

# Reconversión del sistema regional de producción de semilla de caña para la agroindustria panelera en Boyacá y Santander

## Regional system reconversion of sugarcane seed production for non-centrifuged sugar "panela" agroindustry in Boyacá and Santander

## Reconversão do sistema regional de produção de semente de cana para a agroindústria da rapadura em Boyacá e Santander

Magda Liliana Murcia-Pardo,<sup>1</sup> Julio Ramírez-Durán<sup>2</sup>

<sup>1</sup> MSc, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Directora técnica, Asociación Colombiana de Semillas y Biotecnología (Acosemillas). Bogotá, Colombia. mlmurcia@acosemillas.org

<sup>2</sup> MSc, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Gestor de innovación, Red de Cultivos Transitorios y Agroindustriales, Corpoica, Sede Central. Bogotá, Colombia. jramirezd@corpoica.org.co

Fecha de recepción: 13/11/2015

Fecha de aceptación: 30/07/2016

Para citar este artículo: Murcia-Pardo ML, Ramírez-Durán J. 2017. Reconversión del sistema regional de producción de caña para la agroindustria panelera en Boyacá y Santander. Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria. 18(1):75-87

DOI: [http://dx.doi.org/10.21930/rcta.vol18\\_num1\\_art:559](http://dx.doi.org/10.21930/rcta.vol18_num1_art:559)

### Resumen

En Colombia, la caña de azúcar *Saccharum officinarum* L. (Poaceae) es cultivada en 474.559 hectáreas, de las cuales 218.000 están dedicadas a la producción de azúcar y etanol y 266.559 a la producción de panela (azúcar no centrifugada). La hoya del río Suárez, en los departamentos de Boyacá y Santander, es la principal zona productora de panela de Colombia, con aproximadamente 42.701 hectáreas. Al igual que las demás regiones, esta no cuenta con un sistema de producción de caña semilla que asegure la calidad fitosanitaria y la pureza varietal que requiere el subsector, lo cual genera diseminación de plagas y enfermedades que limitan permanentemente los rendimientos. El objetivo de este trabajo fue

reactivar el sistema de producción local de caña semilla en la hoya del río Suárez y para tal fin se estableció (en el marco del Plan Nacional de Semilla) el proceso de obtención de plantas germinadas mediante la extracción de yemas. Este procedimiento fue desarrollado en Cenicaña y llegó a convertirse en el sistema base para generar la caña semilla seleccionada de los productores semilleristas de la región. Durante 2014 se produjeron 200.000 plántulas que fueron entregadas a cinco asociaciones de pequeños y medianos productores. Se establecieron 15 ha de semilleros comerciales, para renovar cerca de 10.000 ha con las nuevas variedades de caña en los próximos cuatro años.

**Palabras clave:** panela, caña de azúcar, semilla, variedades de alto rendimiento, Santander (Colombia), Boyacá (Colombia)

## Abstract

In Colombia, 474,559 hectares of sugarcane, *Saccharum officinarum* L. (Poaceae) are cultivated. Of these, 218.000 ha are destined for sugar and ethanol production, and the rest 266,559 ha for panela "non-centrifuged sugar". The main production area of panela in Colombia is known as "La Hoya del Rio Suarez" in the departments of Boyacá and Santander, with ca. 42,701 ha. Like other regions, there is a lack of a cane seed production system which ensures the phytosanitary quality and varietal purity of the seeds (stem cuttings) required by the subsector, thus resulting in the spread of insect pests and diseases that permanently limit the yield at harvest. The objective of this study was to revive

the local seed cane production system at the hoyo del río Suárez region and for this purpose the process of obtaining germinated plants was established through a bud extraction technique under the Colombian National Seed Plan. The process of obtaining germinated plants by bud extraction was developed in cooperation with the Colombian Sugarcane Research Center (Cenicaña), and became the baseline system for production of locally-selected sugarcane seeds for the region. As a result, 200.000 sugarcane seedlings were produced during 2014 and given to small and medium scale producers. Fifteen ha of commercial seedlings were established in order to renovate 10.000 ha with the varieties of sugarcane in the next four years.

**Keywords:** *Panela*, Sugarcane, Seed, High yielding varieties, non-centrifuged sugar, Santander (Colombia), Boyacá (Colombia)

## Resumo

Na Colômbia, a cana de açúcar *Saccharum officinarum* L. (Poaceae) é cultivada em 474.559 hectares, das quais 218.000 estão dedicadas à produção de açúcar e etanol e 266.559 à produção de rapadura (açúcar não centrifugado). A Bacia do Rio Suárez, nos departamentos de Boyacá e Santander, é a principal zona produtora de rapadura da Colômbia, com aproximadamente 42.701 hectares. Ao igual que as demais regiões, esta não conta com um sistema de produção de cana semente que assegure a qualidade fitossanitária e a pureza varietal que requer o subsetor, o qual gera disseminação de pragas e doenças que limitam permanentemente os rendimentos. O objetivo

deste trabalho foi reativar o sistema de produção local de cana semente na Bacia do Rio Suárez e para tal fim estabeleceu-se (no marco do Plano Nacional de Semente) o processo de obtenção de plantas germinadas mediante a extração de gemas. Este procedimento foi desenvolvido em Cenicaña e chegou a se converter no sistema base para gerar a cana semente selecionada dos produtores de semente da região. Durante 2014 produziram-se 200.000 plântulas que foram entregues a cinco associações de pequenos e médios produtores. Estabeleceram-se 15 ha de viveiros comerciais, para renovar cerca de 10.000 há com as novas variedades de cana nos próximos quatro anos.

