

ISSN 0120-5846



Serie Técnica  
No. 23

CENTRO DE INVESTIGACION  
DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA

***Multiplicación Rápida de la Caña de Azúcar  
por el Sistema de Plántulas***

Carlos A. Viveros V.  
Clímaco Cassalett D.  
Jorge I. Victoria

Cali, Colombia  
Noviembre de 1997

#### **CITA BIBLIOGRAFICA**

VIVEROS C.A.; CASSALETT C.; VICTORIA J.I.  
Multiplicación Rápida de la Caña de Azúcar  
por el Sistema de Plántulas. Cali,  
CENTRO DE INVESTIGACION DE LA CAÑA  
DE AZUCAR DE COLOMBIA, Noviembre de 1997.  
20 págs.

ISSN 0120-5846

Edición: Servicio de Cooperación Técnica y  
Transferencia de Tecnología

Diagramación: Jorge Gallego Lenis

**Impresión:**  
Feriva  
Cali, Colombia

# ***Multiplicación Rápida de la Caña de Azúcar por el Sistema de Plántulas***

Carlos Arturo Viveros Valens  
Clímaco Cassalett Dávila  
Jorge I. Victoria K.\*

## **Introducción**

En Colombia, la siembra de la caña de azúcar se ha realizado tradicionalmente de manera manual; no obstante, durante los últimos años este sistema ha sido mejorado. En el pasado se colocaba la caña entera en el fondo del surco para luego cortarla en trozos y hacer el tapado en forma manual; hoy, en cambio, la siembra se realiza con trozos de 60 cm que se cortan previamente y una vez depositados en el fondo del surco se cubren con suelo utilizando maquinaria. La totalidad de los ingenios y cultivadores de caña del valle geográfico del río Cauca utiliza el sistema, empleando paquetes de 30 trozos distribuidos en tramos que miden entre 8 y 18 m y en surcos distanciados entre 1.35 y 1.75 m.

Para la multiplicación rápida de variedades de caña se emplea con frecuencia el deshije, una tecnología desarrollada por Cassalett y López (1984) en CENICANA y utilizada en forma comercial en el Ingenio Manuelita por Gómez y Piza (1992), consistente en desmembrar cepas con edades entre 2 y 4 meses para obtener entre 5 y 10 hijos de cada una, los cuales se trasplantan en el campo distanciados 1 m. Otra metodología es la conocida como esqueje, por medio de la cual se producen plántulas en bolsas plásticas en vivero a partir de trozos de caña de 5 cm de longitud que poseen una yema. Cuando éstas germinan, se utilizan para la resiembra manual de los espacios vacíos mayores de 1.75 m que ocurren en campos de caña. La tercera metodología es la obtención de plántulas mediante la multiplicación in vitro, que además de servir para la eliminación de patógenos por termoterapia, permite obtener una rápida multiplicación del material (Victoria y Calderón, 1995).

Los dos últimos sistemas de producción de plántulas presentan, entre otras ventajas, una alta tasa de multiplicación de semilla con excelente sanidad, debido a que permiten mejorar la eficiencia y la cobertura del tratamiento térmico para el control del raquitismo de la soca (*Clavibacter xyli* Subs. *xyli*) y de la

---

\* Respectivamente, Ing. Agrónomo, M. Sc., Mejorador; Ing. Agrónomo, Ph.D., Mejorador; Ing. Agrónomo, Ph.D., Fitopatólogo. Cenicaña, AA. 9138, Cali, Colombia.

escaldadura de la hoja (*Xanthomonas albilineans*). Como beneficio adicional, estos sistemas permiten conservar en vivero las variedades deseadas, las cuales están disponibles para siembra en el momento en que se requieran, o eventualmente se pueden utilizar para resiembra de lotes.

## Producción de Plántulas

En el sistema de multiplicación de la caña de azúcar por plántulas se utilizan tallos provenientes de semilleros, a partir de los cuales se obtienen yemas que sirven como semilla. La edad óptima de los tallos para obtener el mayor número de yemas posible y, en consecuencia, la mayor cantidad de plantas, difiere con la variedad. Sin embargo, en la mayoría de las variedades, las edades entre 8 y 10 meses aparentemente son las mejores.

