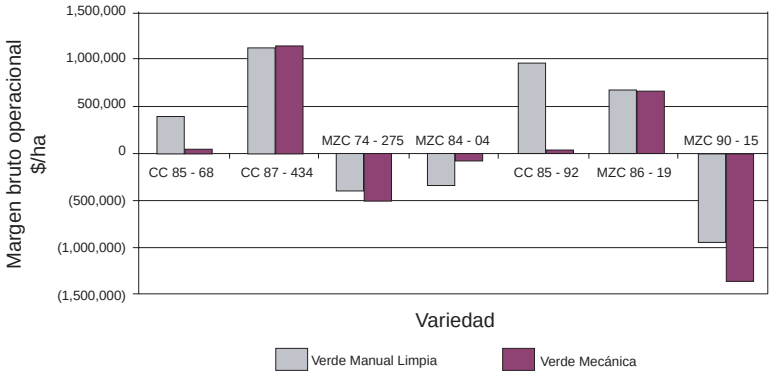

Figura 24. Análisis parcial (plantilla) del margen bruto operacional de siete variedades de caña con dos sistemas de cosecha, después de descontar los costos de cosecha y fábrica. Mollisols, Manuelita, Ingenio Mayagüez.

de la empresa (dividendos, reposición de activos, investigación y desarrollo) y mantener un mínimo requerido de capital de trabajo. Mientras el saldo neto operacional mide la capacidad de los sistemas para generar efectivo, el saldo neto en efectivo refleja la capacidad de los mismos para agregar valor al patrimonio de la empresa, definido como el excedente en caja sobre el nivel mínimo de capital de trabajo. Ambos indicadores financieros son estimados sobre el flujo de caja en efectivo que incluye un ciclo completo de renovación, es decir, durante la vida útil de la plantación.

En la Figura 25 se observan el saldo neto operacional para cada sistema de cosecha y cada variedad, margen después de descontar de los ingresos todos los costos de operación (campo, cosecha y fábrica), y el pago de intereses e impuestos. Según este indicador la variedad CC 87-434 resultó la más atractiva tanto para cosecha mecanizada como manual, seguida de las variedades CC 85-92 y 85-68 cuando se cosechan en forma manual. Para todas las variedades CC los mayores saldos se obtuvieron con la cosecha manual, mientras que para la cosecha mecanizada sólo aparece atractiva la variedad CC 87-434. La variedad MZC 90-15 presentó un menor saldo y en el caso de la cosecha mecanizada, éste fue negativo.

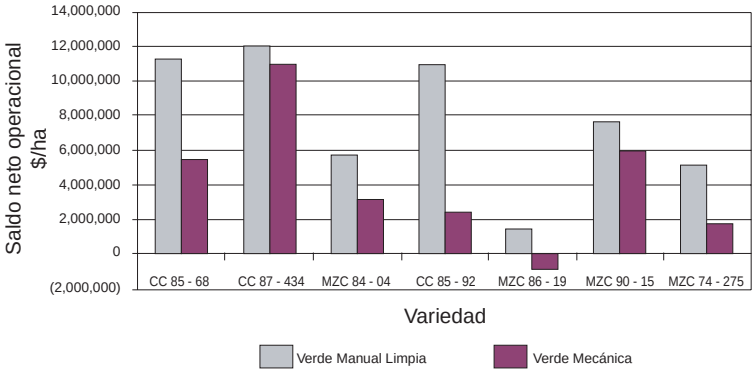

Figura 25. Análisis total (estimado para un ciclo de cinco cortes) del saldo neto operacional de siete variedades de caña con dos sistemas de cosecha, después de descontar de los ingresos los costos totales de operación (campo, cosecha y fábrica) y el pago de intereses e impuestos. Mollisols, Manuelita, Ingenio Mayagüez. Valle del río Cauca, Colombia.

En la Figura 26 se presentan los saldos netos en efectivo para cada sistema y variedad. La variedad de mayor saldo, o la que mayor valor agregó al patrimonio del negocio, fue la CC 87-434, especialmente cuando fue cosechada en forma manual, seguida de las variedades CC 85-68 y 85-92. Las variedades MZC 90-15 y 74-275 arrojaron saldos negativos.

En conclusión, en las condiciones experimentales, los supuestos planteados y los resultados técnicos y económicos obtenidos, la variedad CC 87-434 resultó ser la más viable y rentable, seguida de la variedad CC 85-92. Considerando el análisis total, la cosecha manual resultó financieramente más atractiva que la mecanizada, al menos en las condiciones del experimento realizado en el Ingenio Mayagüez.

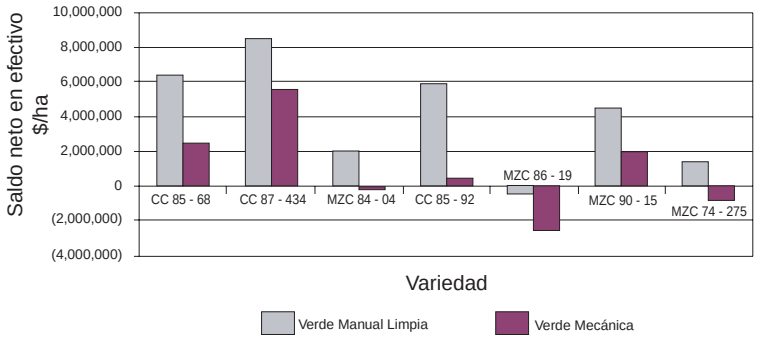

Figura 26. Análisis total (estimado para un ciclo de cinco cortes) del saldo neto en efectivo de siete variedades de caña con dos sistemas de cosecha. resultante por variedad de caña de azúcar y sistema de cosecha. Mollisols, Manuelita, Ingenio Mayagüez. Valle del río Cauca, Colombia.

Adopción de la variedad CC 85-92 por la agroindustria azucarera

Utilizando los datos de los censos anuales de variedades en el período 1990-2001 se construyó la curva de difusión de la variedad CC 85-92. Hasta diciembre de 2001 se habían sembrado 75,656 ha con esta variedad, equivalentes a 40.5% del área con caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca . En el 50% de las unidades productivas se había sembrado en algún porcentaje del área esta variedad. Este grado de difusión se demoró 10 años desde el momento en que los primeros productores innovadores adoptaron la variedad.