**Palavras chave:** rapadura, cana de açúcar, semente, variedades de alto rendimento, Santander (Colômbia), Boyacá (Colômbia)

## Introducción

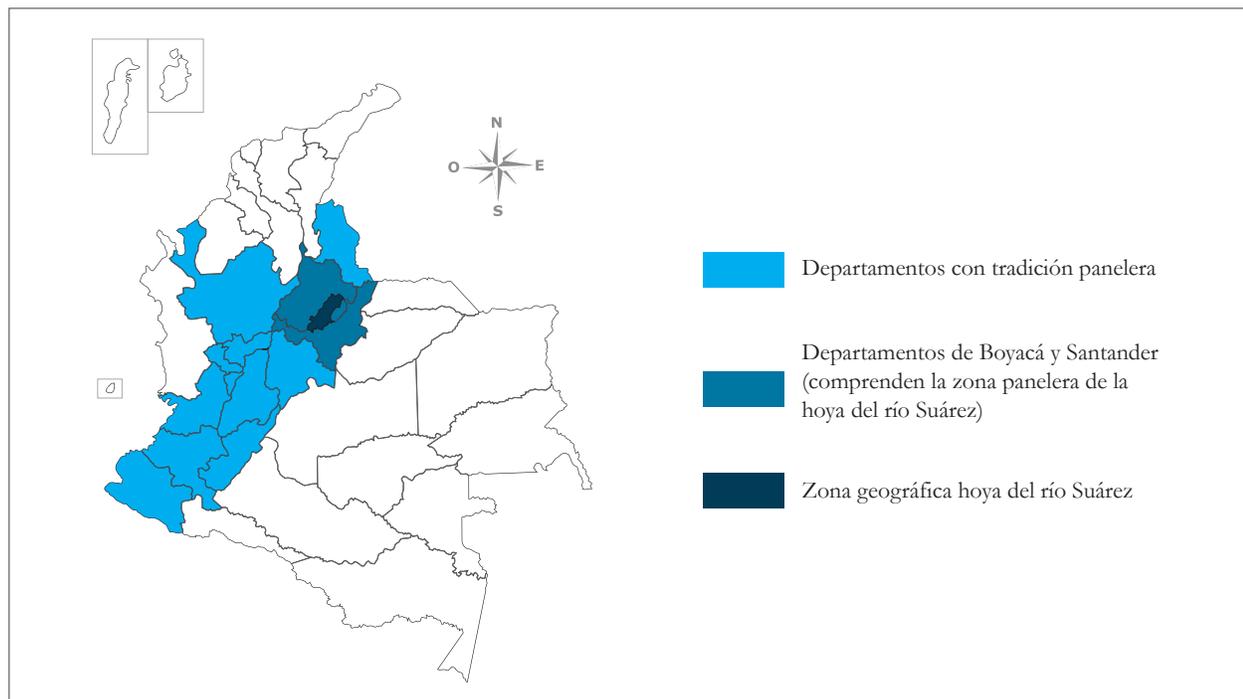
A nivel mundial, la FAO reporta una producción de 8,67 millones de toneladas de panela al año, distribuida en 27 países. La India es el principal productor de panela, con un 56% del total de la producción, y Colombia ocupa el segundo lugar, con un 15%. Otros países importantes en panela son Birmania (o Myanmar, en su denominación vernácula oficial), Brasil y China. Los principales productores en América Latina son Colombia, Brasil, Honduras, México, Perú y Venezuela (Rodríguez 2014).

En el año 2013, el área sembrada de caña panelera en Colombia fue de 241.794 hectáreas, de las cuales se cosecharon 212.265. Para ese mismo año, la producción nacional de panela fue de 1.330.809 toneladas. En Colombia, la panela se produce en 27 departamentos (543 municipios) (Rodríguez 2014). Sin embargo, la Federación Nacional de Productores de Panela —en adelante, Fedepanela— tiene agremiados 14 departamentos, que son los de

mayor importancia en términos de área cultivada y producción (figura 1).

Según Fedepanela (2012), el departamento de Cundinamarca ocupa el primer lugar en área cultivada, con 40.476 ha (22,76%), seguido por Antioquia, con 31.814 ha (17,88%), luego Santander con 29.505 (16,59%) y por último Boyacá con 14.000 ha (7,82%). En cuanto al rendimiento, es decir, la cantidad de toneladas de panela producidas por hectárea de caña anual, se encuentra en primer lugar Santander, seguido por Boyacá, Valle del Cauca, Huila y Nariño. Los mayores rendimientos se alcanzan en la región de la hoya del río Suárez (Santander y Boyacá).

La hoya del río Suárez está catalogada como la principal zona productora de panela de Colombia. En ella se encuentran establecidas cerca de 42.000 hectáreas, cuyos rendimientos son de los más altos a nivel nacional: en esta región se produce cerca del 30% de la panela de Colombia (Fedepanela 2011). Infortunadamente, los costos de producción frente a los precios de venta han ocasionado una crisis en este subsector.



**Figura 1.** Principales departamentos productores de panela en Colombia.

Fuente: Elaboración propia

Con la intención de aumentar los rendimientos por unidad de área y disminuir los costos de producción, desde 2014, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) en convenio con el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar (Cenicaña) entregó las variedades CC 93-7711 y CC 93-7510, conocidas comúnmente como Pierna Bella y Vende Finca, respectivamente.

Estas dos nuevas variedades presentaron mayores rendimientos por unidad de área frente a la variedad RD 75-11, material empleado como variedad testigo en la prueba de molienda comercial. Además, presentaron en promedio cerca de dos meses menos en sus ciclos vegetativos, lo que significa una mayor eficiencia en el proceso productivo de panela (Ramírez et al. 2014). Por otra parte, en el año 2014, Corpoica, en cooperación con Cenicaña, realizó el reporte de la enfermedad conocida como roya naranja (*Puccinia kuehnii*) en la variedad RD 75-11. La presencia de dicho hongo generó un alto riesgo fitosanitario, debido a las amplias áreas cultivadas con esta variedad en la región de la hoya del río Suárez y a los efectos negativos que puede tener un ataque severo de dicha enfermedad (Corpoica 2014).

De acuerdo con lo anterior, las dos nuevas variedades de caña entregadas representan una alternativa para la renovación de cultivos. Sin embargo, la obtención de semilla que cumpla con los requerimientos fitosanitarios planteados en la Resolución 1696 de 1984 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA 1984) ha sido hasta el momento un inconveniente técnico, debido a la inexistencia de infraestructura para la aplicación de los respectivos tratamientos al material a emplearse en los semilleros comerciales.

La producción de semilla debe hacerse con un tratamiento térmico, que consiste en someter la semilla a inmersión en agua caliente para el control de las bacterias causantes de enfermedades como el raquitismo de la soca (RSD) y la escaldadura de la hoja (LSD), causadas por *Leifsonia xyli* subsp. *xyli* y *Xanthomonas albilineans*, respectivamente. Estas son las enfermedades bacterianas de mayor diseminación e importancia económica en las zonas paneleras de Colombia.

Los cultivos de caña de azúcar destinados a la producción de panela en Colombia se caracterizan por utilizar variedades denominadas tradicionales o de vieja introducción. Estas variedades fueron reportadas hace más de cinco décadas como materiales de buena producción de caña y panela y actualmente se encuentran ampliamente difundidas en los 27 departamentos que reportan producción panelera en el territorio nacional (MADR 2013).

