



ISSN 0120-5846

Serie Técnica  
No. 22

CENTRO DE INVESTIGACION  
DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA

## ***Establecimiento de Semilleros Limpios***

Jorge I. Victoria  
Carlos A. Viveros  
Clímaco Cassalett  
Humberto Calderón

Cali, Colombia  
Abril de 1997

#### **CITA BIBLIOGRAFICA**

VICTORIA J.I.; VIVEROS C.A.; CASSALETT C.;  
CALDERON H.

Establecimiento de Semilleros Limpios. Cali,  
CENTRO DE INVESTIGACION DE LA CAÑA  
DE AZUCAR DE COLOMBIA, abril de 1997.  
20 págs.

ISSN 0120-5846

Edición: Camilo Isaacs, Ing. Agrónomo  
Victoria Carrillo, C.S.

Diagramación: Alcira Arias Villegas

Servicio de Cooperación Técnica y  
Transferencia de Tecnología. CENICAÑA.

#### **Impresión:**

Feriva  
Cali, Colombia

# ***Establecimiento de Semilleros Limpios***

Jorge I. Victoria, Carlos A. Viveros,  
Clímaco Cassalet y Humberto Calderón\*

## **INTRODUCCIÓN**

Las causas principales que determinan la renovación de las plantaciones de caña de azúcar son la disminución de la producción y el incremento de los problemas sanitarios. Entre los problemas sanitarios más importantes se encuentran el carbón (*Ustilago scitaminea* Syd.), la roya (*Puccinia melanocephala* H. & P. Syd.), el mosaico (SCMV), el raquitismo de la soca (*Clavibacter xyli* subsp. *xyli* Davis et al.), la escaldadura de la hoja (*Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson) y, en menor grado, la raya clorótica producida por agentes aún no determinados (Victoria et al., 1984). Estas enfermedades, con excepción de la roya, son sistémicas y, por lo tanto, se pueden transmitir mediante la siembra de material vegetativo infectado. Cuando se utiliza este tipo de material la incidencia de las enfermedades aumenta de manera significativa a través de los cortes, siendo una de las principales causales del deterioro de las plantaciones comerciales.

Esta situación exige una renovación frecuente de los campos mediante la utilización de material libre de patógenos, bien sea con variedades comerciales o con nuevas variedades, proveniente siempre de semilleros o de campos de multiplicación sometidos a un estricto control sanitario.

---

\* Jorge I. Victoria es Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Fitopatólogo. Carlos Viveros es Ingeniero Agrónomo, M. Sc. Mejorador. Clímaco Cassalet es Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Mejorador del Programa de Variedades de CENICANA, Apartado Aéreo 9138, Cali, Colombia. Humberto Calderón es Ingeniero Agrónomo de la División de Agronomía del Ingenio del Cauca, Cali, Colombia.



## **ESTABLECIMIENTO DE SEMILLEROS LIBRES DE PATÓGENOS**

En el establecimiento de un cultivo de caña de azúcar la calidad de la semilla es de gran importancia para el desarrollo del cultivo y su producción final. Un cultivo comercial que se aprovechará durante varios cortes requiere de un manejo adecuado desde su iniciación, el cual empieza con una buena preparación del suelo, una selección apropiada y alta pureza genética de la variedad, y la utilización de semilla libre de plagas y enfermedades, con yemas sanas, funcionales y de buen vigor (Buenaventura, 1990).

Para obtener semilla de buena calidad se deben establecer campos dedicados exclusivamente para este fin, manejados con prácticas adecuadas que garanticen la calidad del material de siembra. El área de los semilleros debe ser, aproximadamente, la décima parte del área que se planea renovar cada año en las plantaciones comerciales.

La época de siembra del cultivo comercial determina el momento para el establecimiento del semillero. Los campos para este fin se deben escoger entre los mejores de la hacienda o ingenio, según las condiciones físicas y químicas del suelo, la disponibilidad de agua para riego y la ubicación con respecto a las áreas seleccionadas para renovación.

En el plan de renovación anual de las plantaciones comerciales es necesario considerar tres tipos de semilleros: básico, semicomercial y comercial (Buenaventura, 1990). El semillero básico es la fuente del material para la siembra de los semilleros semicomerciales y éstos, a su vez, para la siembra de los semilleros comerciales.

### **Organización y aprovechamiento**

En la Figura 1 se presenta un esquema de la manera como funcionan los campos de multiplicación o semilleros. El **semillero básico** se establece con material proveniente de CENICAÑA, o seleccionado en lotes comerciales. Estos lotes deben reunir las siguientes condiciones: garantía de pureza genética de la variedad, buen manejo agronómico, se cortan una vez entre 7 y 9 meses de edad. El estado sanitario de los semilleros se debe ajustar a los siguientes criterios: libre de carbón; los niveles de mosaico, raquitismo de la soca, escaldadura de la hoja y raya clorótica deben ser inferiores a 1%; el ataque de roya debe ser menor a grado 5 y presentar menos de 5% de daño.