En los cinco años iniciales la tasa de difusión de la variedad CC 85-92 fue lenta, pero a partir de 1996 aumentó notoriamente cuando los cañicultores empezaron a observar los resultados en productividad. Sin embargo, se presentaron factores que impidieron una difusión a una tasa mayor en algunos segmentos de productores, entre ellos la presencia de la escaldadura de la hoja, enfermedad que se presentó en el Valle del Cauca afectando la variedad por lo que CENICAÑA la calificó como susceptible. Sin embargo, el manejo sanitario apropiado de la enfermedad mediante un método de diagnóstico apropiado y la aplicación de tratamientos térmicos efectivos permitieron la producción de semilla libre del patógeno, lo que facilitó la propagación de la variedad con mínimos riesgos, permitiendo la tasa de difusión y la adopción actual (Figura 27).

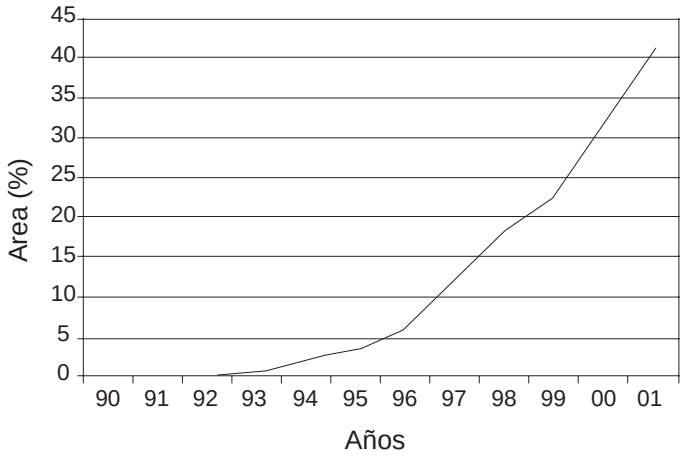

Figura 27. Curva de difusión de la variedad CC 85-92 en el área sembrada con caña en el valle del río Cauca entre 1990 y 2001. Colombia.

La Figura 28 muestra que la mayor tasa de difusión ocurrió en el Grupo 2 de productores conformado por los subgrupos PV-3 de proveedores y MD-2 de manejo directo de los ingenios azucareros, grupo caracterizado como el más tecnificado e innovador y a la vez el más productivo de la agroindustria (16). En la misma Figura se observan los cambios en la tasa de difusión en algunos subgrupos de productores cuando apareció la escaldadura de la hoja, enfermedad que evidentemente disminuyó el ritmo de adopción de la variedad CC 85-92.

En contraste con lo anterior, la tasa de adopción de la variedad ha sido menor en el Grupo 1 de productores constituido por los subgrupos PV-1 y PV-2 de proveedores y MD-1 de manejo directo de los ingenios, el cual es menos tecnificado y a la vez menos productivo. También se observa que el subgrupo PV-1 ha sido el menos adoptador de la variedad y corresponde, según la tipificación de los productores, al más rezagado y menos tecnificado y productivo de la agroindustria.

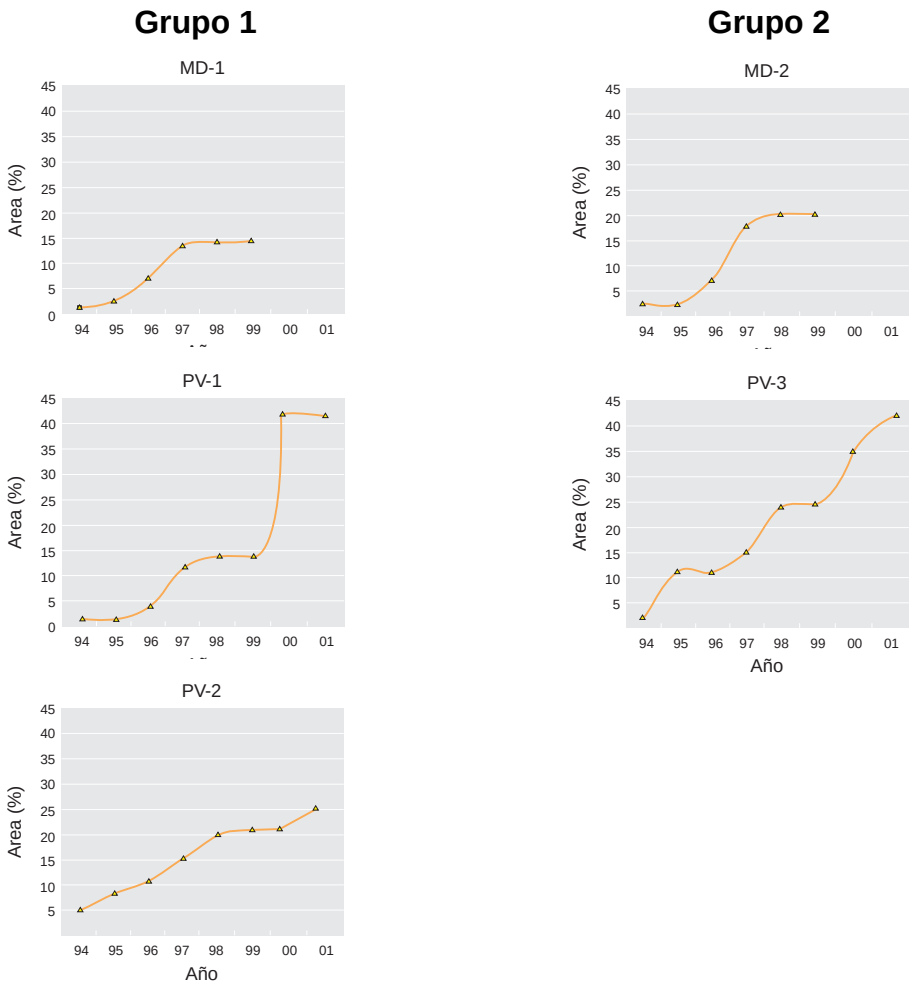

Figura 28. Curvas de difusión de la variedad CC 85-92 en el área sembrada por los subgrupos de productores (MD= manejo directo de ingenios, datos hasta 1999; PV= proveedores de caña). Valle del río Cauca, 1994 y 2001.

Productividad según los subgrupos de productores

Los datos sobre el comportamiento de la producción comercial de la variedad CC 85-92 en la agroindustria azucarera fueron procesados por subgrupos de productores, para validar una vez más las diferencias en productividad existentes entre productores tipificados. Los productores del Grupo 2 son los más adoptadores de tecnología y presentan las más altas productividades en términos de TCH y rendimiento (%), cuando se comparan con los del Grupo 1 (Figura 29).