La escasa disponibilidad de semilla de calidad para los productores paneleros en Colombia tiene efectos como la baja adopción de tecnología en la producción de material vegetal de propagación, el desconocimiento de la normatividad y la deficiencia en los programas y políticas de fomento. De esta manera, a la fecha, la producción de semilla de caña de azúcar en el sector panelero es de carácter informal.

En el año 2014, en el marco del Plan Nacional de Semilla, se implementó en la sede Cimpa de Corpoica el proceso de producción de semilla de caña a partir de la extracción de yemas y obtención de plantas. El protocolo de producción fue establecido y ajustado gracias al Convenio de Cooperación Técnico existente entre Corpoica y Cenicaña, protocolo que fue desarrollado hace más de 20 años por esta última (Viveros et al. 1997) para producir la semilla requerida principalmente por el sector azucarero de Colombia.

Durante el 2014, se definieron como objetivos el establecimiento de la infraestructura necesaria para el proceso productivo, el ajuste del protocolo de producción y la obtención de 200.000 plantas germinadas. Estas últimas fueron entregadas a cinco asociaciones de pequeños y medianos productores de los municipios de San José de Pare y Moniquirá (en Boyacá), y de Güepsa, Gámbita y Valle de San José (en Santander). Con estas asociaciones se establecieron 15 ha de semilleros comerciales, que son la base para activar el sistema regional de producción de caña semilla.

El Plan Nacional de Semilla busca activar, fortalecer e instalar en los diferentes territorios el sistema local o regional de producción de semilla. Para esto se contempló la caracterización de asociaciones

productoras, la entrega de material básico para el establecimiento de semilleros, la capacitación continua en temas de manejo de semilla y cultivo, el registro de semilleros y otras actividades propias de la especie cultivada. Finalmente, el Plan tiene también un acompañamiento a las asociaciones en su componente organizacional para ayudar a su fortalecimiento.

Con la activación del sistema regional de producción de caña semilla para la zona de la hoya del río Suárez, se espera poder contar en 2017 con semilla disponible de alta pureza varietal y de excelentes condiciones sanitarias para renovar hasta 10.000 ha de cultivos comerciales.

## Materiales y métodos

### Ubicación

Región natural: Andina

Subregión: hoya del río Suárez

Ecorregión: sur de Santander

Departamento: Santander

Municipio: Barbosa

Vereda: Centro

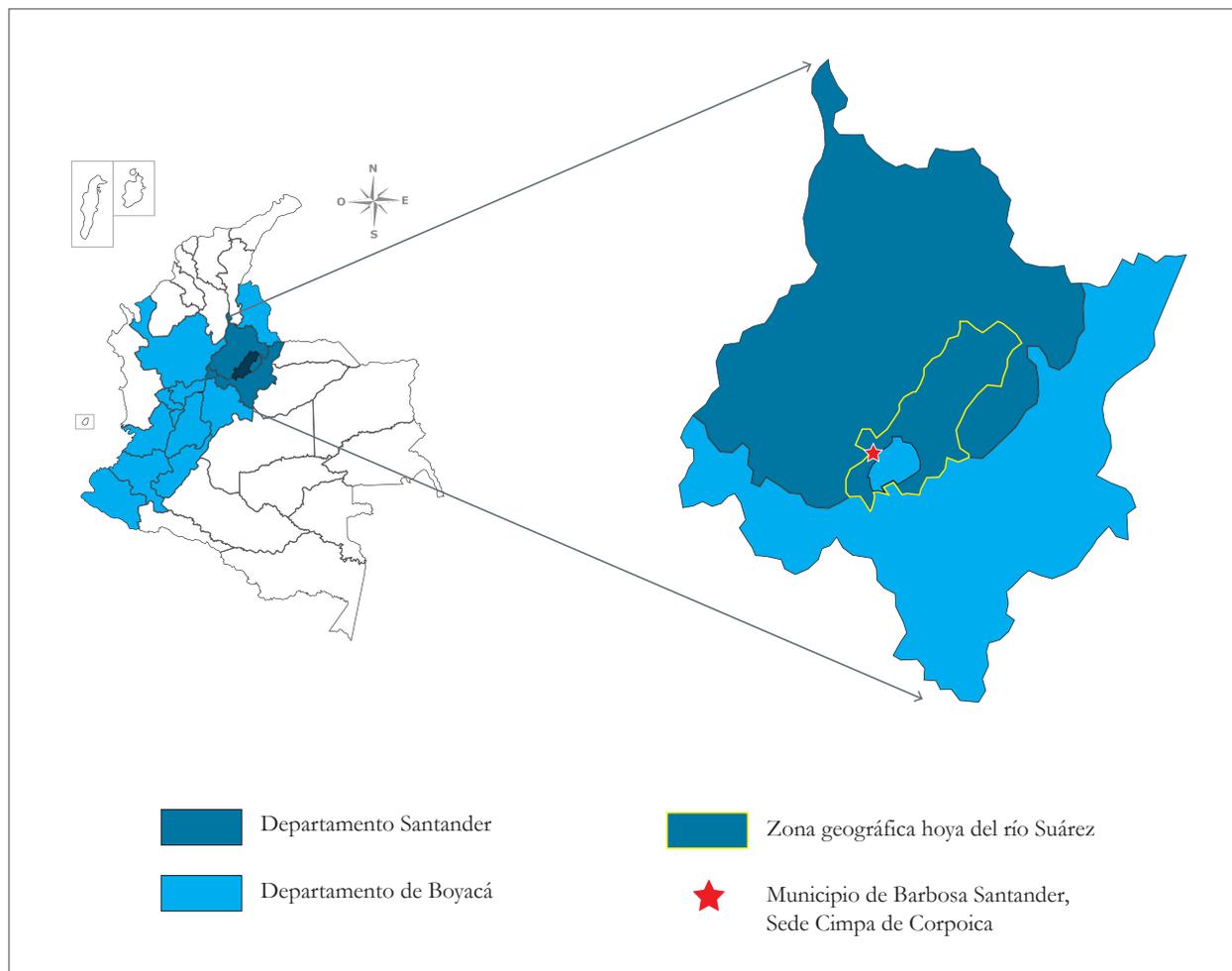
Finca: sede Cimpa

Altitud: 1.607 msnm

Temperatura promedio: 20 °C - 24 °C

Coordenadas: 5° 56' 51" N, 73° 36' 24" W

La información anterior se puede ver en la figura 2.