El establecimiento de los semilleros básicos se hace con material vegetativo tratado térmicamente para eliminar la presencia de patógenos que estén produciendo infección sistémica (Victoria et al., 1984). En los semilleros se deben efectuar dos evaluaciones fitosanitarias; la primera, a los 4 meses de edad para determinar la presencia de carbón, roya, mosaico y de otras enfermedades; y la segunda, inmediatamente antes del corte de la semilla, época en la cual se toman al azar muestras de 20 tallos por cada 3 ha de semillero para determinar la incidencia del raquitismo de la soca y escaldadura de la

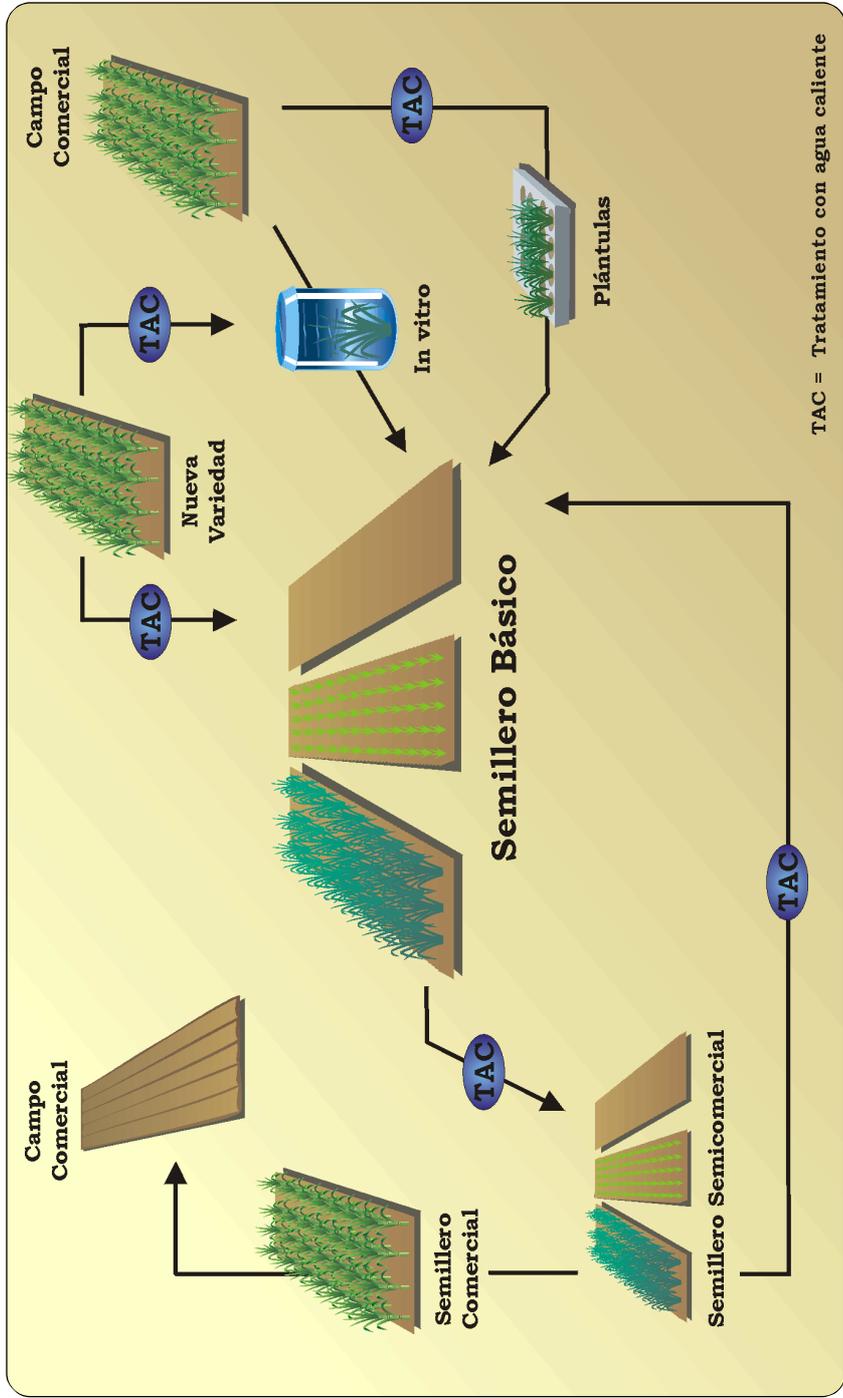


Figura 1. Organización y aprovechamiento de los semilleros básico, semicomercial y comercial de caña de azúcar, a partir de material libre de patógenos.

hoja; éstas dos últimas determinaciones las realiza CENICAÑA, como un servicio para los cultivadores.