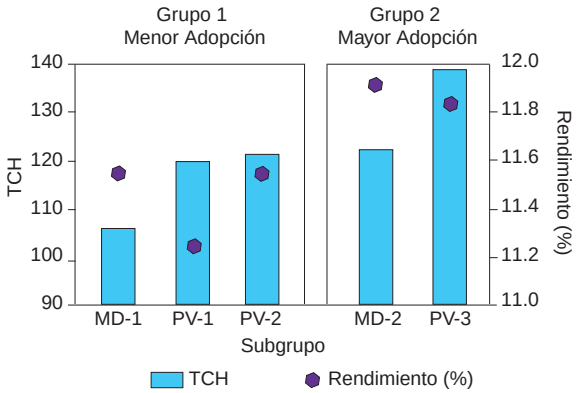

Figura 29. Resultados en TCH y rendimiento (%) de la variedad CC 85-92 en áreas de proveedores de caña (productores PV) y áreas con manejo directo de los ingenios azucareros (productores MD). Valle del río Cauca, Colombia. 1995-2000.

Para estudiar la representatividad de los subgrupos de productores en las diferentes zonas agroecológicas se ubicaron geográficamente sus unidades productivas utilizando SIG. Se encontró una distribución aleatoria de los distintos subgrupos en toda el área, de manera que en todas las zonas agroecológicas hay presencia de los diferentes tipos de productores, como se observa en el ejemplo de la Figura 30 correspondiente a la información de la zona agroecológica 5C1.

El análisis de los datos de productividad de la variedad CC 85-92 por zona agroecológica mostró, una vez más, que los campos de los cañicultores en el Grupo 2 (subgrupos PV-3 y MD-2) presentaron las mayores productividades en toneladas de azúcar por hectárea (TAH) en todas las zonas analizadas. Tres casos ilustran esta situación (Figuras 31 a 33). Lo anterior sugiere que las diferencias en productividad presentadas en una misma zona agroecológica con una misma variedad, posiblemente se deben a diferencias en el manejo agronómico que caracteriza a cada tipo de productor.

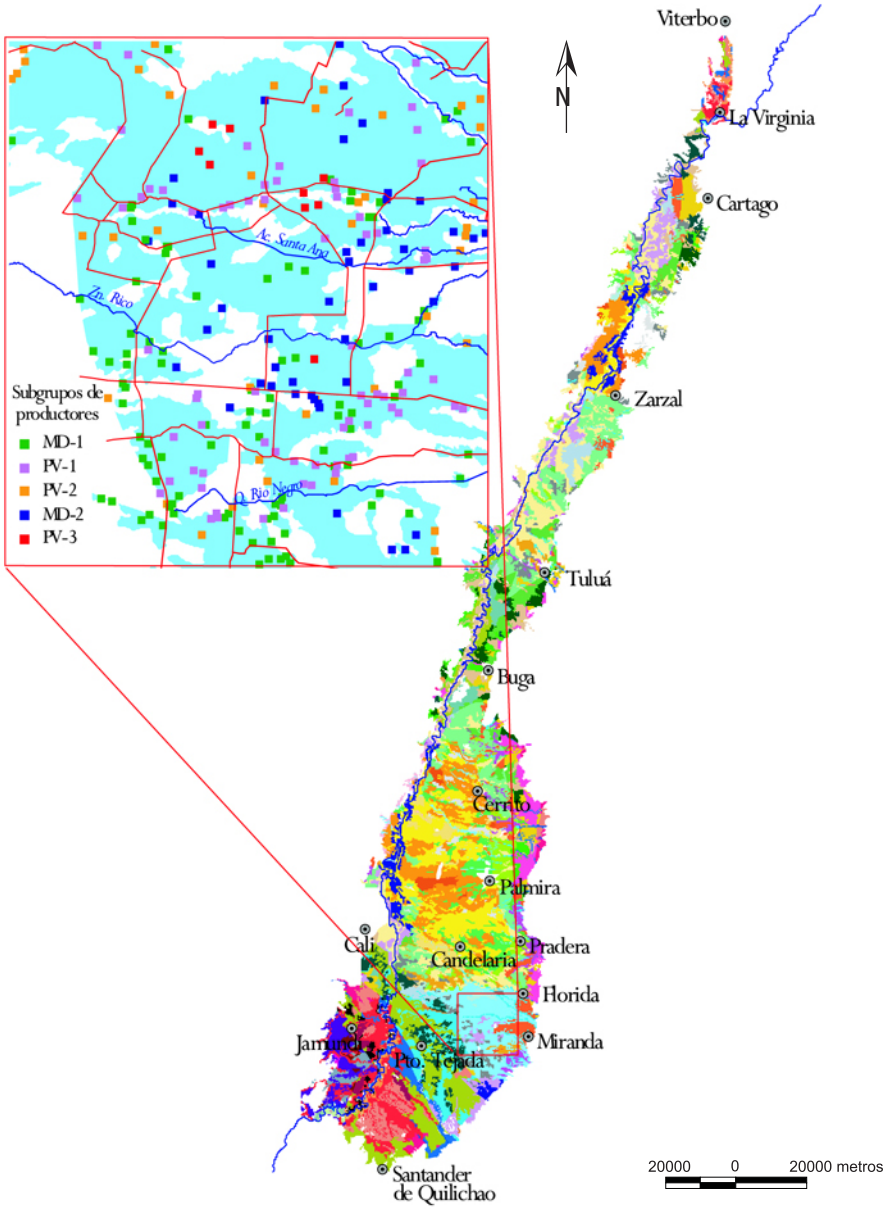

Figura 30. Distribución de los subgrupos de productores en el valle del río Cauca, 2001. Detalle de la distribución en la zona agroecológica 5C1.

Fuente: Carbonell *et al*, 2001. Zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar el valle del río Cauca. Tercera aproximación. Cali, Cenicaña. p.44. (Serie Técnica No. 29)

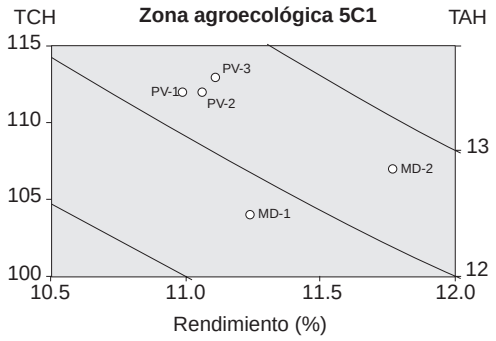

Figura 31. Curvas de isoproductividad de la variedad CC 85-92 en la zona agroecológica 5C1 según los subgrupos de productores, 1990-2000. Valle del río Cauca, Colombia.