**Figura 2.** Ubicación de la sede Cimpa de Corpoica en la zona geográfica de la hoya del río Suárez, en los departamentos de Boyacá y Santander (Colombia).

Fuente: Elaboración propia

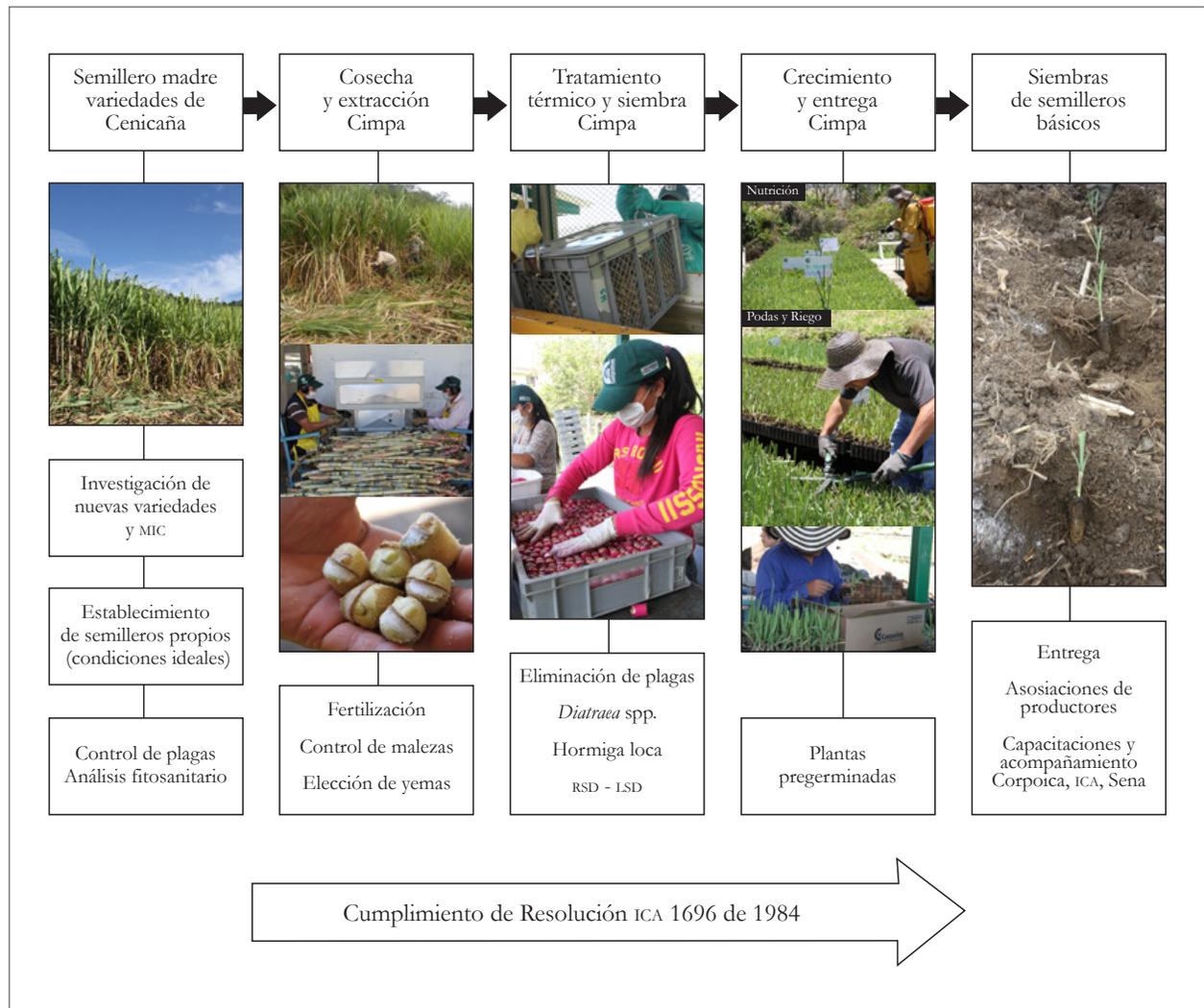
### Metodología

Es importante destacar que se adaptó la metodología de producción de yemas individuales y el establecimiento de semilleros sanos, de acuerdo con los procedimientos descritos por Buenaventura (1990), Victoria y Calderón (1995), Viveros et al. (1997), Victoria et al. (1999) y Castillo et al. (2003). Dicha adaptación se realizó con la orientación de investigadores de Cenicaña y recibió ajustes por parte de la sede Cimpa de Corpoica, conforme con la normatividad vigente para la producción de semilla de caña.

En la figura 3 se presenta de manera esquemática el modelo de producción que se implementó para la reconversión del sistema de producción local de semilla de caña de azúcar para producción de panela en la hoya del río Suárez. En esta propuesta se incluyó la pureza varietal, la sanidad vegetal y el cumplimiento de la resolución 1696 (ICA 1984).

A continuación, se describe detalladamente cada uno de los pasos que se deben seguir en el proceso de multiplicación de plantas por el método de yemas individuales para el establecimiento de semilleros básicos con variedades de caña de azúcar destinadas a la producción de panela.

Reconversión del sistema regional de producción de semilla de caña para la agroindustria panelera en Boyacá y Santander



**Figura 3.** Modelo de producción de caña semilla para producción de panela mediante el establecimiento de semilleros comerciales a partir de plántulas pregerminadas.

Fuente: Elaboración propia

## Materiales para la producción de semilla

Se utilizaron las variedades de caña CC 93-7711 y CC 93-7510, una máquina extractora de yemas de doble entrada, cámara de tratamiento térmico, termocupla, sustrato inerte de germinación (mezcla de la ceniza proveniente del residuo de los trapiches paneleros con gravilla fina de cantera), fungicida Vitavax® (ingrediente activo: carboxin: 5,6-dihydro-2-methyl-1,4-oxathi-ine-3-carboxanilide 200g/kg), canastilla de germinación, bandejas de crecimiento de 67 alveolos, urea, tijeras de podar, sistema de riego de aspersión, tierra negra, carretillas, bomba de espalda de 20 litros y cajas de cartón.