El **semillero semicomercial** se establece con material proveniente del semillero básico o con material proveniente de la soca de otro semillero semicomercial que ha recibido tratamiento térmico. El área de este campo es, en general, 10 veces mayor que la del semillero básico y, al igual que en éste, a los 4 meses de edad se debe hacer una evaluación fitosanitaria y al momento del corte se deben tomar muestras que se envían a CENICAÑA para determinar la incidencia del raquitismo de la soca y la escaldadura de la hoja. El semillero semicomercial debe tener un estado sanitario ajustado a los siguientes grados de infección: libre de carbón, menos de 1% de mosaico, menos de 2% de raquitismo de la soca, de escaldadura de la hoja y de raya clorótica, y roya en grado 5 y menos de 5% de daño.

El **semillero comercial** se establece con material proveniente de la plantilla o de la primera soca de un semillero semicomercial. El área es, por lo menos, 10 veces mayor que la del semillero semicomercial. Aunque en este caso no es necesario tratar en forma térmica el material, sí se deben efectuar las mismas evaluaciones fitosanitarias que se hacen en los semilleros básicos y semicomerciales, incluyendo la toma de muestras para análisis de raquitismo de la soca y escaldadura de la hoja. Este semillero debe tener un estado sanitario similar al que presenta el semillero semicomercial.

Cuando los semilleros anteriores no reúnen los requisitos sanitarios establecidos, se deben destruir las plantas afectadas y después de un tratamiento térmico, repetir su establecimiento.

## Programación de los semilleros

Los lotes destinados para el establecimiento de los semilleros deben tener un período de descanso de 2 a 3 meses como mínimo, durante el cual se puede sembrar un cultivo de rotación como soya, sorgo o maíz. Es importante evitar en estos lotes los rebrotes de plantas o cepas de cultivos anteriores de caña de azúcar debido a que éstos no sólo afectan la pureza de la variedad sino que también se pueden constituir en una fuente de inóculo de enfermedades.

La siembra y el corte de los semilleros se hacen en forma gradual para garantizar el suministro oportuno y continuo de material de siembra sano (Figura 1). El corte del semillero básico para obtener el material destinado al establecimiento del semillero semicomercial se efectúa entre los 7 y 9 meses de edad. El campo del semillero semicomercial se divide en cuatro secciones que se cortan con intervalos de 1 mes, a partir del séptimo mes de edad. La semilla de cada campo sirve para establecer un semillero comercial (Buenaventura, 1990).

Los semilleros comerciales se pueden establecer en uno o en varios sitios estratégicos de la hacienda o ingenio, para facilitar de esta manera las labores de las siembras comerciales. La diferencia que existe entre las épocas de siembra de estos semilleros sumada al margen de tiempo que transcurre hasta la época de corte —entre 7 y 9 meses de edad— garantizan un período amplio en el suministro de material, que permite programar las labores de acuerdo con las condiciones del clima en la zona.

Los campos destinados en forma permanente para semilleros se pueden dividir en tres secciones: una se encuentra en descanso, otra en plantilla y la tercera en primera soca (Buenaventura, 1990).

## Tratamiento térmico

El material de siembra para el establecimiento de los semilleros básico y semicomercial se debe tratar en forma térmica para evitar la diseminación de enfermedades. Entre los sistemas comúnmente empleados se encuentran: aire caliente a 54 °C, durante 8 horas; vapor aireado a 54 °C, durante 4 horas; y agua caliente a 50 °C, durante 2 horas, o a 51 °C durante 1 hora (Victoria et al., 1986).

Este último sistema es el más efectivo en el control del raquitismo de la soca, enfermedad que afecta la germinación de las yemas en algunas variedades. Se realiza en cámaras especiales (Figura 2) y consiste en un tratamiento previo de la semilla en agua a 50 °C durante 10 minutos, seguido por un período de reposo de 8 a 12 horas a temperatura ambiente y de un nuevo tratamiento en agua a una temperatura de 51 °C durante 1 hora (Victoria et al., 1986 y 1987).