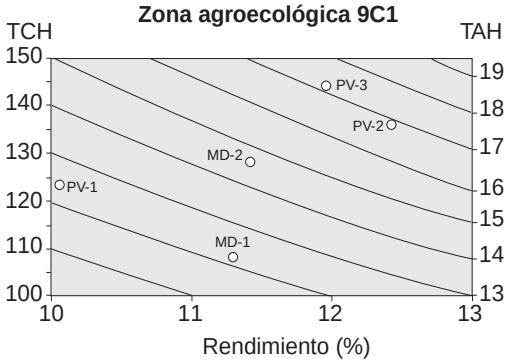

Figura 32. Curvas de isoproductividad de la variedad CC 85-92 en la zona agroecológica 9C1 según los subgrupos de productores, 1990-2000. Valle del río Cauca, Colombia.

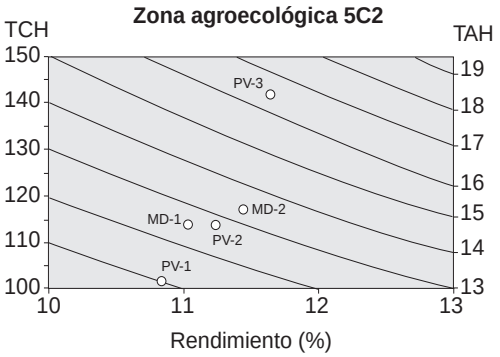

Figura 33. Curvas de isoproductividad de la variedad CC 85-92 en la zona agroecológica 5C2 según los subgrupos de productores, 1990-2000. Valle del río Cauca, Colombia.

Factores que influyen en la adopción

El conocimiento de los factores que influyen en el uso de una variedad por parte de los diferentes grupos de cañicultores es un aspecto importante en los estudios sobre la adopción.

En estudios de caracterización de base (15) se consultó a los cañicultores adoptadores acerca de los factores principales que más influyeron en la decisión de adopción de la variedad CC 85-92 (Figura 34). Los factores más importantes fueron: la alta productividad de la variedad (TAHM) y su amplia adaptación a diferentes condiciones de suelo; en haciendas del subgrupo PV-1 de proveedores fue notoria la influencia de las recomendaciones del ingenio sobre la adopción de la variedad. En los subgrupos de no-adoptadores los factores que más influyeron fueron la falta de área para renovación, la competencia con otras variedades o la presencia de nuevas ofertas varietales (Figura 35).

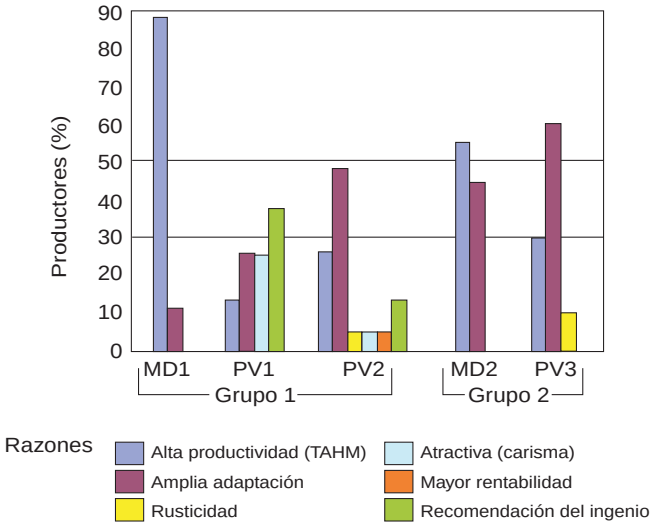

Figura 34. Razones principales de los productores adoptadores para sembrar la variedad CC 85-92. Valle del río Cauca, Colombia. Caracterización de base: 1999.

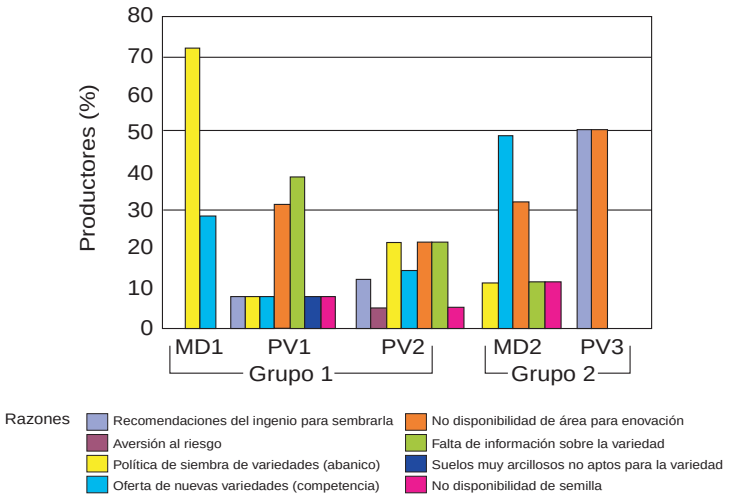

Figura 35. Razones principales de los productores no adoptadores para no sembrar la variedad CC 85-92. Valle del río Cauca, Colombia. Caracterización de base: 1999.

Categorías de adoptadores

La curva de difusión que muestra el porcentaje de adoptadores en el tiempo generalmente sigue la tendencia de una curva normal (Figura 36). Utilizando el método de Rogers (27) con unidades de desviaciones típicas se elaboró una categorización de adoptadores sobre la base del tiempo que tardan en aceptar una nueva tecnología. Las categorías individuales fueron: (1) innovadores o pioneros, (2) primeros adoptadores, (3) primera mayoría de adoptadores, (4) mayoría tardía de adoptadores, y (5) rezagados o remisos.

Es cierto que muchas innovaciones no siguen una curva normal de difusión. Sin embargo, existen procedimientos de normalización aceptables según el tipo de asimetría presente que permiten aplicar la categorización de Rogers. Con esta categorización se analizan las formas que presentan las curvas de difusión de las innovaciones como resultado de la adopción y los comportamientos de las curvas de todos los actos o eventos que preceden a la adopción, lo cual permite estudiar cómo se difunde el conocimiento de una innovación, el interés por la información sobre la idea innovadora y la aceptación mental. En el caso de la variedad CC 85-92 los factores que más han influido en el grado de adopción aparecen en el Cuadro 22 y están relacionados con las características personales, los valores y las relaciones sociales, así como con el comportamiento comunitario de las cinco categorías de adoptadores definidas por Rogers (18).

