

APLICACIÓN DE LA BIOTECNOLOGÍA EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Autores:

Prado Reyes Roberto G.

Hernández Guzmán Luis B.

Rodríguez Jiménez José A.

Tradicionalmente la siembra de caña de azúcar se hace con tallos y muchas veces sin darle un tratamiento al material de siembra. Para aumentar la productividad es necesario hacer uso de toda la tecnología disponible, como por ejemplo la biotecnología que a través de ella se producen plantas de alta calidad fitosanitaria y pureza varietal; la calidad de semilla es un factor fundamental del proceso productivo de toda actividad agrícola. La micropropagación es la aplicación más destacada en el cultivo de tejidos. A partir del cultivo de meristemos es posible obtener plantas genéticamente idénticas a la planta madre, propagar a gran escala especies élite y obtención acelerada de nuevas variedades. El objetivo del cultivo *in vitro* es implementar estrategias de innovación para obtener plantas libres de enfermedades y vigorosas; que se ven reflejadas en una mayor producción del cultivo. A manera de conclusión, el cultivo de tejidos *in vitro*, representa una alternativa viable para el desarrollo de técnicas que benefician a la producción agrícola.

Palabras clave: Productividad, pureza, micropropagación, *in vitro*, innovación, tejidos.

BIOTECHNOLOGY APPLICATION IN THE CULTIVATION OF SUGARCANE

Traditionally the sowing of sugarcane it is made with stems and many times without treating the planting material. To increase the productivity is necessary use all the technology available, as per example the biotechnology that through it are produced plants of high phytosanitary quality and varietal purity; the quality of the seed is a fundamental factor of the productive process of all agricultural activity. The micropropagation is the most desired application in tissue crops. From the cultivation of meristems it is possible to obtain genetically identical plants to the mother plant, propagate elite species on a large scale and accelerated acquisition of new varieties. The objective of *in vitro* cultivation is to implement innovation strategies to obtain disease-free and vigorous plants, that are reflected in a greater production of the crop. In conclusion, the tissue crops *in vitro*, represents a viable alternative for the development of techniques that benefit agricultural production.

Keywords: Productivity, purity, micropropagation, *in vitro*, innovation, tissues.

INTRODUCCIÓN

La agroindustria de la Caña de Azúcar es una de las actividades más importantes a nivel nacional, su importancia radica al ser la materia prima de un producto de consumo mundial; además, se provecha una gran cantidad de coproductos obtenidos durante el proceso de industrialización.

Durante los últimos años se han hecho muchos trabajos enfocados a incrementar la productividad mediante el aporte de nuevas variedades, diseños de plantación, mejoras en la fertilización, control de malezas y control de plagas. Sin embargo, no hay que darle menos importancia al empleo de la caña semilla de alta calidad, ya que es un factor determinante en la producción de todo cultivo; durante muchos años la calidad de la semilla utilizada en las plantaciones no ha recibido la importancia adecuada por parte de los productores de caña de azúcar.

Tradicionalmente los productores emplean como semilla para la siembra, plantaciones comerciales que son sembradas para su industrialización, sin cuidar la calidad de la misma. Considerando que la multiplicación comercial de la caña de azúcar se realiza mediante trozos de tallo (propagación agámica), el uso de caña semilla sin control de calidad favorece la propagación de enfermedades sistémicas, ocasionando bajas en el rendimiento. Entre las enfermedades más importantes, se consideran: la escaldadura de la hoja, el virus del mosaico de la caña de azúcar, el carbón y el raquitismo de las socas (RSD, por sus siglas en inglés). El raquitismo de las socas es una de las enfermedades más importantes; las pérdidas de producción causadas por el RSD pueden variar entre el 5% y el 60%, dependiendo de la susceptibilidad de la variedad.

La biotecnología, es una tecnología de punta que a través del cultivo de tejidos se producen vitroplantas para la producción de semilla de alta calidad; que garantiza pureza y sanidad del material vegetativo.

El objetivo del presente trabajo es resaltar la importancia que tiene la aplicación de la biotecnología en la producción de material vegetativo de alta calidad; así como también, dar a conocer el laboratorio de cultivo de tejidos VITROMOTZ, dedicado a la producción de plantas de caña de azúcar y otras especies vegetales.

MARCO DE REFERENCIA

Importancia de la caña de azúcar

La caña de azúcar se cultiva principalmente para la producción de azúcar, pero no es su único uso, también se convierte en materia prima para la fabricación de papel, abonos y alimento animal.

