Establecimiento de Semilleros y Multiplicación de Variedades

Jorge I. Victoria y Humberto Calderón*

Introducción

La disminución en la producción y el incremento en los problemas sanitarios son las causas principales que determinan la renovación de las plantaciones de caña de azúcar. Entre los problemas sanitarios más importantes se encuentran el carbón (*Ustilago scitaminea* Syd.), la roya (*Puccinia melanocephala* H. & P. Syd.), el mosaico (SCMV) y el raquitismo de la soca (*Clavibacter xyli* subsp. *xyli* Davis et al.) y, en menor grado, la raya clorótica producida por agentes aún no determinados (Victoria et al., 1984). Estas enfermedades, a 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, provenientes siempre de semilleros o de campos de multiplicación sometidos a un estricto control sanitario.

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 en el desarrollo posterior del cultivo y en su producción final. Un cultivo comercial que se va aprovechar durante varios cortes requiere desde su iniciación un manejo adecuado, que 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 para garantizar la buena calidad del material de siembra. El área de los semilleros debe ser,

* Jorge Victoria es Ingeniero Agrónomo, Ph.D., Fitopatólogo del Programa de Variedades de CENICAÑA, Apartado Aéreo 9138, Cali, Colombia. Humberto Calderón es Ingeniero Agrónomo de la División de Agronomía del Ingenio del Cauca, Cali, Colombia.

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, disponibilidad de agua y 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 observa 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 condiciones siguientes: garantía de pureza genética de la variedad, buen manejo agronómico, se cortan una vez entre 7 y 10 meses de edad. El estado sanitario de los semilleros debe ajustarse a los criterios siguientes: libre de carbón; los niveles de mosaico, raquitismo de la soca y raya clorótica deben ser inferiores a 1%; y 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 a 5 ha de semillero, para determinar la incidencia del raquitismo de la soca; esta última determinación la hace CENICAÑA, como un servicio para los cultivadores.

El **semillero semicomercial** se siembra con material proveniente del semillero básico o con material proveniente de la soca de otro semillero semicomercial que se ha tratado en forma térmica. 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. El semillero semicomercial debe tener un estado sanitario ajustado a los grados de infección siguientes: libre de carbón, menos de 1% de mosaico, menos de 2% de raquitismo de la soca 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