Aunque cada yema es potencialmente una planta, no todas tienen el mismo vigor; las que se encuentran cerca al cogollo son aún fisiológicamente inmaduras y las basales empiezan a envejecer. Como resultado, dependiendo de la posición de la yema en el tallo, algunas germinan más rápido que otras y sólo después de 60 días se considera que todas han adquirido el desarrollo necesario para trasplante en el campo. Una excepción es la variedad CC 84-75, que puede ser trasplantada a los 45 días (CENICAÑA, 1992).

### Metodología

El proceso que permite producir en vivero el material para el establecimiento posterior de la plantación en el campo se inicia con el corte de los tallos utilizando machete desinfectado con Agrodyne 0.1%, Beloram al 0.2% o Vanodine al 2%. Primero se hace el corte en la parte basal y luego en la parte apical por el punto natural de quiebre, manteniendo las hojas adheridas al tallo con el objeto de proteger las yemas de los daños ocasionados durante la manipulación. Los tallos cortados se deshojan manualmente en el campo antes de trasladarlos al sitio seleccionado para la extracción de las yemas, siendo fundamental su buen manejo para evitar golpes que puedan dañar las yemas, lo que obligaría a desecharlas posteriormente. Si los tallos van a permanecer mucho tiempo en el campo se recomienda cubrirlos con hojas sobrantes del deshoje.

Para obtener las yemas se utiliza una máquina extractora (Figura 1), consistente en un cortador cilíndrico giratorio que permite sacar fragmentos individuales de 2.8 cm de diámetro formados por la yema respectiva y un pequeño trozo del nudo. En forma manual, el operario va pasando cada yema por el cortador cilíndrico y descarta las que presenten daños mecánicos y ataque de insectos barrenadores.

Como el objetivo de los semilleros es la producción de material sano y libre de enfermedades, la aplicación de tratamiento térmico (Figura 2) es indispensable en la producción de plántulas sanas de caña. Para el control del raquitismo de las socas, primero se debe realizar un pretratamiento de las yemas, que consiste en sumergirlas en agua caliente a 50 °C durante 10 minutos, con el propósito de



Figura 1. Máquina extractora de yemas de caña de azúcar.



Figura 2. Cámara para el tratamiento con agua caliente de la semilla vegetativa de caña de azúcar.

evitar que el tratamiento propiamente dicho afecte la germinación; y después de 8 a 12 horas de reposo se realiza el tratamiento con agua caliente a 51 °C durante 1 hora. Si transcurren más de 12 horas entre el pretratamiento y el tratamiento, se pierde el efecto protector del primero (Victoria et al., 1987). Si la semilla proviene de un lote afectado por escaldadura de la hoja, las yemas se sumergen en agua corriente a temperatura ambiente (26 °C) durante 48 horas y después se realiza el tratamiento con agua caliente a 51 °C durante 1 hora; este mismo tratamiento sirve también para controlar el raquitismo de las socas (CENICAÑA, 1996). Es necesario tener presente que el tratamiento térmico afecta la germinación de la semilla en unas variedades más que en otras (CENICAÑA, 1993).

Para prevenir el ataque del muermo rojo (*Physalospora tucumanensis*) o el mal de piña (*Ceratocystis paradoxa*), hongos frecuentes en el suelo y que causan la pudrición de la semilla, las yemas se sumergen durante 5 minutos en una solución de Vitavax 300 en dosis de 5 gramos por cada litro de agua (Victoria, 1984).

Una vez que se han aplicado los tratamientos para prevenir las enfermedades antes mencionadas, las yemas se colocan entre 8 y 15 días en un germinador o cama de 1.2 m de ancho x 20 m de largo y 0.22 m de espesor con capacidad para 20,000 yemas. Estos germinadores están compuestos de un substrato de ceniza o la mezcla de tres partes de ceniza y una parte de cachaza descompuesta. En el fondo del germinador se coloca una base o capa del substrato de 10 cm de espesor. A continuación, se humedece este substrato y se colocan los cilindros apilados con la yema en la parte superior cubriéndolas con una capa de 5 cm de espesor del mismo substrato (Figura 3). Durante el tiempo que las yemas permanecen en estado de germinación se deben regar tres veces por día (en la mañana, al medio día y en la tarde).

