



Plantación Mecanizada del Cultivo de Caña de Azúcar en Tucumán



Plantación Mecanizada del Cultivo de Caña de Azúcar en Tucumán.

Editora: Debora Carina Cabrera

Coordinación general: Manuel Ponce; Laura Carabaca; Fernando del Pino

Tucumán-Argentina, 2022



Plantación mecanizada del cultivo de caña de azúcar en Tucumán / Roberto Alfredo Sopena ... [et al.] ; coordinación general de Laura Carabaca ; Manuel Ponce ; Fernando del Pino ; editado por Debora Carina Cabrera. - 1a ed. - San Miguel de Tucumán : Debora Carina Cabrera ; Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación agrícola, 2022.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-88-6971-1

1. Caña de Azúcar. 2. Plantaciones. 3. Mecanización. I. Sopena, Roberto Alfredo. II. Carabaca, Laura, coord. III. Ponce, Manuel, coord. IV. Pino, Fernando del, coord. V. Cabrera, Debora Carina, ed.

CDD 633.61

Fecha de catalogación: 05/12/2022

AACREA
Sarmiento 1236, 5º piso (C1041AAZ)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina
www.crea.org.ar
(54-11) 4382-2076/79

ISBN 978-987-754-155-7
Hecho el depósito que indica la ley 11.723
Primera edición: diciembre 2022



Todos los derechos están reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, en todo ni en parte, ni registrada o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea este mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o cualquier otro, sin permiso previo por escrito de AACREA.

Contenidos

Prólogo

Pág. 05

Capítulo 1. **Actividad Azucarera. Breve reseña e importancia en el NOA**

Pág. 07

Roberto Alfredo Sopena, director del INTA EEA Famaillá

Orígenes de la actividad azucarera en el mundo y en nuestro país

Pág. 07

Importancia en la economía y en el desarrollo sociocultural de la región NOA

Pág. 08

Breve reseña de la técnica de plantación en el mundo, en el NOA y en Tucumán

Pág. 09

Capítulo 2. **Caracterización de las Regiones Agroecológicas donde se desarrolla el Cultivo de Caña de Azúcar. Recomendaciones de manejo**

Pág. 12

María Mercedes Medina, Juan A. Giardina, Sofía Fajre, Daniel N. Duarte, Agustín Sánchez Ducca y Eduardo R. Romero, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres

Caracterización de las regiones agroecológicas

Pág. 12

Recomendaciones de manejo

Pág. 15

Capítulo 3. **Fenología del Cultivo de Caña de Azúcar**

Pág. 17

Agustín Sánchez Ducca, María Mercedes Medina, Juan A. Giardina, Sofía Fajre, Patricia A. Digonzelli y Eduardo R. Romero, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres

Capítulo 4. **Plantación. Conceptos generales. Evolución a la plantación mecanizada**

Pág. 21

Gerónimo Courel, ex asesor Crea Yungas

Operaciones básicas en plantación

Pág. 21

Aspectos a considerar en la plantación mecanizada

Pág. 22

Capítulo 5. **Preparación de suelo para plantación mecanizada. Importancia y aspectos inherentes**

Pág. 24

Aníbal Acevedo, CREA Yungas Graneros S.A.

Factores edáficos que definen tipos de labores y secuencias

Pág. 25

Labores previas a la plantación

Pág. 25

Otras Técnicas

Pág. 27

Capítulo 6. Cosecha de la caña semilla en la plantación mecanizada	<i>Pág. 29</i>
Sebastián Vicic, CREA Yungas. Arcor S.A.I.C.; Tomás Lord y José Terán, CREA Cañaverales de Tucumán. Algarrobal S.R.L.	
Identificación de los daños producidos a la caña semilla	<i>Pág. 29</i>
Cosecha mecanizada de caña semilla. Características del corte y de la limpieza. Modificaciones.	<i>Pág. 30</i>
Capítulo 7. Uso de curasemilla en plantación mecanizada. Identificación de patógenos. Técnicas de aplicación	<i>Pág. 35</i>
Emiliano Hernández, CREA Cañaverales de Tucumán Los Cevilares S.A.	
Capítulo 8. Calidad de plantación mecanizada	<i>Pág. 37</i>
José Terán; Jhana Karina Paolo, CREA Cañaverales de Tucumán. Algarrobal S.R.L.	
Plan de monitoreo de la calidad de la plantación mecanizada	<i>Pág. 37</i>
Valores de referencia de una plantación mecanizada aceptable	<i>Pág. 38</i>
Registro de la información.	<i>Pág. 39</i>
Capítulo 9. Bajado de bordo en plantación mecanizada. Función del bordo. Época, altura, técnica.	<i>Pág. 40</i>
Esteban Brito, miembro CREA Yungas Cía. Azucarera Los Balcanes S.A.	
Bajado de bordo	<i>Pág. 40</i>
Capítulo 10. Recomendaciones y Consideraciones finales. El ABC para una plantación mecanizada exitosa	<i>Pág. 43</i>
Gerónimo Courel, ex asesor Crea Yungas	
Bibliografía	<i>Pág. 45</i>