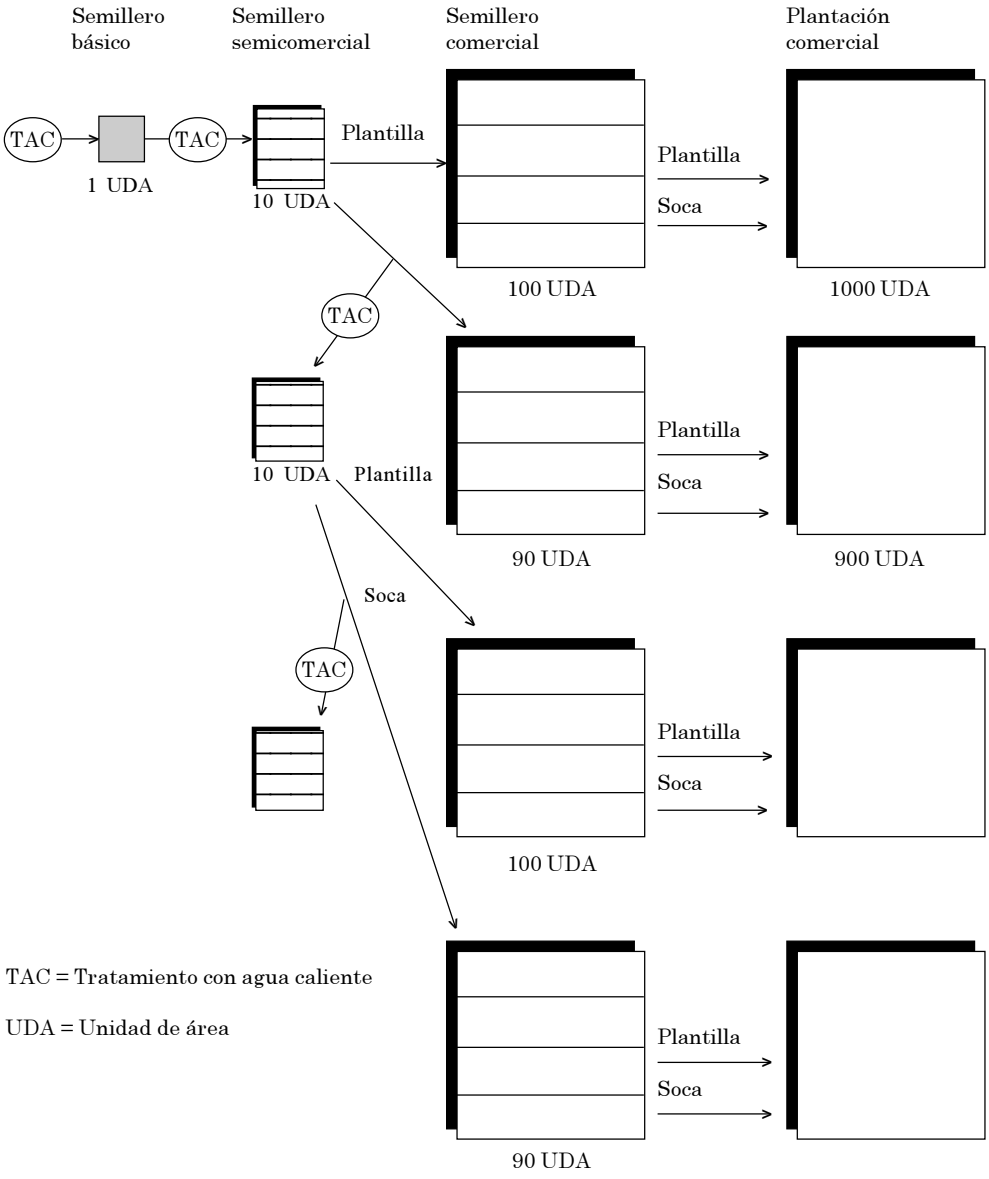

Figura 1. *Organización y aprovechamiento de los semilleros básicos, semicomercial y comercial de caña de azúcar.*
FUENTE: Buenaventura (1990).

necesario tratar en forma térmica el material, sí se deben efectuar las mismas evaluaciones fitosanitarias que se hacen en los semilleros anteriores, incluyendo la toma de muestras para análisis de raquitismo de la soca. 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 se repite 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, ya 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 hace entre 7 y 9 meses de edad. El campo de este último se divide en cuatro secciones que se cortan a 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 más el 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 más 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 hace en cámaras especiales (Figura 2) y consiste en un tratamiento previo de la semilla en agua a 50 °C durante 10 minutos, seguido de 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).

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

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 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, ya 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 constituyen 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 los nutrimentos necesarios en las dosis requeridas, de acuerdo con el análisis previo del suelo. Si es necesario agregar fósforo y potasio, éstos se deben colocar 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 M.O.; 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, la herramienta empleada para el corte manual se debe desinfestar antes del corte y en forma periódica sumergiéndola en una solución de Vanodine o Sanivet al 1% 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, puede cargar entre 1600 y 1700 paquetes por día. En un vagón se pueden trasportar 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 mala 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 completamente en la solución para lograr la protección no sólo de los extremos del corte,

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[a] 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.

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 en la prevención de las enfermedades que causan pudrición.

Multiplicación de Nuevas Variedades y 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 de esquejes, y (3) multiplicación in vitro de meristemos.

Sistema convencional o tradicional

Este sistema es similar al que se utiliza en los semilleros básicos, semicomercial y comercial, descritos anteriormente. Presenta una tasa de multiplicación de 1:10 en cortes cada 7 a 8 meses; es decir, en 2 años a partir de 1 ha 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) han incrementado en los últimos años, y pueden ser de: 1:12 para las variedades CC 85-68; 1:15 para CC 85-53, 85-63 y 85-92; 1:17 para CC 84-75; y 1:19 para CC 85-96.

CENICAÑA está evaluando actualmente una modificación a este sistema, que consiste en la extracción con un sacabocado de las yemas de los tallos de plantas cultivadas en un semillero limpio y que tienen entre 8 y 9 meses de edad.

Las yemas, una vez que se extraen, se someten a tratamiento térmico con agua caliente y se sumergen en una solución de Vitavax 300 (5 g/l) durante 10 minutos. La siembra se hace en un substrato compuesto de suelo, cachaza y arena en partes iguales, colocado sobre ladrillo limpio con perforaciones o en bandejas plásticas, que se ubican en viveros especialmente acondicionados. Las plántulas generadas a partir de las yemas se fertilizan cada 2 días en forma foliar y a los 3 meses se trasplantan en el campo. Este sistema permite incrementar en forma significativa la tasa de multiplicación o relación de siembra; por ejemplo, en la variedad CC 84-75 se ha alcanzado una relación de 1:120; sin embargo, la tasa de multiplicación en las distintas variedades depende de la producción de tallos por metro lineal.