Para prevenir el exceso de humedad en las camas de germinación se recomienda cubrir las con un plástico cuando se presenten lluvias intensas o durante la noche. Este plástico adicionalmente tiene la ventaja de conservar el calor en el germinador.

Cuando más de 50% de las yemas puyan (Figura 4), se separan en tres grupos: (1) Las que presentan un brote vigoroso con buena cantidad de raíces se seleccionan para siembra en semilleros. (2) Las que presentan brotes incipientes se dejan 3 días más en el germinador. (3) El resto del material se desecha. Esta labor se debe realizar con personal capacitado para garantizar la óptima calidad del material seleccionado.

Las yemas germinadas se plantan en semilleros plásticos<sup>1</sup> diseñados especialmente para caña de azúcar. Tienen 67 celdas con orificios en la parte inferior, 8,9 cm de altura, 22 cm de ancho, 35.5 cm de largo y un volumen interior de 42 cm<sup>3</sup>. Las celdas de estos semilleros se deben llenar de manera uniforme

1. Disponibles en Unión Plástica Ltda., Cali, Colombia; fax: 6647336



Figura 3. Siembra de yemas en los germinadores.



Figura 4. Yemas germinadas.

con un sustrato de bagazo fino descompuesto más tierra o cachaza descompuesta en proporción 5 a 2 hasta una altura de 5 cm. Esta labor se puede realizar utilizando el instrumento que aparece en la Figura 5, el cual permite depositar la cantidad necesaria de sustrato en cada celda, dejando espacio suficiente para colocar una yema germinada (Figura 6) y taparla con una capa del mismo sustrato de 0.5 cm de espesor. El procedimiento permite llenar simultáneamente todas las celdas del semillero. Para que el proceso se desarrolle normalmente y no se presente pudrición de las yemas, es fundamental garantizar la profundidad de siembra.

En la Estación Experimental San Antonio de los Caballeros de CENICAÑA, los semilleros están ubicados en un vivero descubierto y dispuestos en un emparrado de 17.9 m de largo, 1.53 m de ancho y 0.64 m de altura (Figura 7). En emparrado se construye con hilos de alambre provistos de tensores y separados 0.15 m para cada hilera de bandejas. Los hilos se sostienen en andamios de guadua de 0.64 m de alto. Un emparrado de este tipo tiene 27 m<sup>2</sup> de área y una capacidad para 280 bandejas que albergan 18,760 plántulas. Durante la época seca, las plantas se deben regar tres veces cada día. A partir del día 30 es necesario aplicar nutrimentos en forma foliar usando Tottal al 0.5% más urea al 0.5 % dos veces por semana.



Figura 5. Instrumento para el llenado uniforme de los semilleros plásticos.



Figura 6. Trasplante a semilleros plásticos.



Figura 7. Emparrado para la ubicación de semilleros plásticos en el vivero.

Las plantas permanecen, aproximadamente, 60 días en el vivero, tiempo suficiente para que alcancen un buen desarrollo y estén listas para el trasplante en el campo (Figura 8). Con el propósito de estimular el desarrollo y el macollamiento de los tallos y promover el enraizamiento, se recomienda podar las hojas a los 30 y 45 días. En las horas de la tarde del día anterior al trasplante, las plántulas se deben regar de manera moderada, y en la mañana del día siguiente se deben sacar del semillero sin dañarlas, de tal forma que las raíces y el suelo formen un bloque compacto (Figura 9). Cuando las plántulas deben permanecer en el vivero por más de 60 días, es necesario podarlas cada 30 días para regular su desarrollo.



Figura 8. Plántulas en vivero.

## Adecuación y Preparación del Suelo

La adecuación de los lotes para la siembra de caña tiene como objetivo principal el establecimiento de la infraestructura de riego y drenaje y el acondicionamiento del suelo según la pendiente deseada. En zonas planas, la pendiente debe variar entre 3 y 5 por mil para facilitar el riego por gravedad y evacuar rápidamente los excesos de lluvia por medio de acequias recibidoras. En zonas de piedemonte, donde la pendiente natural es mayor, la adecuación se limita a mejorar el relieve y trazar la red de canales de riego y drenaje, así como a seleccionar la dirección



Figura 9. Plántula apta para el trasplante en el campo.

del surco y la pendiente que es determinada por las características del suelo (Viveros y Calderón, 1995).