Siembra de Caña de azúcar

Tradicionalmente la Caña de Azúcar se reproduce a través de trozos de tallo, se recomienda que los tallos que se utilicen como caña-semilla tengan entre 7 y 10 meses de edad, que provengan de cultivos sanos y cuidados, se recomienda usar la parte media del tallo (esquejes con 3 yemas). La multiplicación agámica de la caña de azúcar favorece la difusión de enfermedades sistémicas.

Selección de la caña semilla

La mejor semilla para sembrar debe ser de caña planta y al momento de hacer la selección de la caña - semilla es necesario tener cuidado especial con enfermedades sistémicas. La semilla de calidad fitosanitaria y pureza genética, es un componente importante para lograr buena germinación, garantizar la sanidad del cultivo y mejorar la producción. Se debe evitar en lo posible el uso de la caña seca (plantaciones viejas) como semillero, así como cañas con yemas golpeadas o con yemas brotadas, ya que las mismas ocasionan fallas en la germinación, enraizamiento pobre y retraso en el amacollamiento.

Enfermedades en semilleros

Las enfermedades más importantes en semilleros de caña de azúcar, están: Carbón (*Ustilago scitaminea* Syd), roya (*Puccinia melanocephala* H. & P. Syd), mosaico (SCMV sugarcane Mosaic Virus) y el raquitismo de la soca RSD (*Clavibacter xyli* Subsp. *Xyli*); a excepción de la roya, las otras enfermedades son sistémicas por lo cual el uso de material vegetativo infectado da como resultado el aumento de la incidencia de las enfermedades de manera significativa a través de los cortes.

La enfermedad del raquitismo de las socas es una de las enfermedades más ampliamente difundidas en el mundo, crece en los vasos del metaxilema de los tallos infectados produciendo un taponamiento de éstos e impidiendo el transporte de agua y nutrientes. Dado el mecanismo de ataque de la enfermedad las plantas afectadas muestran retardo en el crecimiento, reducción de la longitud de los tallos y diámetro entrenudos. La enfermedad se disemina mecánicamente al momento del corte de la semilla. Las pérdidas reportadas por esta enfermedad pueden variar del 10% al 60%.

Recomendaciones generales para el establecimiento de un semillero

1. Los semilleros deben establecerse en áreas libres de cepas caña que hayan sobrevivido al barbecho.

2. Se recomienda que los semilleros estén cerca del lugar donde se va a sembrar, con el objetivo de disminuir costos de transporte.
3. Efectuar una buena preparación del suelo procurando que quede bien mullido y con buena aireación.
4. Se recomienda hacer supervisiones a los 4 y 6 meses de edad, para eliminar para eliminar cepas o plantas fuera de tipo.
5. Entre los 6 y 8 meses de edad se debe tomar las muestras para el diagnóstico de raquitismo (RSD), escaldadura (LSD) y hoja amarilla (ScYLV).
6. Efectuar supervisiones para detectar la incidencia de plagas y efectuar las medidas de control oportuna.
7. Durante todo este proceso de obtención de yemas hasta su germinación, es necesario tomar en cuenta las recomendaciones para la desinfección de herramientas de corte

Biotechnología

Desde hace 50 años se ha demostrado el avance en el desarrollo de la biotecnología vegetal, principalmente en la propagación de especies vegetales. Para este propósito existe toda una tecnología biológica en grandes laboratorios e invernaderos. A este sistema de propagación se le conoce como micropropagación, que tiene como base principal el cultivo in vitro de tejidos vegetales, una de las más importantes aplicaciones para la producción masiva de plantas de interés económico o biológico.

Cultivo in vitro

El término “cultivo invitro de tejidos” significa cultivar algunas partes de plantas también llamados *explantes*, como segmentos de hoja, tallo y raíces, además de otros tejidos u órganos vegetales, dentro de un frasco de vidrio en un ambiente artificial, en los que deben de controlarse la asepsia, el crecimiento y el desarrollo de estos diferentes tejidos. No deben crecer microorganismos como bacterias y hongos, los tejidos o plantas deben de mostrar un óptimo desarrollo. Para lograr un cultivo in vitro de plantas, los tejidos y órganos deben ser esterilizados de manera superficial (asepsia) y se cultivan en soluciones nutritivas especiales. A estos medios de cultivo se le incorporan combinaciones adecuadas de auxinas y citocininas, dos de las principales fitohormonas del crecimiento vegetal. Con la aplicación de estas y el cultivo controlado como pH, luz y la temperatura, es posible reproducir todos los factores que puedan incidir en el crecimiento y desarrollo de los tejidos o de las plantas in vitro.

El primer paso para el establecimiento del cultivo in vitro lo constituye la elección del explante. La edad fisiológica del explante es un factor importante en la formación de órganos, entre más joven, más fácil será su adaptación respuesta in vitro. El explante más usado para los procesos de propagación in vitro son las yemas apicales y axilares de las plantas.