## Protocolo de producción de semilla

Una vez realizada la extracción de yemas individuales mediante la máquina, estas pasan a la etapa de tratamiento con agua caliente. Durante la extracción, los operarios seleccionaron y eliminaron las yemas con síntomas de daño físico o en edad avanzada, puesto que estos factores limitan su germinación. Los tallos de caña generados como subproducto de este procedimiento pueden emplearse para alimentación animal, ensilaje o producción de mieles. En promedio, la máquina extractora de yemas puede sacar entre 8.000 y 10.000 yemas dependiendo de la experiencia del operario y de la calidad de la semilla que se esté trabajando.

## Tratamiento con agua caliente

Para eliminar las bacterias causantes de las dos enfermedades de mayor diseminación e importancia económica en los cultivos de caña en Colombia, se realiza la aplicación del tratamiento con agua caliente a las yemas extraídas con la cámara de tratamiento térmico. Este procedimiento elimina también insectos-plaga que pueden estar presentes en las yemas extraídas, como *Diatraea* sp. (Lepidoptera: Crambidae) en estados inmaduros. Los tratamientos térmicos empleados para eliminar las enfermedades bacterianas mencionadas fueron los siguientes:

- A. **Raquitismo de la soca (RSD)**
1. Pretratamiento a 50 °C por 10 minutos

2. De 8 a 12 horas de reposo fuera del agua

3. Tratamiento a 51 °C durante 1 hora

## B. Escaldadura de la hoja (LSD)

1. De 24 a 48 horas de inmersión en agua a temperatura ambiente
2. Tratamiento a 51 °C durante 1 hora

La selección del tratamiento térmico empleado se definió previamente mediante el envío de muestras foliares a laboratorio para determinar la presencia de las enfermedades y orientar eficientemente el tratamiento térmico.

## Siembra de yemas en canastillas de germinación

Una vez realizado el tratamiento térmico a las yemas, se llevó a cabo una aplicación del fungicida Vitavax 300® (3 gramos por litro de agua) durante diez minutos para evitar pudrición por ataque de hongos o pérdidas por fermentación de yemas. Posteriormente, se sembraron las yemas en un sustrato a base de ceniza (residuo de los trapiches paneleros) mezclada con gravilla fina de cantera, que proveyó retención de humedad, buena aireación y adecuadas condiciones de temperatura para la germinación. Esta etapa del proceso duró entre 20 y 30 días, de acuerdo con las condiciones climáticas y la precocidad de cada una de las variedades que se multiplicaron.

## Trasplante a bandejas de germinación

Una vez que las yemas germinaron, se trasplantaron a bandejas de germinación, donde fueron sembradas después de una clasificación realizada según tamaños de plántulas (grandes o medianas), con lo cual se evitó competencia interna en cada germinador, especialmente por el factor luz. Durante esta etapa, las plantas fueron fertilizadas periódicamente para que desarrollaran un buen sistema radicular, lo que permitiría una alta tasa de prendimiento en el sitio definitivo. También durante esta etapa se realizó control fitosanitario para evitar, principalmente, ataques de insectos plaga. La aplicación de riego fue permanente durante esta etapa del proceso. Luego, las plantas fueron llevadas a los bloques de crecimiento que están a plena exposición solar.

El proceso de desarrollo de las plantas en los bloques de crecimiento tarda entre 45 y 60 días, tiempo durante el cual se realizaron podas foliares periódicas (cada 15 días) para permitir un mayor desarrollo radicular y el fortalecimiento del tallo principal. De esta forma, se evitó el crecimiento de hojas tiernas, que no son necesarias en esta etapa de producción.

Una vez que las plantas alcanzaron el desarrollo necesario, se extrajeron de las bandejas y se empacaron en cajas de cartón con capacidad de 250 unidades cada una, en las cuales se movilizaron al sitio definitivo en campo.

### Siembra de las plantas en el sitio definitivo

En el trasplante al sitio definitivo en campo se dejó una distancia de 60 cm entre plantas y de 1,30 m entre surcos, para una densidad de siembra de 12.821 plantas por hectárea. Se recomendó el suministro de agua de riego en los dos primeros meses de crecimiento con frecuencia semanal y la nutrición de acuerdo con el análisis de suelo respectivo.

### Selección de asociación de productores beneficiarios

Debido a que el registro de las dos variedades entregadas por Corpoica se encuentra definido para los departamentos de Boyacá y Santander, la selección de asociaciones beneficiarias se limitó a estos dos departamentos de productores. El proceso de elección inició con la invitación pública realizada en el primer trimestre de 2014. Las asociaciones seleccionadas presentaron características legales, de experiencia, de disponibilidad de área e intención de formalizarse como productores semilleros registrados ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

Es necesario precisar que la propagación de plantas es el método utilizado en esta ocasión para multiplicar nuevas variedades de caña de azúcar limpias de enfermedades y para el establecimiento de semilleros básicos y comerciales.

## Resultados y discusión

La tecnología de producción de plantas a partir de la extracción de yemas desarrollada en Cenicaña y ajustada en la sede Cimpa de Corpoica a las condiciones del subsector panelero de Colombia se implementó, en primera instancia, en la zona productora conocida como la hoyo del río Suárez en Boyacá y Santander.

Se logró establecer que, en promedio, una tonelada de caña semilla de las variedades CC 93-7711 y CC 93-7510 puede estar compuesta por aproximadamente 900 tallos, y que con una edad de 9 meses (después de la siembra) pueden obtenerse entre 7 y 8 yemas viables para la extracción por cada tallo. En consecuencia, es posible obtener entre 6.300 y 7.200 yemas en promedio para iniciar el protocolo de tratamiento térmico, la posterior germinación y la obtención de plántulas. Sin embargo, el porcentaje de plántulas obtenidas estuvo entre el 40 % y el 80 %, lo cual dependió del tratamiento aplicado y de la variedad en producción.

La edad de cosecha de la semilla para el proceso de producción de plántulas no superó los nueve meses de edad y los tallos no fueron deshojados (contrario a la práctica común en el sector panelero). Se encontró que, para el momento en que las yemas alcanzan los nueve meses, estas envejecen y pierden capacidad de brotación. Esto se observó, en especial, en la variedad CC 93-7711, que tiene facilidad natural para el deshoje, razón por la cual sus yemas se ven más afectadas.