Se debe tener en cuenta que al sumergir la semilla en agua caliente la temperatura de ésta disminuye, aproximadamente, entre 4 y 6 °C; por lo tanto, el tiempo de tratamiento se debe contabilizar una vez que la temperatura del agua alcance de nuevo 51 °C. Si el tratamiento con agua caliente se hace 12 horas después de haber efectuado el



Figura 2. Cámara para el tratamiento con agua caliente de la semilla de caña de azúcar.  
FUENTE: Buenaventura (1990).

pretratamiento, este último empieza a perder su efecto protector sobre las yemas y 36 horas después desaparece completamente.

La semilla que se trata con agua caliente no debe medir más de 60 cm, debido a que a mayor longitud hay menor eficiencia en la eliminación de la bacteria que causa el raquitismo de la soca, como resultado de la baja conductividad del calor que tienen los tejidos de la caña.

## Manejo del semillero

En la preparación de los campos destinados para semillero se siguen las labores que son comunes en cultivos comerciales (Gómez, 1986). Para evitar los rebrotes que alteran la pureza genética de la variedad y que son una fuente de inóculo de las diferentes enfermedades (Victoria et al., 1984), se recomienda destruir totalmente los residuos de la cosecha anterior y dejar el lote en descanso durante 2 ó 3 meses, o establecer otro cultivo en rotación como soya, sorgo o maíz.

Para el establecimiento, el material de siembra (trozos de tallo) se coloca en el fondo del surco con una densidad de 8 a 10 yemas sanas por metro lineal. La distancia entre surcos más utilizada es de 1.50 m (Gómez, 1986). La germinación y el vigor de la planta en cultivos comerciales de caña dependen de la disponibilidad de elementos nutritivos en la semilla; por lo tanto, en el semillero se deben aplicar nutrimentos en las dosis requeridas, de acuerdo con el análisis previo del suelo. Si es necesario agregar fósforo y potasio, éstos se deben incorporar en el fondo del surco al momento de la siembra. El nitrógeno se aplica después de la siembra, dependiendo de la textura del suelo y de su contenido de materia orgánica; en suelos arcillosos se puede hacer una sola aplicación a los 60 días y en suelos francos o franco-arenosos se deben hacer aplicaciones a los 30 y 90 días (Gómez, 1986).

El control de malezas en los campos de semilleros es indispensable para un desarrollo vigoroso de las plantas y para obtener material de siembra de buena calidad. Este control puede ser manual, mecánico o químico.

La humedad adecuada en el suelo después de la siembra es necesaria para asegurar la germinación. El primer riego se debe aplicar inmediatamente después de la siembra; posteriormente, se deben hacer dos riegos adicionales con una frecuencia de 10 a 12 días y una lámina de agua de 30 a 35 mm. Para los riegos siguientes se recomienda tomar como base el balance hídrico de la zona.

## Corte del semillero

La programación de los cortes del semillero se hace de acuerdo con las necesidades de material de multiplicación en la plantación comercial, teniendo en cuenta que la edad óptima de corte varía entre 7 y 9 meses. Para evitar la diseminación y reinfección por algunas enfermedades como el raquitismo de la soca y la escaldadura de la hoja, la herramienta empleada para el corte manual se debe desinfectar antes del corte y en forma periódica sumergiéndola en una solución de Vanodine o Sanivet al 2% de producto comercial (Victoria et al., 1987). Esta práctica es indispensable cuando los obreros provienen de frentes de corte de lotes comerciales.

En el Cuadro 1 se presentan las cantidades de semilla que producen algunas variedades comerciales. Un obrero corta, en promedio, entre 100 y 150 paquetes de 30 trozos por día, incluyendo el amarre y la colocación en grupos de cinco paquetes cada uno, para facilitar el conteo y el manejo del material; igualmente, pueden cargar entre 1600 y 1700 paquetes por día. En un vagón se pueden transportar entre 250 y 400 paquetes, dependiendo de la capacidad de éste y de la variedad de caña.

Existen algunos agentes que causan pudriciones en el material vegetativo, como *Ceratocystis paradoxa* (Dade) Moreau que produce el “mal de piña” y *Glomerella tucumanensis* (Speg.) Arx y Mueller causal de la “pudrición roja”, los cuales sobreviven en el suelo y ocasionan efectos negativos en la germinación (Wismer y Bailey, 1989; Victoria et al., 1984). Por lo tanto, es importante la aplicación de una suspensión de fungicidas como Benomil (Benlate) (3 g/l, de producto comercial), Triadimefon (Bayleton) (2 g/l), o Propiconazole (Tilt) (2 g/l) (Wismer y Bailey, 1989). El material, tratado previamente con agua caliente, se sumerge por completo en la solución para lograr la protección no sólo de los extremos del corte, sino también de las yemas (Victoria et al., 1984). Se debe anotar que las aplicaciones de fungicidas únicamente en los extremos de corte del material no son efectivas para prevenir las enfermedades que causan pudrición.