¿Qué es la micropropagación?

La palabra micropropagación ha sido utilizada para definir las distintas técnicas empleadas para la multiplicación de plantas in vitro y tiene como premisa que las plantas resultantes del proceso sean fenotípica y genotípicamente idénticas a la planta que les dio origen. Siendo la técnica de formación de yemas axilares el sistema de regeneración más empleado para la producción de vitroplantas con fines comerciales, debido a la estabilidad genética del material que se obtiene y la facilidad con que puede ser establecido el método en distintas especies.

En el caso de la caña de azúcar cobra especial importancia este método de propagación dados los problemas sanitarios relacionados con la producción de semilla por métodos tradicionales y los bajos coeficientes de multiplicación de esta especie que impide la rápida propagación de plantas libres de enfermedades y la introducción a la producción de variedades promisorias.

Aplicaciones del cultivo de tejidos en Caña de Azúcar

- Una aplicación del cultivo de tejidos en la caña de azúcar es la obtención de plantas libres de enfermedades; para su uso en el establecimiento de “Semilleros de Calidad”,
- Propagación masiva de nuevas variedades para azucareras.
- La conservación de germoplasma es otra área en la que el cultivo de tejidos de caña de azúcar tiene aplicación.

Estándares de calidad de semilleros de alta calidad

Los estándares de calidad de la caña semilla producida a través de vitroplantas comprende aspectos sanitarios, genéticos y de vigor fisiológico.

Técnica para la evaluación de presencia de "raquitismo de los retoños" (RSD)

El método de detección del raquitismo, basado en la transpiración del tejido vegetal y el conteo de haces vasculares funcionales y no funcionales (Chagas y Tokeshi, 1994). Para ello se toman al azar 10 tallos adultos y se cortan a nivel del suelo, dejando las hojas fisiológicamente activas de cada variedad

a evaluar. Para la tinción de los haces vasculares los tallos se sumergen en una solución de safranina (1,25% p/v) durante una hora y después se retiran y dejan secar. A partir del segundo entrenudo basal se sacan láminas (rodajas) de 10 mm de diámetro, se dejan secar a temperatura ambiente. Luego con un microscopio óptico se cuentan los haces vasculares funcionales y no funcionales. Con esos resultados se calcula el porcentaje de vasos funcionales (VF) y no funcionales (VNF) según Harrison y Davis (1988), según la ecuación: $\% VF = VF/VT \times 100\%$ y $VNF = VNF/VT \times 100\%$, donde VT es el total de vasos evaluados.

LABORATORIO VITROMOTZ

Vitromotz es un laboratorio biotecnológico, dedicado principalmente a la producción de caña de azúcar y otras especies vegetales; la producción de este laboratorio depende de las necesidades de nuestros clientes, el laboratorio fue diseñado para producir 1,000,000 de plantas de caña de azúcar por año; sin embargo, a partir de la implementación de los Sistema de Inmersión Temporal, nuestra capacidad se duplicó. El laboratorio se encuentra ubicado en la localidad de Vicente, Municipio de Acatlán de Pérez, Figueroa Oaxaca.

La producción de vitroplantas, está enfocada para el establecimiento de semilleros de alta calidad y en menor cantidad para resiembra.



Figura 1. Laboratorio VITROMOTZ

Metodología para la micropropagación de la caña de azúcar

A manera muy resumida el proceso de propagación de caña de azúcar en la Planta Reproductora de Caña de azúcar “VITROMOTZ”, es el siguiente:

- Fase 0: Preparativa. En esta etapa se incluye la selección de la planta donadora y una serie de pretratamientos en condiciones higiénicas controladas, cuyo objetivo es mejorar la eficiencia en la implantación y desarrollo posterior de los cultivos y garantizar la sanidad del material de partida (banco de donantes).



Figura 2. Banco de donantes

- Fase I: Establecimiento o Iniciación de los cultivos. El objetivo de esta fase es establecer cultivos axénicos y viables con los cuales iniciar el proceso de propagación.



Figura 3, 4 y 5. Fases de establecimiento.

- Fase II: Multiplicación. Es considerada la etapa más importante del proceso donde se debe garantizar la propagación de los brotes y la estabilidad genética de las plantas producidas. A partir

de esta fase implementamos el Sistema de Inmersión Temporal; ya que esto nos permite bajar costos y acelerar la multiplicación de las plantas.



Figura 6 y 7. Sistema de inmersión temporal.