Los semilleros de las variedades CC 93-7711 y CC 93-7510 se muestrearon entre los siete y los nueve meses después de la siembra, para diagnosticar la presencia de las enfermedades RSD, LSD y del virus del síndrome de la hoja amarilla (SCYLV), empleando la metodología de Cenicaña (Victoria et al. 1999). Se encontró presencia de RSD en un 30 % de la variedad CC 93-7510. Así, se procedió a realizar tratamiento térmico para este material con la metodología descrita.

Es importante destacar que la etapa de tratamiento térmico redujo el porcentaje de brotación de las

yemas por efecto del tiempo y la temperatura. En este sentido, cuando las yemas se sometieron a tratamiento para RSD, el porcentaje de brotación cayó hasta un 60 %, mientras que en los experimentos que se realizaron para LSD el porcentaje se redujo solo a un 40 %. El tratamiento térmico se realizó paso a paso para garantizar la eliminación de las bacterias a tratar y, a su vez, la calidad sanitaria de la semilla. Esto coincide con los reportes de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), que mencionan que en la mayoría de los casos se estima una pérdida promedio de yemas del 20 % (Digonzelli et al. 2009).

De otra parte, en los experimentos realizados se encontró que las yemas de la variedad CC 93-7711 son más susceptibles a perder capacidad de brotación después de ser sometidas al tratamiento térmico en comparación con la variedad CC 93-7510. Al respecto, la EEAOC reporta en sus trabajos que las variedades de caña de azúcar tienen diferente tolerancia al tratamiento térmico (Digonzelli et al. 2009).

La importancia de esta enfermedad se debe principalmente a que la forma de reproducción del cultivo (asexual por estacas) favorece su diseminación, debido a que el patógeno sobrevive en los tejidos del hospedante. El RSD está ampliamente distribuido en todo el mundo y carece de síntomas externos e internos que resulten útiles para su diagnóstico. Esta enfermedad fue descubierta por Steindl en Queensland, Australia, en 1944 (Contreras et al. 2008) y, a partir de este primer reporte, se realizaron numerosos trabajos orientados al estudio de su agente causal y al ajuste de metodologías para su diagnóstico y control.

La bacteria causante del RSD se aloja en los haces vasculares del tallo, por lo tanto, el principal medio de diseminación es el empleo de caña semilla enferma. El uso de herramientas de corte y cuchillas de cosechadoras sin la debida desinfección también es un agente que puede diseminar la enfermedad, ya que estos elementos pueden estar contaminados con el jugo de plantas enfermas (Iglesia 2003). De

acuerdo con lo anterior, se implementó la desinfección periódica de todas las herramientas de corte, sumergiéndolas en una solución previamente preparada con Agrodyne® al 2 % (Cenicaña 2012), al momento del corte de la semilla. Como esta práctica no se realiza en el sector panelero, dentro de las labores de transferencia de tecnología se hicieron demostraciones del método para explicar a los agricultores la importancia de este procedimiento.

Otra práctica importante que se llevó a cabo en el proceso de producción de plántulas fue el tratamiento con el fungicida Vitavax® 300 o Tratafed® 400 (ingrediente activo: carboxin: 5,6-dihydro-2-methyl-1,4-oxathiine-3-carboxanilide 200 g/kg) en dosis de 3 gramos por litro de agua. Esto evitó el ataque de hongos causantes de pudriciones en el material vegetativo como el mal de piña (*Ceratocystis paradoxa*) y la pudrición roja o muermo rojo (*Glomerella tucumanensis*), los cuales sobreviven en el suelo y ocasionan baja germinación (Victoria y Calderón 1995). En algunos experimentos realizados, se encontró que, en las épocas lluviosas, al no realizar el tratamiento descrito, aparecieron plántulas con síntomas de pudrición, las cuales tuvieron que ser descartadas y eliminadas. Sin embargo, los mejores resultados se obtuvieron con el producto comercial Tratafed® 400.

En cuanto al sustrato para la etapa de siembra y emergencia de las plántulas, se logró establecer una relación uno a uno de gravilla fina de cantera y ceniza (esta última, obtenida de los hornos de los trapiches) como el mejor sustrato para proporcionar condiciones adecuadas de temperatura, aireación y retención de humedad. Cuando se alteró la relación del sustrato, los porcentajes de brotación de las yemas cayeron hasta un 30 %. Asimismo, el riego suministrado por canastilla de germinación se hizo de forma manual, a través de regadera tipo jardín (1 litro por canastilla). Cuando el riego no se realizó uniformemente y en las dosis requeridas, la cantidad de plántulas de tamaño pequeño (menos de 5 cm) llegó a ser del 50 %, y la de plántulas medianas, de un 30 % (entre 5 cm y 8 cm); hubo tan solo un 20 % de plántulas grandes (tamaños superiores a los 8 cm). Este sustrato se usó varias veces antes de ser desechado.

Por otra parte, cuando se había logrado ajustar el protocolo de producción de plántulas, apareció una enfermedad que afectó seriamente su desarrollo desde la emergencia hasta la etapa de crecimiento. Dicha enfermedad se diagnosticó como pudrición de los brotes causada por *Sclerotium rolfsii* Sacc., y afectó principalmente a la variedad CC 93-7711. Las plántulas presentaron pudrición en las yemas, pudrición en la base del tallo, amarillamiento y marchitez de las hojas hasta llegar a la muerte. Asimismo, las raíces de las plántulas presentaban micelio blanco y esclerocios (estructuras de resistencia del hongo). Las plantas que tenían estas estructuras y se trasplantaron murieron en la etapa de crecimiento. Los factores como el exceso de humedad en el sustrato, las temperaturas elevadas, la época lluviosa y las aplicaciones de urea incrementaron la severidad de la enfermedad. Este manejo e identificación del patógeno coincide con lo reportado por Smith (1992): el hongo *S. rolfsii* tiene una amplia distribución en el mundo, pero es más frecuente en regiones tropicales y subtropicales. Le favorecen los climas muy calurosos y los suelos fundamentalmente ácidos; en ciertas condiciones puede llegar a ser muy destructivo.

Victoria et al. (1995) describen la enfermedad, pero reportan que no han encontrado que el ataque de *S. rolfsii* tenga importancia para el crecimiento y el desarrollo de la planta de caña, razón por la cual no recomiendan medidas de control. Sin embargo, la afectación alcanzó el 60% de las plántulas con pérdida total, por tanto, fue necesario aplicar el fungicida Sumilex® de Sumitomo Inc. (i.a.: procimidona) en polvo mojable (WP), de acuerdo con la dosis comercial recomendada (2,5 g por litro) tanto en la etapa de siembra, de forma preventiva, como en la etapa de crecimiento cuando aparecieron los síntomas.