Cuadro 1. Cantidad de semilla que producen diferentes variedades comerciales de caña de azúcar, a los 8 meses de edad al corte. Valle del Cauca, Colombia.

Variedad	Semilla (t/ha)	Peso/paquete <sup>a</sup> de semilla (kg)	Total de paquetes (no./ha)
CP 57-603	95.7	14.5	6600
Mex 64-1487	85.4	9.6	8900
MZC 74-275	92.0	11.5	8000
PR 61-632	105.0	15.0	7000
RD 75-11	87.6	12.7	6900
V 71-51	84.7	11.0	7700
CC 83-25	76.4	11.4	6700
CC 84-75	108.8	11.7	9300
CC 85-63	90.0	12.5	7200
CC 85-92	91.0	13.0	7000

a. Cada paquete contiene 30 trozos de 60 cm de longitud, con un promedio de cuatro yemas.

## **MULTIPLICACIÓN DE MATERIAL LIBRE DE PATÓGENOS**

Los campos de multiplicación se deben aprovechar para la propagación de material libre de patógenos, o de una nueva variedad. La propagación del material de caña de azúcar se puede hacer por los sistemas: (1) convencional, (2) multiplicación rápida por plántulas, y (3) multiplicación in vitro de meristemos.

### **Sistema convencional**

Este sistema es similar al que se utiliza en los semilleros básicos, semicomerciales y comerciales, descritos anteriormente. Presenta una tasa de multiplicación de 1:10 en cortes cada 7 a 9 meses; es decir, a partir de 1 ha, en 2 años se puede obtener suficiente material para establecer 1000 ha de campos comerciales. Sin embargo, debido a la excelente calidad del material que se obtiene en los campos sanos y a las mayores tasas de macollamiento de las variedades que en la actualidad se cultivan, las tasas de multiplicación o relaciones de siembra (hectáreas de semillero por hectáreas de cultivo comercial) se han incrementado en los últimos años; pueden ser de 1:12 para las variedades CC 85-68; de 1:15 para CC 85-53, CC 85-63 y CC 85-92; de 1:17 para CC 84-75; y de 1:19 para CC 85-96.

### **Sistema de plántulas provenientes de yemas extraídas**

CENICAÑA ha introducido una modificación al sistema convencional, la cual consiste en extraer con un sacabocado las yemas de los tallos de plantas cultivadas en un semillero limpio y que tienen entre 7 y 9 meses de edad. Cuando no se dispone de esta clase de semillero, se deben seleccionar lotes que presenten la mayor pureza genética o seleccionar tallos característicos de la variedad de interés en lotes escogidos para este fin. Los machetes utilizados en el corte de los tallos deben ser desinfectados mediante una inmersión instantánea en una solución de Beloran al 0.2% o Vanodine al 2%. Los tallos se deben cortar a nivel del suelo, eliminando luego el cogollo.

Mediante el uso de una máquina extractora de yemas de doble servicio o doble extractor, que permite sacar aproximadamente 12.000 yemas cada nueve horas, se extraen todas las yemas de cada uno de los tallos de las variedades seleccionadas y se reciben en un balde con agua que debe cambiarse cada cuatro horas (Figura 3). Las yemas extraídas durante el día se someten a un pretratamiento que consiste en sumergirlas en agua a 50 °C durante 10 minutos. Una vez efectuado, las yemas se dejan reposar a la sombra durante 8 a 12 horas. Posteriormente se sumergen en agua a 51 °C durante una hora. En el caso de que la variedad por multiplicar provenga de un lote afectado por escaldadura de la hoja, las yemas se deben sumergir en agua corriente a temperatura ambiente durante 48 h (a cambio del pretratamiento a 50°C durante 10 minutos) seguido por una inmersión en agua a 51°C durante 1 h. Los tanques para



Figura 3. Máquina extractora de yemas provenientes de tallos de caña de azúcar.

el tratamiento térmico de las yemas extraídas tienen un tamaño 24 veces menor que el de los utilizados para el tratamiento de semilla convencional y por tanto son más económicos.