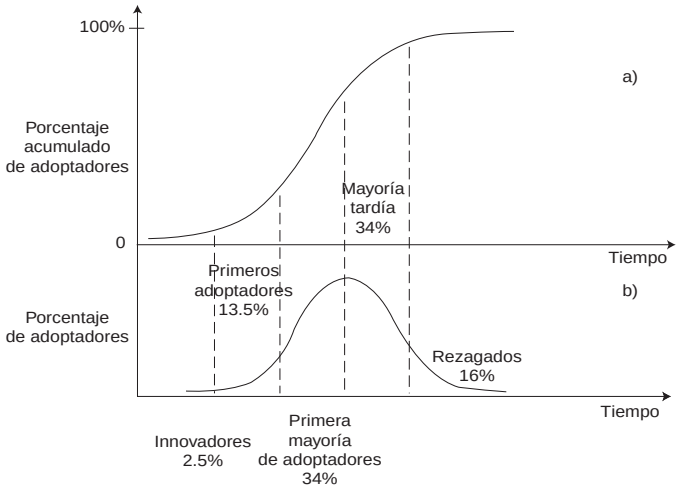

Figura 36. Curvas de difusión típicas considerando las categorías de adoptadores según Rogers.

Fuente: Rogers, E. 1962. Difussion of innovation. New York, MacMillan. Referenciado en Puyol, R.; Estebáñez, J.; Méndez, R. 1995. Geografía humana. Ediciones Cátedra S.A. España. p.346

Cuadro 22. Características conductuales de los productores de caña de azúcar según las categorías establecidas por Rogers.

Categoría	Características personales	Valores y relaciones sociales	Comportamiento comunitario
1. Innovadores	Grandes explotaciones y alto grado de especialización; jóvenes con alto grado de instrucción.	Capacidad de riesgo. Cosmopolitas.	Contactos con fuentes de información científica; relaciones con otros innovadores, uso de canales de información.
2. Primeros adoptadores	Explotaciones grandes y especializadas.	Personas respetadas. Líderes.	Usuarios competentes de los medios de información.
3. Primera mayoría de adoptadores	Explotaciones de tamaño superior al promedio.	Prudencia, cierto predicamento en la comunidad.	Algunos contactos con organismos agrarios.
4. Mayoría tardía .	Tamaño de explotaciones inferiores al promedio. Escasa especialización y rentabilidad media.	Escépticos. No asumen las innovaciones sin mucha comprobación.	Se relacionan con la primera mayoría. Se cierran al exterior.
5. Rezagados	Poca especialización y rentabilidad baja.	Tradicionales. Orientación al pasado. Temen los riesgos. Se aíslan socialmente.	Se relacionan solamente con amigos, parientes o personas que comparten ideas o valores semejantes. Son recelosos ante las innovaciones.

Ubicación de adoptadores

A través del seguimiento dinámico realizado a la difusión de la variedad CC 85-92 y con la ayuda del SIG se estableció la ubicación geográfica de las diferentes categorías de adoptadores de la variedad en el tiempo (Figura 37).

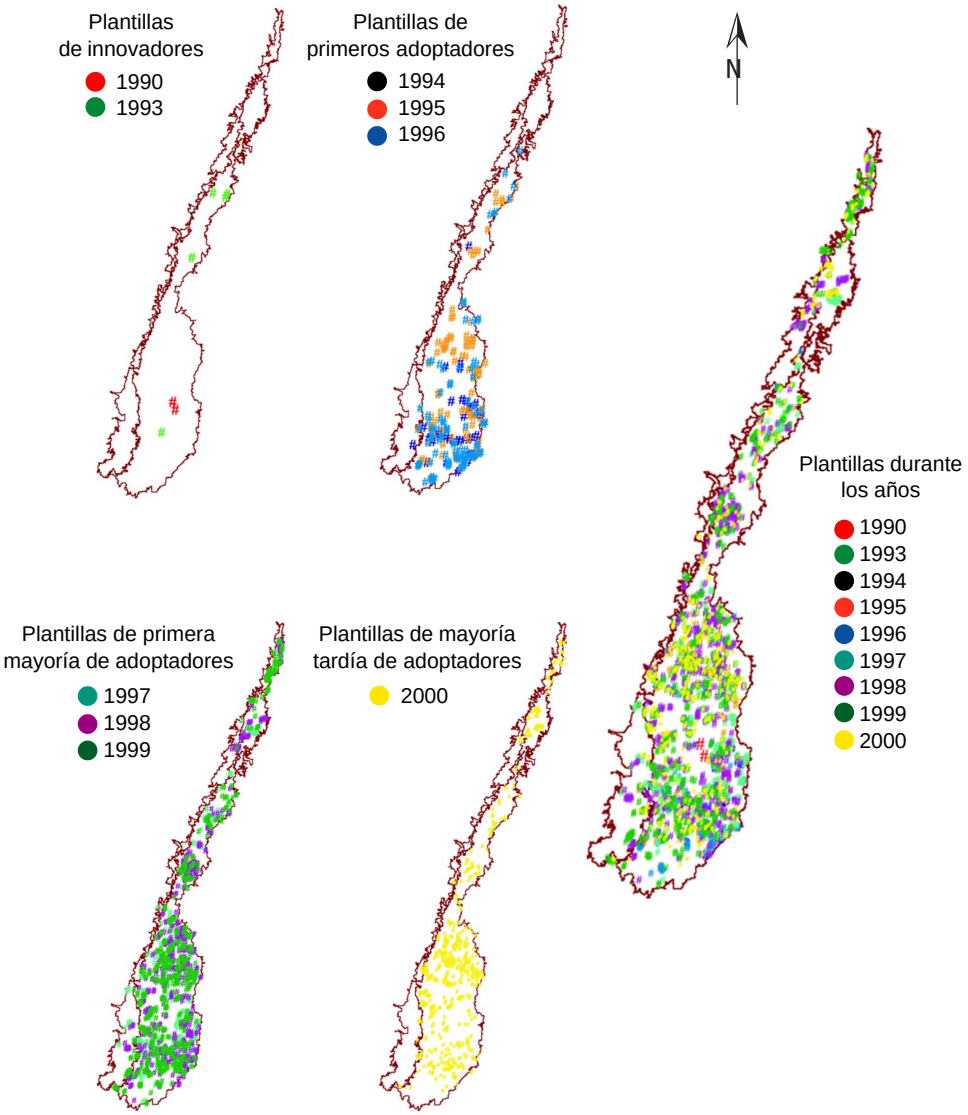

Figura 37. Ubicación geográfica de las categorías de adoptadores de la variedad CC 85-92 en el valle geográfico del río Cauca, Colombia.