El Sumilex® pertenece al grupo de las dicarboximidias y es un fungicida sistémico con propiedades protectantes y curativas que inhibe la síntesis de triglicéridos del hongo (MacBean 1997). La aplicación se hizo cada 15 días y se logró controlar la enfermedad y reducir el porcentaje de afectación. Adicionalmente, se tuvo que eliminar todo el sustrato y realizar cuarentena como medidas preventivas para reducir la presión de la enfermedad. Los resultados positivos que se obtuvieron con el manejo químico del hongo coinciden

con lo reportado por Arias et al. (2007) para el control del *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.): tras probar tres métodos, concluyeron que el mejor de estos fue la aplicación de procimidona (Sumilex®) y los tratamientos de *Trichoderma harzianum*.

En el patio de crecimiento donde se realizó la etapa de desarrollo de cespedón (raíces) y el fortalecimiento del tallo, se presentó la pérdida del 10% de las plántulas. Esto está relacionado con las condiciones de estrés ocasionadas por el trasplante, con el mal tapado con el sustrato (tierra negra) y con el déficit o exceso de humedad por riegos mal realizados. En este sentido, es fundamental el seguimiento: trazabilidad y manejo de registros para aumentar el indicador de sobrevivencia de plántulas.

Una vez ajustado el protocolo de producción, se obtuvieron 220.000 plántulas de caña de azúcar, con las cuales fue posible el establecimiento de 15 hectáreas de semilleros comerciales. Estos últimos fueron distribuidos entre las asociaciones de productores seleccionadas en la primera invitación realizada en el marco del Plan Nacional de Semilla.

La infraestructura que se logró instalar puede llegar a producir 800.000 plántulas anuales, sin embargo, esta capacidad de producción se encuentra condicionada a la calidad y disponibilidad de semilla de campo que servirá para la extracción de yemas, a la experiencia del equipo humano a cargo de la operación del sistema y a la entrega oportuna del material producido, pues el área de bloques de crecimiento tiene una capacidad de almacenamiento de apenas 200.000 plántulas. Esto implica que las plántulas deban ser entregadas una vez que alcancen su desarrollo, para evitar detener su producción por falta de espacio físico.

En cuanto a las asociaciones beneficiarias, se eligieron cinco pertenecientes a los municipios de San José de Pare y Moniquirá (en Boyacá), y Güepsa, Gámbita y Valle de San José (en Santander). Las asociaciones y los técnicos de Corpoica eligieron los terrenos para el establecimiento de 15 ha de semilleros comerciales. Al momento de recibir el material, las asociaciones firmaron un acta de compromiso en la cual señalaron la intención de producir semilla para el sector panelero de Colombia, de iniciar el

proceso de inscripción ante el ICA para registrarse como productor de caña semilla y de participar en las jornadas de capacitación realizadas por Corpoica en el desarrollo del Plan Nacional de Semillas.

Se identificó que ninguna de las asociaciones seleccionadas tiene experiencia como productor de caña semilla. No obstante, todas afirman que reciben asistencia técnica en temas de cultivo por parte de profesionales de Fedepanela y no de alguna otra institución o entidad.

Es importante resaltar que a las asociaciones se les hizo acompañamiento y capacitación desde la entrega de la semilla caña hasta el desarrollo de los semilleros. El principal énfasis se hizo en el manejo diferenciado de los semilleros establecidos con plántulas frente a la forma convencional del manejo de semilla caña que se realiza en la región (Murcia y Ramírez 2015). Estos aspectos fueron determinantes, y las asociaciones de productores reconocieron que el proceso de producción de semilla de calidad exige seguimiento y control por parte de ellos mismos.

Debido a la inestabilidad en el precio de venta de la panela en el mercado formal e informal —caracterizado por el predominio de compradores y acopiadores rurales que no pagan diferenciación por calidad de producto (Murcia 2016)—, orientar la producción de algunas de las unidades productivas hacia la oferta de caña semilla de las nuevas variedades se convierte en una estrategia comercial atractiva para los productores de panela. En efecto, actualmente la alta demanda de caña semilla de dichos materiales ha ocasionado que el valor promedio de la tonelada de semilla alcance \$250.000 por tonelada. Téngase en cuenta que una hectárea de semillero comercial con manejo agronómico apropiado puede generar entre 70 y 80 toneladas de caña semilla en solo 10 meses y que, si se llevara hasta los 17 meses de cosecha para venta con destino a la elaboración de panela, dicha hectárea produciría 120 t de caña madura con un valor promedio por tonelada de \$80.000.

Esta notoria diferencia de rentabilidad abre la posibilidad de establecer semilleros comerciales de buena calidad sanitaria como alternativa de ingresos adicionales o complementarios para los productores

de panela. El análisis se hace con respecto a toneladas de caña semilla y/o caña madura producida, debido a que la comparación con panela contaría con otros factores que intervienen en el proceso y que no permitirían estimar las toneladas de esta con precisión.

## Conclusiones

La siembra de cultivos comerciales de caña de azúcar orientados a la producción de panela, a partir de plántulas germinadas, utilizadas como semilla presenta un mayor costo que la caña semilla en esquejes, por lo tanto, se debe orientar solo al establecimiento de semilleros comerciales de buena calidad sanitaria y no a cultivos comerciales destinados a la producción de panela.

Esta nueva estrategia de obtención de semilla para el sector panelero sustenta su importancia en tres aspectos básicos: facilidad para realizar el tratamiento térmico a grandes cantidades de yemas a fin de obtener semilla libre de enfermedades causantes de importante afectación económica (como el RSD y el LSD); mejor utilización de la semilla básica, con la obtención de una relación de producción de semilla de hasta 1:125; y un mayor porcentaje de prendimiento en campo y de rápido desarrollo de plantas por ser pregerminadas.

A partir de las 15 ha de semilleros comerciales establecidos con este trabajo, es posible obtener semilla suficiente para realizar la renovación de cerca de 10.000 ha de semilleros en cuatro años. Para ello, se requiere en 2015 llegar a las 150 ha de semilleros comerciales, establecer 1.500 ha de semilleros en 2016 y, finalmente, en 2017 contar con semilla disponible para renovar hasta 10.000 ha de cultivos comerciales.

Fedepanela, como principal institución de asistencia técnica para este subsector, se convierte en un actor que necesariamente debe estar involucrado en el desarrollo del Plan Nacional de Semilla.