Las labores de preparación de suelos requeridas para la siembra de plántulas son las mismas utilizadas para la siembra convencional, incluyendo el pase de rastrillo que tiene como finalidad desterronar el suelo para permitir una buena aireación; no obstante, el surcado no es necesario debido a que la máquina trasplantadora realiza esta función en forma simultánea con el trasplante. Se debe tener en cuenta que, en épocas de alta precipitación, el sistema de trasplante mecanizado de plántulas de caña tiene limitaciones en suelos arcillosos, debido a que las condiciones del terreno impiden realizar una óptima preparación y dificultan la entrada y operación del equipo.

### **Densidad de Siembra**

La distancia entre surcos para la siembra de caña en forma mecanizada se define siguiendo el mismo criterio que para la siembra por trozos de tallo. Esta distancia es determinada, principalmente, por la textura y la fertilidad del suelo, el sistema de cosecha y el control de la competencia entre plantas. En suelos arcillosos y de baja fertilidad se recomiendan distancias entre surcos de 1.40 m, y en suelos de textura media y de mayor fertilidad entre 1.50 y 1.75 m (Viveros

y Calderón, 1995). Las menores distancias propician un cubrimiento rápido del suelo en el entresurco y favorecen el control de malezas.

En el sistema mecanizado, las plántulas se siembran distanciadas 0.80 m ó 1.0 m entre sí, dependiendo de la fertilidad del suelo. Estas distancias garantizan una población de cepas que permite alcanzar producciones de caña iguales a las obtenidas con el sistema convencional. Estudios sobre densidades de siembra utilizando plántulas mostraron que no existen diferencias significativas en toneladas de caña por hectárea (TCH), en siembras distanciadas hasta 1.0 m entre ellas y 1.50 m entre surcos. En el caso de variedades de poco macollamiento se deben utilizar distancias entre plantas de 0.80 m.

En el Cuadro 1 se presenta el número de plántulas necesario para sembrar 1 hectárea con plántulas distanciadas 0.80 m y 1.0 m y utilizando diferentes distancias entre surcos.

Cuadro 1. Número de plántulas de caña de azúcar requerido para la siembra mecanizada de 1 hectárea, según la distancia de siembra.

Distancia entre surcos (m)	Distancia entre plántulas en el surco (m)	
	0.8	1.0
1.40	8929	7143
1.50	8333	6666
1.60	7813	6250
1.65	7575	6060
1.75	7143	5714

## Sistema de Trasplante

Para el traslado al campo, las plántulas se sacan de los semilleros y se colocan en canastillas plásticas con capacidad para 250 unidades. En el sitio de siembra se deben ubicar en un lugar sombreado y fresco, regándolas cuando sea necesario para evitar su deshidratación.

El sistema mecanizado de trasplante probado en CENICAÑA consta de tres unidades de la marca Whitfield unidas por medio de una barra portaherramientas que, en su conjunto, conforman la sembradora Sugar Cane Trasplanter modelo SC-96 (Figura 10), la cual requiere para su operación un tractor de tiro con una potencia de 120 HP. Cada unidad tiene un patín que penetra en el fondo del surco y dos ruedas traseras ajustables. Estas suben o bajan para modificar la profundidad de penetración y se abren o cierran para comprimir el suelo apretando las plántulas. Cada unidad trasplantadora posee una bandeja para canastillas donde se colocan cuatro porta-plántulas. Dos operarios, que van sentados en cada unidad, colocan las plántulas en cada uno de los 10 dedos que giran soportados por los brazos de la cadena, la cual es



Figura 10. Trasplantadora de caña de azúcar, modelo SC-96.

movida por acción del sistema de engranaje acoplado a las llantas traseras de la unidad. Las plántulas en cada dedo son depositadas en el suelo, de manera que el trasplante en cada surco es continuo. Las llantas traseras se encargan de compactar ligeramente el suelo alrededor del cuello de la plántula para garantizar su anclaje y evitar el arrastre durante el riego. Un obrero adicional colabora en el descargue de las canastillas vacías y en su reemplazo por otras que contienen plántulas; igualmente, supervisa la labor de la máquina y corrige el trasplante, si es necesario.