La identificación de los cañicultores y su ubicación en cada una de las categorías ha resultado de gran ayuda para diseñar y establecer estrategias de comunicación orientadas según las características y condiciones propias de cada cañicultor. En la Figura 37 se observa que las adopciones crecen en torno a los primeros focos, como ocurrió con el grupo de cañicultores innovadores que entre 1990 y 1993 hicieron las primeras siembras de la variedad 85-92.

Según Hägerstrand (14) los flujos de información que parten de estos focos probablemente reflejan el conjunto de comunicaciones de una comunidad (o grupo de cañicultores en un área determinada). Así, los cañicultores innovadores fueron identificados y definidos como individuos que forman centros de información (transmisores–receptores).

Los beneficios de adelantar acciones para transferir una tecnología se reflejan básicamente en la ganancia que se obtiene en términos de tiempo desde el momento que se comunica la innovación hasta el momento en que es adoptada por los cañicultores (Figura 38).

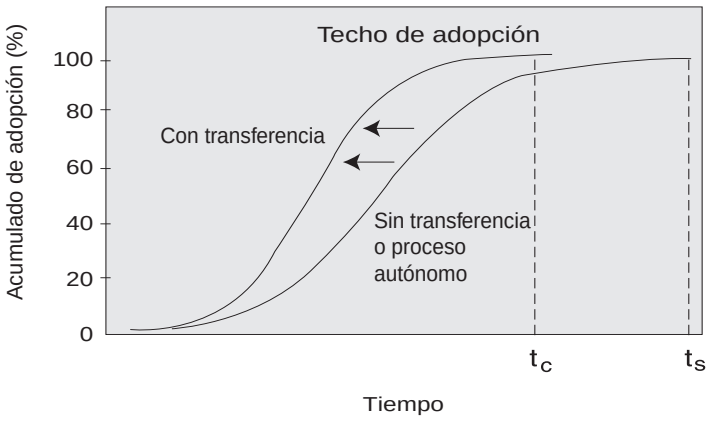

Figura 38. Esquema de beneficios de la transferencia de tecnología por ahorro de tiempo en la adopción.

Análisis de la producción comercial de variedades en 2001

Durante 1999 la variedad CC 85-92 fue la más sembrada y más cosechada en el valle geográfico del río Cauca. La productividad en azúcar de esta variedad fue de 1.15 toneladas por hectárea por mes (TAHM). La tercera más sembrada y segunda en área cosechada fue la variedad V 71-51 (0.99 TAHM), mientras que la MZC 74-275 (0.96 TAHM) fue cuarta en área sembrada y segunda en área cosechada.

En 2001, la variedad CC 85-92 participó en el 32% del área total cosechada y su productividad en azúcar fue superior en 12.8% en relación con el promedio general (Cuadros 23 y 24). Esta situación tiene el antecedente de lo ocurrido a comienzo de la década de los años ochenta cuando la variedad CP 57-603 reemplazó a la POJ 2878. Los datos promedio de la agroindustria indican que como resultado de la cosecha de esta variedad los indicadores globales aumentaron en: 16.75 TCH; 1.36 TCHM; 0.27 puntos porcentuales de rendimiento; 2.3 TAH y 0.186 TAHM. Lo anterior significó en 2001 para la industria azucarera colombiana 123,344.4 t de azúcar adicionales que a un valor de US$330 por tonelada produjo un total de US$40.7 millones adicionales para la industria con los mismos costos de producción en campo. El valor adicional obtenido en el año 2000 fue de aproximadamente US$26 millones.

La adopción de la variedad CC 85-92 ha llevado a que la industria azucarera colombiana incremente su productividad de manera significativa. Las ventajas de la variedad CC 85-92 han llevado a un aumento en las áreas sembradas con ella y con la variedad CC 84-75, y a una reducción significativa del área sembrada con las variedades MZC 74-275 y V 71-51 (Figura 39).

Es necesario mencionar que aunque la variedad CC 85-92 tiene un amplio rango de adaptación, su productividad no es igual en todos los sitios, como se mencionó anteriormente en las evaluaciones experimentales y comerciales durante la década 1990-2000 (Cuadros 10 a 13). El enfoque actual en la selección es hacia variedades específicas por sitios, con lo cual se espera desarrollar el potencial productivo en cada sitio y controlar la expansión generalizada de variedades individuales.

Cuadro 23. Principales variedades de caña de azúcar cultivadas y cosechadas por la industria azucarera colombiana a diciembre 31 de 2001, con su respectiva producción y promedio de rendimiento. Valle del río Cauca, Colombia.

Variedad	Area sembrada (ha)[a]	Porcentaje en la industria	Diferencia en participación (1999[b]-2000)	Area cosechada (ha)[c]	Area cosechada (%)	Edad de corte (meses)	Corte (número)	TCHM	TAHM	Rto. (%)
CC 85-92	75,656	40.5	8.7	53,628	32	12.2	2.7	9.48	1.15	12.14
V 71-51	25,084	13.4	-2.5	28,008	17	12.1	5.7	8.44	0.99	11.69
MZC 74-275	15,409	8.3	-5.4	25,627	15	12.1	5.7	7.78	0.96	12.33
CC 84-75	26,986	14.5	1.7	20,525	12	12.1	3.4	8.37	0.98	11.67
PR 61-632	10,300	5.5	-0.6	10,991	7	12.6	4.8	8.43	0.99	11.80
RD 75-11	7249	3.9	-0.9	8617	5	12.0	4.7	7.09	0.80	11.24

Distribución de la tierra (ha):	
Total área sembrada en caña	186,645
Total área en renovación	4897
Total área en pancoger y pastos	835
Total área próxima a siembra más tierras nuevas	605
Total área con cachaza en descomposición ('cachacera')	5
Total área en potreros	91
Total área disponible para el cultivo[d]	194,146
Total área variedades CC	106,936
Total área variedades VIC	42,634

a. Número de hectáreas sembradas a diciembre 31 de 2001.

b. Diferencia entre el área sembrada a dic.31/2000 y el área sembrada a dic.31/2001.

c. Número de hectáreas cosechadas a diciembre 31 de 2001.

d. Comprende el área sembrada, el área en renovación y aquella con cultivos de pancoger en lotes de caña.