Los productores paneleros identificaron las diferencias y la importancia de establecer y manejar semilleros de calidad, además de reconocer que

estos representan una fuente de ingresos complementaria a la producción y comercialización de panela.

La presencia y amplia distribución de las enfermedades limitantes como el RSD y el LSD en el sector panelero de Colombia requiere que se amplíe la selección de asociaciones beneficiarias del Plan Nacional de Semilla hacia otras regiones productoras del país, con el fin de establecer semilleros comerciales de alta pureza varietal y elevada calidad fitosanitaria.

La desinfección de las herramientas de corte y de otras herramientas usadas en las labores de cultivo, así como el diagnóstico oportuno de enfermedades entre los siete y los nueve meses de edad, se convierten en una estrategia para el manejo preventivo de las enfermedades limitantes del cultivo de caña de azúcar.

### **Agradecimientos**

Los autores le agradecen al Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña)

por permitir acceder a la tecnología desarrollada y acompañar el ajuste del protocolo de producción de caña semilla de alta calidad en las condiciones de la sede Cimpa de Corpoica. Le agradecen al equipo central del Plan Nacional de Semilla, de Corpoica, por su apoyo en el desarrollo del programa y, en especial, con lo relacionado con la especie de caña panelera. También les agradecen a las asociaciones de productores de panela que participaron en este proceso de reconversión del sistema local de producción de caña semilla en la región de la hoya del río Suárez.

### **Descargos de responsabilidad**

Esta investigación se realizó dentro de la ejecución de la agenda interna de investigación de Corpoica y con la asesoría técnica de Cenicaña y, en especial, de los investigadores pertenecientes al programa de variedades. Los autores manifiestan que no existe ningún conflicto de interés que afecte los resultados presentados.

## Referencias

- Arias LA, Tautiva LA, Piedrahíta W, Chaves B. 2007. Evaluación de tres métodos de control del Moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) en lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Agron Colomb*. 25(1):131-141.
- Buenaventura C. 1990. Semilleros y siembra de la caña de azúcar. *Cenicaña Serie Técnica*. 6:1-10.
- Castillo RO, Gómez A, Garcés F. 2003. Multiplicación masiva de semilla sana de variedades de caña de azúcar mediante cultivo de tejidos vegetales. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador [Cincae]. *Publicación Técnica*. 1:1-9.
- [Cenicaña] Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. 2012. Servicio: multiplicación de material para semilleros y propagación de variedades. Conferencia técnica presentada en: Visita de Acompañamiento Técnica a Corpoica 2012. Barbosa, Colombia.
- Contreras N, Jiménez O, Bonilla M, Nass H. 2008. Identificación y caracterización de *Leifsonia xyli* subsp. *xyli* como patógeno de la caña de azúcar (*Saccharum* sp.) en la región centro occidental de Venezuela. *Bioagro*. 20(2):111-118.
- [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 2014. Informe final macroproyecto. Producción de semillas de calidad de variedades mejoradas y regionales para disponibilidad de los pequeños productores agrícolas. Fase I. Bogotá, Colombia: Corpoica
- Digoncelli P, Giardina J, Fernández de Ullivarri J, Casen S, Tonatto J, Leggio F, Romero E, Alonso L. 2009. Caña semilla de alta calidad. Obtención y manejo. En: Romero ER, Digoncelli PA, Scandaliaris J, editores. *Manual del cañero*. Las Talitas, Argentina: [EEAOC] Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes.
- [Fedepanela] Federación Nacional de Productores de Panela de Colombia. 2011. Panela: caracterización de trapiches, producción y precios en las zonas de la hoyo del Río Suárez, Huila y Cundinamarca. Bogotá, Colombia: Fedepanela.
- [Fedepanela] Federación Nacional de Productores de Panela. 2012. Informe técnico del subsector panelero de Colombia. Anexos 1 y 2. Bogotá, Colombia: Fedepanela.
- [ICA] Instituto Colombiano Agropecuario. 1984. Resolución 1696, Requisitos fitosanitarios para la producción de semilla de caña de azúcar. Bogotá: ICA.
- Iglesia A. 2003. Review of ratoon stunting disease of sugarcane (*Leifsonia xyli* subsp. *xyli*). *Rev Prot Veg*. 18(1):1-6.
- MacBean C, editor. 1997. *The pesticide manual*. 11th ed. Hampshire, Reino Unido: [BCPC] British Crop Protection Council.
- [MADR] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2013. Anuario estadístico del sector agropecuario 2013. Resultados evaluaciones agropecuarias municipales 2013; [consultado 2015 sep 10]. <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>.
- Murcia M. 2016. Caracterización de los factores culturales que intervienen en la adopción de tecnologías en los procesos de producción de panela a partir de la oferta tecnológica de Corpoica entre 2001 y 2010 en Güepsa, Santander [tesis de maestría]. [Tunja, Colombia]: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Murcia M, Ramírez J. 2015. Producción y manejo de semilla de caña panelera. Bogotá, Colombia: Corpoica.
- Ramírez J, Insuasty O, Viveros C. 2014. Comportamiento agroindustrial de diez variedades de caña de azúcar para producción de panela en Santander, Colombia. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*. 15(2):183-195.
- Rodríguez GB. 2014. La agroindustria panelera en cifras. Ficha Técnica. Bogotá, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Smith IM. 1992. *Corticium rolfsii*. En: Smith IM, Dunez J, Phillips DM, Lelliott RA, Arche SA, editores. *Manual de enfermedades de las plantas*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Victoria JI, Calderón H. 1995. Establecimiento de semilleros y multiplicación de variedades. En: Cassalet C, Torres J, Isaacs C, editores. *El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia*. Cali, Colombia: [Cenicaña] Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia.
- Victoria JI, Guzmán Romero ML, Ángel JC. 1995. Enfermedades de la caña de azúcar en Colombia. En: Cassalet C, Torres J, Isaacs C, editores. *El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia*. Cali, Colombia: [Cenicaña] Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia.
- Victoria JI, Guzmán Romero ML, Garcés FF, Jaramillo AD. 1999. Pathogen-free seed cane production and its impact on a commercial scale. *Proceedings, Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists (ISSCT)*; New Delhi, India: ISSCT.
- Viveros CA, Cassalet C, Victoria JI. 1997. Multiplicación rápida de la caña de azúcar por el sistema de plántulas. *Cenicaña Serie Técnica*. 23:20.