Para obtener la distancia de siembra entre plantas, la máquina se calibra seleccionando el piñón correspondiente; y la profundidad de trasplante, que debe ser de 10 cm, se gradúa subiendo o bajando el enganche hidráulico. La trasplantadora se desplaza siguiendo la línea demarcada por la pauta y los surcos se construyen a medida que la máquina avanza. El equipo se ubica de tal manera que la trasplantadora pase por el centro del futuro surco. La velocidad de avance de la máquina es de 4 km/hora y la labor de trasplante se debe revisar en los primeros metros del surco para hacer los ajustes necesarios hasta lograr la condición deseada.

La capacidad de trasplante por hora de la unidad es de 1 hectárea surcada a 1.5 m. Este tiempo se puede reducir proporcionalmente utilizando unidades adicionales y, si las condiciones meteorológicas lo permiten, la labor se puede realizar en forma continua durante 24 horas.

## Labores Culturales

Con el propósito de facilitar la entrada y salida del equipo de trasplante, los canales de riego y drenaje se deben construir después de finalizar el trasplante en todo el tablón<sup>2</sup>.

El manejo del cultivo es similar al utilizado en el sistema de siembra convencional. La programación de los riegos se realiza teniendo en cuenta el desarrollo radicular de las plantas y el primer riego, posterior al trasplante, se debe aplicar antes de 72 horas, preferiblemente por gravedad (Figura 11). Durante los siguientes 20 días, la frecuencia de riego debe ser semanal para continuar, posteriormente, utilizando el balance hídrico.

En el Ingenio Manuelita, 12 días después de la siembra, para el control de malezas en preemergencia se aplica una mezcla equivalente por hectárea de 6 litros de Gesapax, 1.5 litros de Kuron-M y 0.2 litros de Inex A. Posteriormente, entre 50 y 60 días se hace la labor de cultivo y fertilización y, finalmente, se hace el control de malezas en postemergencia con la mezcla de 2.5 litros de Gesapax, 2 litros de Dorac, 1 litro de 2,4-D y 0.2 litros de Inex-A.

Otra alternativa es realizar el control de malezas en postemergencia, 25 días después del trasplante (Figura 12), tanto de hoja ancha como de hoja angosta, siguiendo la práctica de CENICAÑA consistente en la aplicación equivalente por hectárea de la mezcla de 2 litros de Tordón, 2 litros de Cañero 500 y 1 litro de Agral 90. Cuando la población de coquito (*Cyperus* spp.) es alta, se recomienda aumentar la dosis de Tordón a 3 litros por hectárea. El siguiente control de malezas se realiza 45 días después del trasplante en forma mecánica, conjuntamente con la labor de cultivo y fertilización. A los 90 días, y antes de que el cultivo cierre, se realiza el cultivo-aporque con el cual se controlan nuevamente las malezas. En algunos casos, es necesario realizar una aplicación adicional de herbicidas. Para el manejo de las socas se siguen las prácticas de cultivo recomendadas.

## Ventajas y Desventajas del Sistema

Como toda tecnología nueva, este sistema de siembra ha tenido dificultades de aceptación debido al desconocimiento y a los interrogantes que aún persisten. En el Cuadro 2 se observan las principales ventajas y desventajas del trasplante mecanizado, comparado con el sistema de siembra convencional (Viveros y Cassalet, 1992; Nath, 1979).

### Semilla y semilleros

El trasplante mecanizado de plántulas es una excelente alternativa para la multiplicación de nuevas variedades. Con el material producido en un semillero

---

2. Tablón es una subdivisión de un lote de terreno, delimitado por callejones o canales.



Figura 11. Aplicación de riego por gravedad inmediatamente después del trasplante.



Figura 12. Control de malezas en postemergencia en campo sembrado con plántulas.

Cuadro 2. Ventajas (+) y desventajas (-) de semilleros establecidos con plántulas en comparación con la siembra convencional.