Cuadro 24. Ventaja en productividad de azúcar TAH sobre el factor tierra de la variedad más cosechada con respecto al promedio anual de la agroindustria. Período 1996-2001. Valle del río Cauca, Colombia.

Variable	Año					
	2001	2000	1999	1998	1997	1996
Variedad más cosechada	CC 85-92	CC 85-92	MZC 74-275	MZC 74-275	MZC 74-275	MZC 74-275
Ventaja (%) en productividad sobre el promedio	12.8	12.5	-3.9	1.0	0	0.3
Porcentaje del área con la variedad	31.6	23.9	23.8	29.9	36.0	40.3

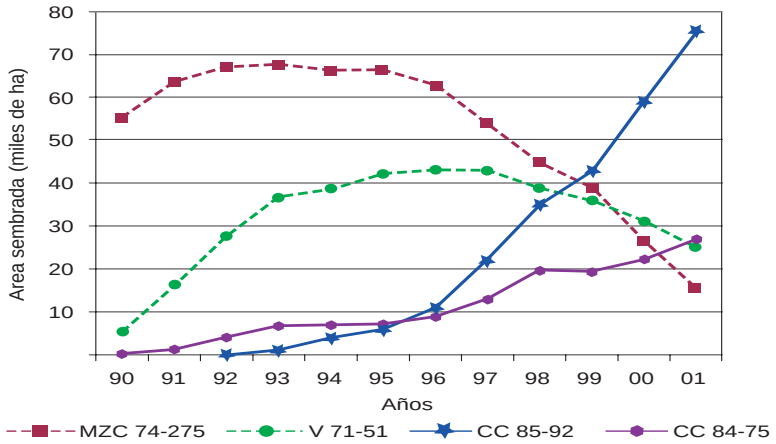

Figura 39. Curvas de difusión de cuatro variedades de caña en la agroindustria azucarera colombiana. Valle del río Cauca, Colombia, 1990-2001.

Agradecimientos

Especiales para las personas e instituciones que contribuyeron con información y colaboración oportunas en los procesos de investigación, evaluación, validación y difusión de la variedad CC 85-92 en el valle del río Cauca:

James Cock	Jorge Mario Pinzón	Jairo Cuéllar
Jorge Torres	Alexander Morales	Jaime Gómez
Carlos Adolfo Luna	Jorge Arcila	Juan José Uribe
Paula Uribe	Humberto Calderón	José Lara
Juan Pablo Raigosa	Jorge Arango	Joaquín Tafur
Jaime Calero	Luis Alvarado	Daniel Gálviz
Daniel Lenis	Ramiro Besosa	Amanda Villegas
Carlos Nieto	Jorge Herrada	Ricardo Franco
Tulio Escobar	Eliseo Nossa	Guillermo Escobar

Ingenios azucareros Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, María Luisa, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda y Sancarlos.

Proveedores de caña de los ingenios azucareros.
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
Investigadores, prácticos agrícolas y personal auxiliar de CENICAÑA.

Referencias bibliográficas

(1) Avellaneda, C.; Angel, J. C.; y Victoria, J. I. 2002. Comportamiento de diferentes variedades de caña de azúcar frente al virus del síndrome de la hoja amarilla. Memorias. 23 Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines (Ascolfi). Bogotá

(2) Amaya, A.; Torres, S. J.; Quintero, R.; Luna, C. A.; Moreno, C. A.; Palma, A. E.; Carbonell, J.; y Cortés, E. 1997. Nichos ecológicos para la caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca. En: Buenaventura, C. E. (editor). Cuarto Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar. Tecnicaña. Cali, Colombia. Septiembre 24 a 26 de 1997. vol. 1. p. 89-102.

(3) Blackburn, F. 1984. Sugar cane. Nueva York, Longman. 414 p.

(4) Carbonell, J.; Amaya, A.; Ortiz, B.; Torres, J.; Quintero, R.; e Isaacs, C. 2001. Zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca. Tercera aproximación. Cali, Cenicaña. 59p. (Serie técnica no. 29)

(5) Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. 1996. Informe Anual 1995. Programa de Variedades. Cali, Cenicaña. p. 1-15.

(6) _____. 1996. Informe Anual 1995. Programa de Agronomía. Cali, Cenicaña. p.16-38.

(7) _____. 1996. Informe Anual 1995. Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología. Cali, Colombia. p. 72-79.

(8) Cooperativa Central dos Productores de Açucar e Alcool do Estado de Sao Paulo. 1986. Notas 4, rev. Copersucar. Piracicaba, Brasil. 78 p.

(9) _____. 1991. Notas 5. An International variety directory. rev. Copersucar. Piracicaba, Brasil. 73 p.

(10) Cruz V., R. 1995. Drenajes. En: El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, Cenicaña, p.211-233.

(11) Grupo de Países Latinoamericanos y del Caribe Exportadores de Azúcar. 1984. Manual de información sistematizada sobre variedades de caña de azúcar y especies afines. Versión preliminar. México. Manuales de tecnología no. 2. 425p.

(12) Gómez, J. F. 1995. Control de malezas. En: El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, Cenicaña. p. 143-152.

(13) Gómez, L .A. y Lastra, L. A. 1995. Insectos asociados con la caña de azúcar en Colombia. En: El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, Cenicaña. p. 237-264.

(14) Hägerstrand, T. 1967. Innovation diffusion as a spatial process. The University of Chicago Press. Referenciado en Puyol, R.; Estebañez, J.; Méndez, R. 1995. Geografía humana. Ediciones Cátedra S.A. España. p.315

(15) Isaacs E., C.H.; Raigosa V., J.P.; Caicedo M., G.H.; Paz T., H.G.; Carrillo, V.E. 2000. Estudio del Cliente de la Nueva Tecnología de Cenicaña. Tercer informe técnico. Contrato Colciencias-Cenicaña código 2214-07-336-95. Cali, Cenicaña. 202p.