Prólogo

El proyecto CREA “Plantación Mecanizada de la Caña de Azúcar”, nace como una necesidad de encontrar respuestas a preguntas que se fueron presentando a medida que la mecanización en la labor plantación de caña de azúcar se iba incorporando en los planes de las empresas. Sucede que las experiencias de empresas pioneras en la innovación, acompañadas por los representantes de las agencias que comercializaban las plantadoras mecánicas y todo lo referente a tecnología necesaria para llevar a cabo esta tarea, necesitaban un acompañamiento agronómico más profundo, abarcativo e integral para el logro exitoso de una plantación.

Un paso importante vino de la mano de la integración que el proyecto buscó desde sus comienzos, llevando la inquietud a las instituciones de investigación que tiene la región, que se sumaron participando del diseño del proyecto, interactuando con los productores, quienes aportaron específicamente donde estaba la falta de conocimiento, o donde era necesario incorporar un cambio, para ellos interactuar a través del proyecto tuvo una valiosa devolución y para las instituciones de investigación fue gratificante atender a sus demandas.

Por otro lado un pilar fundamental, el que nos permitió concretar hasta la redacción de este manual, fue el constituido por las empresas que creyeron en este proyecto y que nos acompañaron durante el desarrollo del mismo. Merecen especial mención, la ayuda de los miembros al contacto con Doble TT y de Pueblo – CASE. Ellos participaron en cuanto lo solicitamos de jornadas, muestras a Campo, de talleres y planes de trabajo. Agradecimiento enorme para ellos.

Es así, que canalizado por la Mesa Agrícola del CREA de la región NOA, este proyecto se planteó como objetivo evaluar la plantación mecanizada en los diferentes escenarios ambientales de la provincia y los efectos sobre la productividad de los cañaverales.

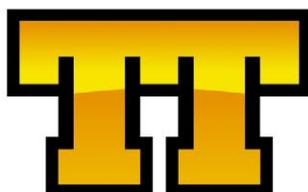
Desde los primeros momentos por allá de 2018 los miembros de los Grupos CREA YUNGAS y CAÑA-VERALES colaboraron con todo lo necesario para alcanzar los desafíos que se plantearon, acompañaron cada etapa con el afán de aprender y cooperar.

Te invitamos a leer este manual, que muestra los nuevos enfoques a tener en cuenta para las demandas existentes y que es una guía de cada uno de los criterios, conceptos y experiencias, que se analizaron, desarrollaron y /o ejecutaron en 3 años a través de reuniones, jornadas, muestras a campo, talleres y ensayos con el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) y la EEAO (Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres).

El aporte que contiene el manual responde a los objetivos que nos planteamos. Entre ellos, el más importante que el conocimiento generado por esta iniciativa de los CREA, vuelva a toda la comunidad productiva de la región.

■ **Manuel Ponce**
Asesor Crea Cañaverales

Apoyan esta publicación



Evolucionando juntos

1

Actividad Azucarera. Breve reseña e importancia en el NOA

■ **Ing. Agr. Mg. Roberto Alfredo Sopena**

Director del INTA EEA Famaillá



Fuente fotografías: Cátedra Caña de azúcar FAZyV-UNT, Debora Carina Cabrera.

Orígenes de la actividad azucarera en el mundo y en nuestro país

La historia de la caña de azúcar y su posterior industrialización es antigua y las versiones sobre sus orígenes son múltiples y difíciles de confirmar. El centro de origen de la especie y sus géneros se remontan al sudeste asiático y de la caña de azúcar en particular está situado en Nueva Guinea. Desde allí su cultivo se extendió a China y al cercano Oriente en el año 4.500 a.C.

En el siglo IV a.C., Alejandro Magno conoce la caña en la India y de la que decían “Existe una clase de caña

que produce miel sin la intervención de las abejas”. En el siglo I d.C., los griegos y los romanos conocían el azúcar y lo denominaban “Sal de la India”. Hacia el siglo VII d.C. se reconoce la primera referencia escrita que existe sobre el azúcar elaborado, en las crónicas del asalto al palacio del Rey de Persia, mientras que hacia el año 640 d.C., los árabes conquistaron Egipto y comenzaron a plantar caña de azúcar en las riberas del Nilo. A partir de allí, su cultivo se extendió al Norte de África y al Sur de Europa.