Insumos y prácticas de manejo	Siembra convencional	Trasplante mecanizado
<b>Semilla y semilleros</b>		
Cantidad de semilla	100 %	25% (+++)
Número de paquetes (1 ha a 1.5 m entre surcos)	556	140 (+++)
Metros de semillero	398	100 (+++)
Area de vivero (m <sup>2</sup> )	—	15 (-)
Tasa de multiplicación	1:15	1:80 (+++)
<b>Calidad fitosanitaria</b>		
Volumen de semilla	100 %	1%
Costo del tratamiento térmico	\$\$\$\$\$\$\$\$ (---)	\$ (+++)
Aplicación de fungicida	Difícil (-)	Fácil (++)
Daño por insectos barrenadores	Presente (-)	Ausente (++)
<b>Resiembra</b>	Presente(----)	Ausente(++)
<b>Uso de caña sobrante</b>	—	Alimentación animal, fábrica (+)
<b>Almacenamiento de semilla</b>	Imposible (-)	Por meses (+++)
<b>Siembra continua (horas)</b>	8-9 horas	24 horas (++)

de 1000 m<sup>2</sup> es posible establecer entre 6 y 10 hectáreas de semillero semicomercial tratado térmicamente, dependiendo de la variedad y la distancia entre surcos.

Esta alta tasa de multiplicación se explica porque con este sistema se siembran, en promedio, 1.25 plantas (yemas) por cada metro, siempre y cuando, provengan de un semillero de óptima calidad, mientras que con el sistema convencional se utilizan de 9 a 12 yemas en el mismo espacio.

Debido a la mayor tasa de multiplicación, el sistema contribuye a agilizar la evaluación comercial de las nuevas variedades. Además, tiene la ventaja de que no requiere grandes áreas para la producción de semilla, como sí ocurre con el sistema convencional.

### Calidad fitosanitaria

La relación (en volumen) yemas/trozos de caña necesarios para establecer un área determinada es de 1:100, lo que facilita la desinfección y permite que el tratamiento térmico utilizado para el control del raquitismo de la soca y de la

escaldadura de la hoja sea más eficiente y económico. Cuando la semilla está afectada por esta última enfermedad, el tratamiento térmico de las yemas extraídas es el único que ha mostrado ser efectivo en el control de la bacteria. La protección contra los patógenos del suelo mediante la aplicación de un producto químico como Vitavax 300 es más eficiente debido al menor consumo del producto y al mejor contacto del producto con las yemas.

La eliminación de las yemas afectadas por insectos barrenadores optimiza los niveles de germinación en vivero, lo cual conjuntamente con las facilidades para aplicar el tratamiento térmico, contribuye a mejorar la calidad fitosanitaria del cultivo.

### Conservación de semilla

En el sistema de siembra convencional se utilizan muchas veces materiales provenientes de suertes comerciales que no han tenido tratamiento térmico, con el consecuente incremento de los niveles de incidencia del raquitismo de la soca, como ocurrió en 1994 en algunos campos comerciales del Valle del Cauca.

En ocasiones no es posible utilizar la semilla en el momento oportuno por la falta de lotes listos para siembra. Al mantener un vivero, hay disponibilidad permanente de plantas que pueden permanecer almacenadas hasta el momento del trasplante. En la Estación Experimental San Antonio de los Caballeros de CENICAÑA ha sido posible mantener material en buen estado hasta por 10 meses y no se descarta la posibilidad de que este tiempo sea mayor (Viveros y Cassalet, 1995)

### Mecanización del cultivo

Con este sistema, la siembra se puede realizar en forma continua haciendo más rápido el proceso. La mecanización garantiza uniformidad en la distancia entre plantas y entre surcos, lo cual es fundamental para las labores del cultivo y cosecha de la caña de azúcar.

## Desarrollo del Cultivo

En la siembra convencional, la alta población de tallos generada desde el inicio de la plantación ocasiona una marcada y alta competencia por agua, nutrimentos y, principalmente, por luz, lo que se traduce en un rápido crecimiento y en una inversión de gran parte de energía para crecimiento longitudinal en contra del engrosamiento del tallo. Por el contrario, debido a las distancias de siembra utilizadas en el sistema mecanizado, hay menos competencia y menor desarrollo en la altura inicial de los tallos, que se compensan con un mayor diámetro al final del ciclo de crecimiento y por un menor volcamiento de plantas. Estas condiciones inciden directamente en la producción de caña, la cual al momento de la cosecha es similar a la alcanzada con el sistema convencional (McIntyre, 1993; Viveros y Cassalet, 1995).