Multiplicación rápida de esquejes

Es un sistema más laborioso que el convencional, pero permite alcanzar altas tasas de multiplicación del material. Consiste en sembrar trozos de tallo de 5 cm de longitud, que contienen una yema tratada previamente por inmersión completa en una suspensión de 5 g/l de Captan (Orthocide) durante 5 minutos. La siembra se hace en bolsas plásticas negras de 10 cm de diámetro y 20 cm de profundidad, que se ubican en viveros acondicionados para tal propósito.

El sustrato para propagación del material puede ser una mezcla de suelo y cachaza seca en proporciones iguales. El proceso de secado del sustrato dura 3 meses, tiempo durante el cual se debe mover cada semana con el objeto de airearlo. Para la siembra, la bolsa plástica se llena en una tercera parte con el sustrato y se coloca la porción de tallo de manera horizontal con la yema hacia arriba. Posteriormente, se agrega el sustrato faltante hasta llenar la bolsa.

Las bolsas con el material vegetativo se ubican por pares en hileras separadas 20 cm, en una fosa de 60 cm de profundidad y área variable de acuerdo con las necesidades (Figura 3). Estos viveros se localizan cerca a un canal de drenaje y con facilidades para riego por inundación. El primer riego se debe aplicar hasta alcanzar la capacidad de campo del suelo; el riego siguiente se hace 8 días después, conjuntamente con el control preemergente de malezas, utilizando una mezcla de ametrina más atrazina (7 lt/ha) y 2,4-D amina (1.5 lt/ha). Posteriormente, se deben repetir los riegos con la frecuencia que sea necesaria y 20 días después de la siembra se aplican 5 g de urea por planta para estimular su desarrollo.

Las plántulas permanecen en el vivero durante 2 meses antes del trasplante. Este se hace a 80 cm entre plántulas y 1.5 m entre surcos, lo que equivale a 8333 plántulas/ha (Figura 4). En los sitios de siembra se aplica riego y una vez que se eliminan las bolsas plásticas, las plántulas se colocan en hoyos de 20 cm de profundidad, compactando bien el suelo a su alrededor para evitar la presencia de aire y favorecer el contacto con las raíces; inmediatamente después se aplica riego por aspersión o por gravedad.

Con este método de propagación es posible sembrar un área siete veces mayor en comparación con el sistema convencional. En este último sistema se colocan 10 yemas por metro lineal de surco, mientras que en la siembra con plántulas este

Figura 3. *Vivero con capacidad para 5000 plántulas de la variedad CC 84-75 de caña de azúcar multiplicada por esquejes. Las dimensiones del vivero son: 60 cm de profundidad, 7 m de largo y 7 m de ancho.*

Figura 4. *Campo sembrado con CC 85-74, variedad de caña de azúcar multiplicada por esquejes.*

mismo número de yemas ocupa 7 m, teniendo en cuenta un 10% de pérdida durante la germinación.

La producción total de semilla depende de cada variedad, ya que el número de tallos y su longitud son inherentes a cada una de ellas; por ejemplo, la variedad CC 84-52 produjo 72% de los paquetes/plántula que produjo el testigo (MZC 74-275), mientras que la variedad CC 84-75 produjo 184% (Cuadro 2).

Lo anterior significa que mediante la propagación rápida de esquejes, a los 8 meses se tendrían estacas suficientes para plantar 72 ha de MZC 74-275 y 133 ha de CC 84-75 (Cuadro 2), teniendo en cuenta que se requieren 556 paquetes de 120 yemas cada uno para plantar 1 ha.

Otro sistema de multiplicación adicional al de esquejes es el de deshije o macollo, desarrollado por Cassalett y López (1984) en CENICAÑA, e implementado por Gómez y Piza (1992) en el Ingenio Manuelita. El deshije se hace en plantas con 4 meses de edad; para ello se riegan y, 24 horas más tarde, se podan a 30 ó 40 cm de altura sobre el suelo. Con una pala de borde recto se arrancan las cepas, que se sumergen en agua para desprender el suelo y dejar cada macollo con sus raíces. Una vez se efectúa la labor anterior, se procede al deshije manual para seleccionar los hijos o macollos más vigorosos y descartar los más jóvenes. Antes de plantarlos en el campo, la porción radicular de los hijos seleccionados se sumerge en una solución de Vitavax 300 (5 g/l). La siembra se hace en hoyos de 20 cm x 20 cm que reciben una aplicación previa de urea. El suelo alrededor de cada hijo trasplantado se compacta y se aplica un riego ligero, a la vez, se controla el arrastre por escorrentía de algunos de ellos o que no queden muy enterrados. Entre 5 y 10 días después del trasplante se debe aplicar un nuevo riego y entre 30 y 60 días se aplica urea. Cuatro meses después del trasplante se puede repetir la multiplicación por deshije a partir de las nuevas plantas.