(16) ____.; Carrillo, V. E.; Caicedo, G. H.; Paz, H. G.; y Palma, A. E. 2000. Los clientes de la nueva tecnología. Censo y tipificación de productores de caña de azúcar de la industria azucarera colombiana, 1998. Cali, Cenicaña. 64 p. (Serie técnica no.27)

(17) ____.; Uribe J., P.T.; Raigosa, J. P. 2001. Informe técnico de validación comercial de tecnologías en fincas piloto. Variedad CC 85-92. Cali, Cenicaña.

(18) ____.; Caicedo M., G.H.; Raigosa, J. P. 2002. Caracterización conductual de productores de caña de azúcar. Análisis descriptivo. Primer informe técnico. Cali, Cenicaña. 62p. (Documento de trabajo no. 492)

(19) Larrahondo, J. E. 1997. Análisis directo y determinación del azúcar recuperable de la caña de azúcar. Cali, Cenicaña. Carta trimestral. 19:4.

(20) Luna, C. A.; Palma, A. E.; Moreno, C. A.; Vivas, D. L.; y Arias, O. L. 1997. Manejo detallado de plantaciones de caña de azúcar. En: Buenaventura, C.E. (ed.). Cuarto Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar (Tecnicaña). Cali, Colombia. Septiembre 24 a 26 de 1997. vol 2. p. 475-486.

(21) Moreno Gil, C.A. 2001. Efectos de la edad de cosecha en el contenido de sacarosa de la variedad CC 85-92. Cali, Cenicaña. 10p. (Documento de trabajo no.495)

(22) Posada, C. C. y Luna G., C. A. 2000. Comportamiento comercial de la caña de azúcar cosechada en el valle del río Cauca durante 1999. Cali, Cenicaña. 120 p.

(23) Orozco Cobo, B.; Palma Z., A.; Luna G., C.A.; Vidal, G.L.; Sluga, L. 2000. Modelo económico para el análisis de los sistemas de cosecha. Cali, Cenicaña. 27p. (Documento de trabajo no.457). También en Congreso Colombiano de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar, 5, Cali 4-6, oct. 2000.

(24) Quintero D., R. 1993. Interpretación del análisis de suelo y recomendaciones de fertilizantes para la caña de azúcar. Cali, Cenicaña. 27p. (Serie técnica no. 14).

(25) ____.1995. Fertilización y nutrición. En: El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, Cenicaña. p.153-178.

(26) ____. 2000. Fertilización de la CC 85-92 con nitrógeno y potasio en tres suelos del valle del río Cauca. Cali, 19 p. (Documento de trabajo no. 400)

(27) Rogers, E. 1962. Difussion of innovation. New York, MacMillan. Referenciado en Puyol, R.; Estebañez, J.; Méndez, R. 1995. Geografía humana. Ediciones Cátedra S.A. España. p.346

(28) Torres, A. J. 1995. Riegos. En: El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, Cenicaña. p. 193-210.

(29) ____ y Cruz, J. R. 1996. El Cenirrómetro. Cali. Cenicaña. 4p. (Serie divulgativa no.3)

(30) Uribe Jaramillo, P.T.; Isaacs E., C.H.; Raigosa Varela, J.P.; Cuéllar Cano, J. 1999. Informe técnico de validación de tecnología en fincas piloto. Ingenio Sancarlos. Hacienda El Arenal. Cali, Cenicaña. 46p. (Documento de trabajo no.407)

(31) Victoria, J. I.; Guzmán, M. L.; y Ángel, J. C. 1995. Enfermedades de la caña de azúcar en Colombia. En: El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, Cenicaña. p. 265-296.

(32) ____; Viveros, C. A.; Cassalett, C.; y Calderon, H. 1997. Establecimiento de semilleros limpios. Cali, Cenicaña. 20 p.

(33) _____; Amaya, A.; Rangel, H.; Viveros, C. A.; Cassalett, C.; Carbonell, J.; Cruz, R.; Gómez, L. A.; Isaacs, C.H.; Larrahondo, J. E.; Moreno, C. A.; Palma, A.E.; Posada, C.; Quintero, R.; y Villegas, F. 2002. Características agronómicas y de productividad de la variedad CC 85-92. Cali, Cenicaña. 137p.

(34) Villegas, F. y Arcila, A. J. 1995. Uso de madurantes. En: El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, Cenicaña. p. 315-333

Publicación Cenicaña
Serie Técnica No.30

Comité editorial
Álvaro Amaya Estévez
Camilo H. Isaacs Echeverry
Guadalupe Bustamante Álvarez
Carlos Omar Briceño Beltrán
Nohra Pérez Castillo
Victoria Eugenia Carrillo Camacho

Producción editorial
Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

Edición de textos
Alberto Ramírez, Victoria E. Carrillo

Diagramación, prepensa e impresión
Impresora Feriva S.A.
Cali, Colombia

El Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA) es una corporación privada, sin ánimo de lucro, fundada en 1977 por iniciativa de la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia (Asocaña) en representación de la agroindustria azucarera localizada en el valle del río Cauca.

Su misión es contribuir por medio de la investigación, evaluación y divulgación de tecnología y el suministro de servicios especializados al desarrollo de un sector eficiente y competitivo, de manera que éste juegue un papel importante en el mejoramiento socioeconómico y en la conservación de un ambiente productivo, agradable y sano en las zonas azucareras.

CENICAÑA desarrolla programas de investigación en Variedades, Agronomía y Procesos de Fábrica, y cuenta con servicios de apoyo en Análisis Económico y Estadístico, Información y Documentación, Tecnología Informática, y Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología.

Los recursos de financiación durante 2002 corresponden a donaciones directas realizadas por los ingenios azucareros Carmelita, Central Castilla, Central Tumaco, Incauca, La Cabaña, Manuelita, María Luisa, Mayagüez, Pichichí, Providencia, Riopaila, Risaralda, Sancarlos y Sicarare, y por sus proveedores de caña. Desde 1996 adelanta proyectos cofinanciados por otras entidades, principalmente en el marco de programas coordinados por el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología "Francisco José de Caldas".

El Centro Experimental está ubicado en el corregimiento de San Antonio de los Caballeros (Florida, Valle del Cauca) donde se encuentran las oficinas de administración e investigación, y los laboratorios de análisis. La estación experimental ocupa 62 hectáreas localizadas a 3°13" de latitud, a 1024 metros sobre el nivel del mar. En este sitio la temperatura media anual es de 23.5 °C, precipitación media anual de 1160 mm y humedad relativa de 77%. Las investigaciones sobre el cultivo se realizan en la estación experimental y en predios de los ingenios azucareros y los cultivadores de caña.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA. 2002