Los resultados obtenidos hasta ahora confirman la disminución del volcamiento de plantas de variedades como CC 84-75, 85-92 y 85-63 cuando la siembra se realiza con plántulas provenientes de yemas. En un experimento con la variedad CC 85-63 cosechado a 9 meses de edad, se encontró que la mayor proporción de tallos erectos incidió en un aumento de la eficiencia del corte manual y en la utilización de la totalidad de la semilla. Las diferencias en volcamiento entre los dos sistemas de siembra (mecanizado y tradicional) se deben principalmente a la altura y diámetro de los tallos; en el sistema mecanizado de plántulas, la altura de los tallos es menor, pero éstos son más gruesos y resistentes a los vientos.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a Rodrigo Villegas y Felipe Villegas; y a los técnicos de los Ingenios Central Castilla, Manuelita, Pichichí, Risaralda, Cauca, Providencia y Sancarlos por la colaboración prestada para el desarrollo de los trabajos incluidos en la presente publicación.

## Referencias

- Cassalett, C. y López, P. 1984. Multiplicación acelerada de variedades de caña de azúcar. En: Primer Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (TECNICAÑA). Memorias. Cali, Colombia. p. 45-55.
- CENICAÑA (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia.) 1996. Carrillo, V. (ed.). Informe CENICAÑA 1995. Cali, Colombia. 108 p.
- \_\_\_\_\_. 1991. Programa de variedades. Informe anual de labores 1990. Cali, Colombia. p. 126-129.
- \_\_\_\_\_. 1992. Programa de variedades. Informe mensual, septiembre 1992. Cali, Colombia. p 11.
- \_\_\_\_\_. 1993. Programa de variedades. Informe anual de labores 1992. Cali, Colombia. p. 208-219.
- Gómez, J. F. y Piza, B. L. F. 1992. Propagación rápida de variedades en el ingenio Manuelita. En: Avances técnicos en el sector azucarero. Foro de CENICAÑA. Memorias. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA). Cali, Colombia.
- McIntyre, R. K. 1993. Field experiments to test the performance of sugarcane transplants. Proc. South African Sugar Technol. Assoc. p. 98-101.
- Nath, M. N. 1979. Transplanting nursery raised sugarcane bud-chip plants on commercial sugar plantations. Tanuku (India). p. 8.
- Victoria, K. J.; Ochoa, B. O.; y Cassalett, D. C. 1984. Enfermedades de la caña de azúcar en Colombia. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. (CENICAÑA). Serie técnica no. 2. p. 5-6.
- \_\_\_\_\_; Guzmán, M. L.; Ochoa, O. 1987. Control químico y físico del raquitismo de la soca de la caña de azúcar. En: Segundo Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (TECNICAÑA). Memorias. Cali, agosto 26-28, 1987. p. 231-236.

- \_\_\_\_\_ ; y Calderón, H. 1995. Establecimiento de semilleros y multiplicación de variedades . En: Cassalet, C.; Torres, J.; e Isaacs, C. ( eds.). El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA). Cali, Colombia. p.115-129.
- Viveros, C. A. y Calderón, H.. 1995. Siembra. En: Cassalet, C.; Torres, J.; e Isaacs, C. ( eds.). El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA). Cali, Colombia. p. 131-139.
- \_\_\_\_\_ y Cassalet, D., C. 1992. Posible nueva tecnología para la siembra de la caña de azúcar. En: Congreso de la Sociedad Colombiana de Mejoramiento y Producción de Cultivos. p. 8.
- \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_. 1995. Trasplante mecanizado de la caña de azúcar. En: Congreso de la Sociedad Colombiana de Mejoramiento y Producción de Cultivos. p. 80.

El Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia - CENICAÑA es una corporación privada y sin ánimo de lucro, fundada en 1977 por iniciativa de ASOCAÑA en representación de la agroindustria azucarera localizada en el valle geográfico 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 tiene programas de investigación en Variedades, Agronomía, Procesos de Fábrica y, Análisis Económico y Estadístico. Servicios de apoyo en Información y Documentación, Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología.

El Centro Experimental está ubicado a 3° 13' latitud N de la línea ecuatorial, a una altura aproximada de 1024 m.s.n.m. La temperatura media anual en este sitio es de 23.5°C, precipitación media anual de 1160 mm y humedad relativa de 77%.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. 1997.