La tasa de multiplicación por deshije es diferente de acuerdo con la variedad, y puede ser de 12 a 14 macollos por cepa, es decir, con 1 ha de plántulas se puede

Cuadro 2. **Cantidad de semilla producida por diferentes variedades de caña, multiplicadas por esquejes y cortadas a los 8 meses de edad. Valle del Cauca.**

Variedad de caña	Tallos/ plántula (no.)	Longitud del tallo[a] (cm)	Paquetes/ plántula[b] (no.)	Producción relativa[c] (%)
CC 83-25	9.5	129.0	0.68	1.00
CC 84-75	16.9	131.3	1.23	1.84
CC 84-10	12.4	133.7	0.92	1.37
CC 84-52	8.6	100.4	0.48	0.72
MZC 74-275	10.8	111.9	0.68	1.00

a. Longitud aprovechable del tallo.

b. Cada paquete contiene 30 estacas de 60 cm con tres a cuatro yemas cada una.

c. Producción relativa de paquetes/plántula con relación a la variedad MZC 74-275.

producir en 4 meses material suficiente para establecer entre 12 y 14 ha y, 4 meses después, con el mismo sistema, establecer entre 144 y 196 ha, mientras que con el sistema convencional sólo es posible establecer 10 ha.

Multiplicación de meristemos in vitro

Este sistema permite, además de la destrucción 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 enfermedades de tipo sistémico, y para mantener y multiplicar materiales de escasa disponibilidad.

El proceso de multiplicación in vitro exije 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" con suelo estéril. Después de la emergencia, las plantas se mantienen aproximadamente 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).

Los tallos de las plantas, una vez que se tratan con termoterapia, se cortan en trozos de 7 a 10 cm; 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; y en un estereoscopio con la ayuda de una

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.*

pinza, un punzón y un bisturí estéril, se hace la disección y extracción del meristemo, que mide entre 1 y 2 mm y contiene dos primordios foliares. El meristemo se establece y desarrolla en el medio de cultivo MSI (Cuadro 3) durante 10 días en la oscuridad y 5 días en la luz (Moreno y Victoria, 1991).

El meristemo desarrollado se planta en medio de cultivo MSII (Cuadro 3), 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 3), donde producen raíces y se forman, en promedio, 20 plántulas a partir de una planta madre. Esta última etapa dura 1 mes.

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

Las plántulas con raíces desarrolladas se separan del medio in vitro y se siembran en un sustrato pasteurizado que contiene proporciones iguales de suelo, cachaza y arena. Este sustrato 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); posteriormente se mantienen en las condiciones normales del ambiente y, a partir de los 3 meses de crecimiento, se trasplantan al campo.

La siembra en el campo se puede hacer en forma manual, como se hace la siembra de plántulas provenientes de la multiplicación rápida de esquejes, o con maquinaria, 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

Cuadro 3. **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[a]		
	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).*

Figura 8. *Campo de caña de azúcar trasplantado a máquina con plántulas provenientes de la multiplicación rápida in vitro.*

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 esquejes (Moreno y Victoria, 1991).

Es necesario indicar que la variedad de caña RD 75-11, después de una multiplicación rápida in vitro de meristemos, ha presentado variaciones mericlonales 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, ya que otras 12 variedades multiplicadas por el mismo método no presentaron, aparentemente, variaciones mericlonales (CENICAÑA, información no publicada).

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.

Wismer, C. A. y Bailey, R. A. 1989. Pineapple disease. En: Ricaud, B. T. et al. (eds.). Diseaes of sugarcane. Major diseases. Elsevier, Nueva York. p. 145-155.

Referencia bibliográfica
VICTORIA, J.I.; CALDERÓN, H. Establecimiento de semilleros y multiplicación de variedades. En: CENICAÑA. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia, Cali, CENICAÑA, 1995. p.115-129.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA
DE AZÚCAR DE COLOMBIA - CENICAÑA
Estación Experiemental: vía Cali-Florida, km 26
Tel: (57) (2) 6648025 - Fax: (57) (2) 6641936
Dirección postal: Calle 58 norte no. 3BN-110
Cali, Valle del Cauca-Colombia

www.cenicana.org
buzon@cenicana.org