- Fase III: Enraizamiento. Su objetivo es preparar las plántulas para su re-establecimiento en condiciones de suelo.
- Fase IV: Aclimatación. Es la fase final del proceso y por tanto su meta es lograr plantas listas para su trasplante definitivo a campos comerciales de producción o bancos de semilla para ser multiplicados como es el caso de caña.

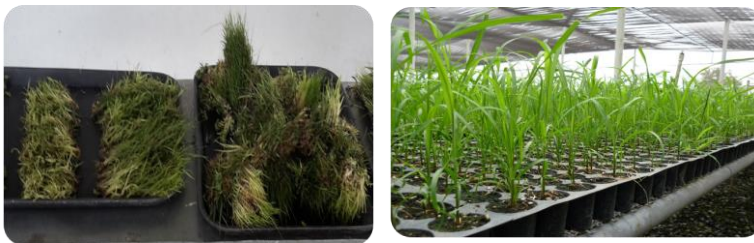
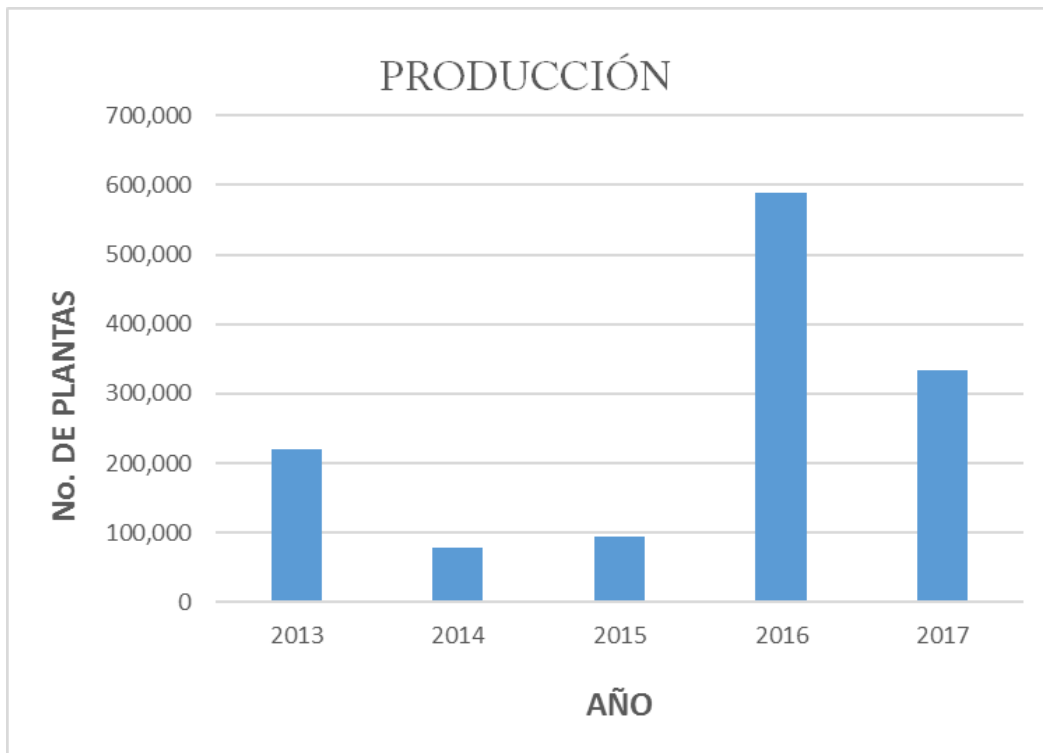


Figura 8 y 9. Plantas para siembra y adaptación.

El tiempo que transcurre desde la Fase 0 hasta la Fase IV es de nueve meses; sin embargo, para el caso de las variedades más comerciales que ya tenemos implantadas como la CP 72-2016 y la Mex 69-290, podemos comenzar a obtener plantas a partir de cuatro meses posteriores a algún pedido.

A continuación, se presenta una gráfica de barras del comportamiento de la producción de los últimos 5 años.



Grafica 1. Producción de vitroplantas en los últimos 5 años (2013 -2017).

CONCLUSIÓN

A manera de conclusión, la biotecnología representa una alternativa viable para obtener material de alta calidad fitosanitaria y de pureza varietal para el establecimiento de semilleros y de esa manera beneficiar a la producción agrícola, incrementado la productividad.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Melgar, Mario; Meneses, A; Orozco H.; Pérez, O y Espinoza R. El Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala

<https://www.researchgate.net/publication/280878658>. Proyecto Vitroplantas un análisis de 10 años de producción de caña semilla de alta calidad.

<http://docplayer.es/40260466>. Producción de semilla de caña de azúcar de alta calidad fitosanitaria en el CINCAE. Alexandra Gómez Jorge Mendoza, Freddy Garcés Raúl Castillo.