Una vez se efectúa el tratamiento térmico, las yemas se deben sumergir en una solución de Vitavax 300 ( 5 g/litro de agua) durante 5 minutos. Cumplido el tratamiento con el fungicida, las yemas se llevan a unas eras, camas o pregerminadores de 1.2 m de ancho x 20 m de largo, delimitadas por dos ladrillos de borde; en este espacio se pueden colocar hasta 20.000 yemas. El interior de los pregerminadores se debe preparar con una base de aproximadamente 10 cm de espesor, que puede ser ceniza o carbonilla o una mezcla de tres partes de ceniza y una parte de cachaza descompuesta. Las yemas se depositan al azar y sin organizar sobre la superficie y se cubren con una capa de 5 cm del mismo substrato; después, el pregerminador se humedece hasta su punto de saturación. Durante la noche, los pregerminadores se cubren con polietileno para conservar la alta temperatura adquirida durante el día y evitar el exceso de humedad que pueden ocasionar las frecuentes lluvias nocturnas en épocas de invierno. La cubierta de polietileno se debe retirar durante el día para evitar un aumento excesivo de la temperatura que podría afectar la germinación. Igualmente, para evitar la pudrición de las yemas, los pregerminadores se deben cubrir durante los días lluviosos. (Viveros y Cassalet, 1997).

Entre los 10 y 15 días siguientes a la siembra se deben tomar muestras para examinar el estado de germinación de las yemas. Cuando la germinación es del 50% o más, las yemas se separan en tres grupos, así: yemas germinadas, yemas sin germinar pero

en buen estado (las cuales pueden regresar a los pregerminadores) y yemas dañadas que se eliminan.

Las yemas germinadas se colocan en bandejas plásticas que poseen celdas independientes para cada plántula ; las celdas se llenan con un sustrato compuesto por partes iguales de suelo, cachaza y arena, materiales previamente cernidos a través de una zaranda. Para llenar las bandejas de manera uniforme se emplea otra bandeja recortada que permite depositar 20 ml de sustrato por celda. Cada yema se cubre con 0.5 cm de este mismo sustrato. Es frecuente que las raíces de las yemas queden por fuera o que las yemas germinadas se tuerzan, lo cual no debe ser motivo de preocupación pues a medida que avanza su desarrollo éstas se van enderezando. Posteriormente, las bandejas se colocan en una superficie plana, evitando su contacto directo con el suelo ; se acomodan cuatro bandejas a lo ancho hasta cubrir una longitud de 14.8 m de largo. Estas medidas y tamaño de organización de las bandejas facilitan posteriormente las podas. En un espacio de 1.42 x 14.8 m (21 m<sup>2</sup>) se pueden ubicar 264 bandejas, las cuales permiten albergar 17.688 plántulas. Las yemas recién trasplantadas no requieren protección de la radiación solar, por lo cual no es necesario disponer de sombrero artificial (Viveros y Cassalett, 1997).

Inmediatamente después del trasplante se deben regar las bandejas y continuar los riegos con la frecuencia necesaria para mantener el sustrato levemente húmedo. Dependiendo de las condiciones ambientales, los riegos se deben repetir una o dos veces durante el día. Las plántulas se deben podar (foliar) a los 30 y a los 45 días después del trasplante. Esto estimula la formación de los macollos y las raíces, además del engrosamiento de las plántulas.

A los 30 días después del trasplante, las bandejas se pueden suspender en el aire colocándolas sobre tensores de alambre dulce y calibre grueso separados 15 cm entre sí (dos tensores/bandeja). Esta práctica evita que las raíces se salgan de las bandejas por fototropismo negativo.

A los 60 días del trasplante y dependiendo del desarrollo de las plántulas, el material se encuentra listo para su trasplante definitivo al campo. La tarde anterior al trasplante se debe efectuar un riego moderado. El día del trasplante se determina la facilidad para extraer las plántulas de las respectivas celdas y se analiza la necesidad de eliminar las raíces que han salido por debajo de las bandejas; esto no ocurre cuando las bandejas se han colocado en suspensión .

El suelo donde se van a trasplantar las plántulas de manera definitiva en el campo debe tener un buen nivel de adecuación y preparación. Los residuos de la cosecha anterior deben estar completamente destruidos. Para semilleros básicos se deben emplear, en lo posible, campos que han estado en barbecho o descanso por dos meses o más tiempo. Una vez preparado, el campo se debe surcar de acuerdo con la pendiente y la infraestructura de riego y drenaje necesaria para el cultivo en ese sitio. La pendiente debe facilitar el riego por gravedad. La profundidad de los surcos puede estar entre 20 y 30 cm.

Para el trasplante definitivo se halan las plántulas, sacándolas una por una; se siembran a distancias de 80 cm entre sí y con una distancia entre surcos de 150 cm. El trasplante se puede hacer a mano, abriendo un pequeño hueco en el fondo del surco, introduciendo la plántula y apretando enseguida el suelo que la rodea; o también

mecánicamente, sin surcar previamente el lote y empleando tres unidades trasplantadoras de la marca Whitfield que en conjunto conforman la Sugar Cane Trasplanter modelo SC-96 (Figura 4) (Viveros y Cassalett, 1997). En ambos casos se requieren 8333 plántulas para sembrar una hectárea.

Después del trasplante se aplica un riego por gravedad el cual se debe repetir entre los 5 y 8 días siguientes dependiendo de las condiciones ambientales. De ahí en adelante la frecuencia del riego estará dada por las condiciones ambientales reinantes. El manejo de las plántulas después de los 15-30 días en el campo es similar al de cualquier cultivo obtenido por siembra de trozos.

El corte de la semilla que se genera se debe realizar con machetes previamente sumergidos en una solución de Beloran al 0.2% o Vanodine al 2%. El tratamiento térmico de yemas extraídas produce un mejor control del raquitismo de la soca y la escaldadura de la hoja, debido a que hay mejor conducción del calor en esa pequeña porción de tejido que cuando se usan trozos de 3 ó 4 yemas o tallos enteros. De esta forma, el sistema de plántulas produce material de siembra de mejor calidad que el obtenido mediante el sistema convencional. Además, facilita la multiplicación rápida de una variedad, pues se puede utilizar un mayor número de yemas de cada tallo. Las tasas de multiplicación por el sistema convencional son de 1 a 10, es decir que a partir de una hectárea se pueden generar 10 hectáreas; en cambio, mediante el sistema de plántulas la tasa de multiplicación puede ser de 1 a 70 o quizás a 120, dependiendo del macollamiento de la variedad.



Figura 4. Trasplantadora de caña de azúcar modelo SC-96.

## Multiplicación de meristemos in vitro

Este sistema permite, además de la eliminación por termoterapia de los patógenos, una rápida multiplicación del material. El desarrollo de una metodología para el cultivo de caña de azúcar in vitro surgió como respuesta a la necesidad de erradicar rápidamente enfermedades de tipo sistémico y para mantener y multiplicar materiales de escasa disponibilidad.

El proceso de multiplicación in vitro exige un manejo adecuado de los tallos, que una vez cortados se lavan con jabón y se sumergen en agua caliente a 50 °C durante 1 hora; posteriormente se cortan en trozos con una yema y se siembran en vasos de icopor llenos de suelo estéril. Después de la emergencia, las plantas se mantienen aproximadamente durante 20 días en una cámara de termoterapia a una temperatura constante de 41 °C y un fotoperíodo de 12 h (Figura 5) (Gómez y Piza, 1992; Moreno, 1991).

Una vez se tratan con termoterapia, los tallos de las plantas se cortan en trozos de 7 a 10 cm y se lavan con jabón y agua corriente; luego se escurren y se sumergen, primero, en alcohol al 96% durante 10 segundos y, después, en hipoclorito de calcio al 4% durante 15 minutos. Para recolectar las yemas, los tallos se secan con un papel filtro estéril. En un estereoscopio con la ayuda de una pinza, un punzón y un bisturí estéril, se hace la disección y extracción del meristemo que mide entre 1 y 2 mm y contiene



Figura 5. Crecimiento de plántulas de caña de azúcar en una cámara de termoterapia a 41 °C, con ciclos de 12 horas de luz y 12 de oscuridad, durante 20 días.

dos primordios foliares. El meristemo se establece y desarrolla en el medio de cultivo MSI (Cuadro 2) dejándolo durante 10 días en la oscuridad y 5 días en la luz (Moreno y Victoria, 1991).

El meristemo desarrollado se introduce en el medio de cultivo MSII (Cuadro 2), específico para la proliferación y crecimiento de yemas laterales (Figura 6). El número de plántulas que emergen a partir del meristemo inicial cambia en este medio de acuerdo con la variedad y puede llegar a 80. Un mes más tarde, las plántulas se disectan y se colocan en el medio MSIII (Cuadro 2), donde producen raíces y se forman, en promedio, 20 plántulas a partir de una planta madre. Esta última etapa transcurre entre 30 y 45 días.

De acuerdo con lo anterior, a partir de un tejido meristemático único cultivado in vitro, se pueden obtener 1600 plántulas en 3 ó 4 meses.

Las plántulas con raíces desarrolladas se separan del medio in vitro y se siembran en un substrato pasteurizado que contiene proporciones iguales de suelo, cachaza y arena. Este substrato con las plántulas se coloca en un vivero acondicionado para el efecto. En estas condiciones, las plántulas crecen en condiciones de alta humedad durante 1 semana (Figura 7) y posteriormente se mantienen en las condiciones normales del ambiente. A partir de los 3 meses de crecimiento, se trasplantan al campo.

Cuadro 2. Composición de los medios empleados en el establecimiento (MSI), la multiplicación (MSII) y el enraizamiento (MSIII) del meristemo apical y de plántulas de caña de azúcar cultivadas in vitro.

Componente químico	Medio de cultivo <sup>a</sup>		
	MSI	MSII	MSIII
Sales de Murashige & Skoog	4.32	4.32	4.32
Tiamina (ml)	1.00	1.00	1.00
Inositol (mg)	100.00	100.00	100.00
Cinetina (mg)	—	0.10	0.10
Bencil-amino purina (mg)	—	0.20	—
Acido indol-butírico (mg)	0.01	—	—
Acido giberélico (mg)	0.10	—	—
Acido naftalenacético (mg)	—	—	5.00
Acido cítrico (mg)	150.00	150.00	—
Sacarosa (g)	20.00	20.00	20.00
Agua bidestilada	1.00	1.00	1.00

a. Información suministrada por C. O. Cardoso Nogueira, investigador de COPERSUCAR (Brasil).



Figura 6. Proliferación y desarrollo in vitro de plantas de caña de azúcar, utilizando el medio MSII.



Figura 7. Ambientación de las plántulas de caña de azúcar provenientes de la multiplicación in vitro y trasplantadas a un sustrato pasteurizado de suelo + cachaza + arena (1:1:1).

La siembra en el campo se puede hacer en forma manual o mecánica, como se hace la siembra de plántulas provenientes de yemas extraídas, colocando las plántulas a una distancia de 80 y 150 cm entre surcos, para un total de 8333 plántulas por hectárea (Figura 8). Este sistema de multiplicación rápida permite, a partir de un meristemo cultivado in vitro, tener en 8 meses suficientes plántulas para unas 15 ha y, de esta manera, continuar con el sistema convencional de multiplicación, o en combinación con la multiplicación rápida de plántulas por yemas extraídas (Moreno y Victoria, 1991).

El material de caña generado por multiplicación de meristemos in vitro presenta mejor calidad de limpieza de patógenos que los otros sistemas descritos. La multiplicación in vitro permite eliminar los patógenos en materiales infectados, de manera más fácil y rápida. Sin embargo, es necesario indicar que la variedad de caña RD 75-11, después de una multiplicación rápida de meristemos in vitro, ha presentado variaciones mericlinales que se caracterizan por su alta susceptibilidad a la roya, en contraste con la alta resistencia de la variedad original. La presencia de estas variaciones se debe, posiblemente, a una inestabilidad inherente a la variedad, pues otras 12 variedades multiplicadas por el mismo método no presentaron, aparentemente, variaciones mericlinales (CENICAÑA, información no publicada).



Figura 8. Campo de caña de azúcar establecido con plántulas provenientes de multiplicación rápida in vitro, trasplantadas con máquina.

## REFERENCIAS

- Buenaventura, C. E. 1990. Semilleros y siembra de la caña de azúcar. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA), Cali, Colombia. Serie técnica no. 6. 10 p.
- 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. p. 45-55.
- Gómez, J. F. 1986. Semilleros y siembra de la caña de azúcar. En: Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (TECNICAÑA). El cultivo de la caña de azúcar. Cali. p. 141-158.
- \_\_\_\_\_ y Piza, L. F. 1992. Propagación rápida de variedades en el Ingenio Manuelita. En: Avances técnicos en el sector azucarero. Foro de CENICAÑA. Memorias. Cali. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA).
- Moreno, B. 1991. Limpieza *in vitro* de variedades de caña de azúcar. Tesis. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia. 76 p.
- \_\_\_\_\_ y Victoria, J. I. 1991. Limpieza *in vitro* de materiales de caña de azúcar. En: 12o. Congreso de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines (ASCOLFI). Memorias. Manizales. p. 76.
- Victoria, J. I.; Ochoa, O.; y Cassalett, C. 1986. Control térmico del raquitismo de la caña de azúcar en Colombia. Carta Mensual CENICAÑA 8(7, 9):6-9.
- \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; y \_\_\_\_\_. 1984. Enfermedades de la caña de azúcar en Colombia. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA), Cali. Serie técnica no. 2. 27 p.
- \_\_\_\_\_; Guzmán, M. L.; y Ochoa, O. 1987. Control químico y físico del raquitismo de la soca de la caña de azúcar. En: Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (TECNICAÑA). Memorias. Cali. p. 231-236.
- Viveros, C. y Cassalett, C. 1997. Multiplicación rápida de la caña de azúcar por el sistema de plántulas. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA), Cali. (En edición).
- Wismer, C. A. y Bailey, R. A. 1989. Pineapple disease. En: Ricaud, B. T. et al. (eds.). Diseases of scane. Major diseases. Elsevier, Nueva York. p. 145-155.

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.