Hacia el siglo X d.C., los árabes plantan caña de azúcar en la zona Sur y Levante de la Península Ibérica. El

azúcar se instaló como una especie más para perfumar platos, lo mismo que la sal o la pimienta. El cultivo de la caña de azúcar en las islas Canarias, Azores o Madeira, fue determinante para la explotación de este cultivo en el Nuevo Mundo.

Los artífices de la expansión de la caña de azúcar en el Nuevo Mundo fueron los portugueses, con sus plantaciones en Brasil, en tanto los franceses introdujeron la caña de azúcar en sus colonias del Océano Índico, los holandeses en las Antillas y de nuevo, los españoles en las Filipinas y otros archipiélagos del Pacífico.

La fertilidad de los suelos y la necesidad de expansión de las incipientes economías de las colonias españolas y portuguesas del nuevo mundo, fueron claves para el desarrollo del cultivo e industrialización de la caña de azúcar en América. De hecho, fue el mismo Cristóbal Colón quien en 1493, durante su segundo viaje a América, llevó caña de azúcar de las islas canarias a las tierras fértiles del Caribe. En La Española (actual Haití y República Dominicana), Colón visualizó un gran negocio azucarero al ver que la caña crecía eficientemente en aquellas tierras.

A principios del siglo XVI, la caña de azúcar había seguido el mismo camino (desde Canarias a América) que los descubridores. Se atribuye a Francisco de Aguirre haber traído, en 1553, las primeras cepas desde Chile a Tucumán, aunque también se afirma que recién los jesuitas habrían introducido el cultivo en esta zona, en 1587, a través del Obispo Francisco Victoria, desde Brasil.

Durante el siglo XVII las menciones son más precisas: en Palpalá, en las afueras de San Salvador de Jujuy, los Tapia hacían miel de Caña en 1625. En el sur de la provincia de Tucumán, el licenciado Juan Serrano tenía un cañaveral en 1646 y en 1670 los jesuitas cultivaban caña en su reducción de Lules, a pocos kilómetros de la capital.

Hacia 1760, Juan Fernández inició cultivos en Salta con cepas traídas del Perú y en Calilegua, Jujuy, en su hacienda de San Lorenzo, Gregorio Zegada hizo otro tanto en 1778.

Entre los siglos XVI y XVIII se puede considerar el consumo del azúcar como parte de la dieta de las élites, y hay que esperar hasta el siglo XIX para que comenzara a difundirse entre todas las clases sociales.

Interrumpida en Tucumán la actividad de los jesuitas, después de su expulsión en 1767, el Obispo Jose Colombes hacia el año 1821 difundió nuevamente el cultivo implantando cañaverales en forma extensiva, empezando en su finca de El Bajo, en las afueras de la ciudad (hoy Parque 9 de Julio), así como instalando diversos trapiches y demás equipos para la fabricación de azúcar. El gran mérito de este obispo fue el de concebir

la idea de arraigar la fabricación de azúcar para crear un nuevo medio de trabajo y producción frente a los graves y serios problemas de la provincia.

En 1826, José Ramírez de Ovejero inició en su finca de Ledesma, una industria también primitiva que dio origen al actual Complejo Industrial Ledesma.

Importancia en la economía y en el desarrollo sociocultural de la región NOA

La expansión de la industria azucarera durante la segunda mitad del siglo XIX fue determinante. En Tucumán ya había 13 fábricas en 1850 y 24 en 1859. Hacia el año 1860 en Jujuy se fabricaba azúcar en seis localidades y dos años antes en Tucumán, ya se había intentado dar el primer gran paso de transformación tecnológica incorporando a dos técnicos franceses que trasladaron en carretas máquinas de vapor inglesas.

El ferrocarril jugó un rol trascendental en la expansión de esta agroindustria. El 28 de septiembre de 1876 llega el primer convoy ferroviario de la línea del Central Córdoba a la ciudad de Tucumán. Por ese entonces, el Presidente Nicolás Avellaneda, nacido en Tucumán, inauguró el ferrocarril el 31 de octubre en una imponente ceremonia a la que asistió el Presidente anterior, Domingo F. Sarmiento. El ferrocarril permitió, además, trasladar fácilmente hasta Tucumán las maquinarias importadas y, con ello, completar la revolución tecnológica.

En poco tiempo, ramales de distintas líneas ferroviarias llegaron hasta cada ingenio, pero a la vez, el salto tecnológico y la modernización implicó también un dramático proceso de concentración fabril; mientras en 1877 existían 82 ingenios, hacia 1881 quedaban solo 34 y los propietarios de las restantes fábricas que cerraron, se convirtieron en productores cañeros independientes.

La modernización de los ingenios de Salta y Jujuy se produjo con retraso respecto de Tucumán. Comenzó con la llegada de técnicos extranjeros y, si bien el inglés Roger Leach (oriundo de Rochdale, Lancaster) llegó a Ledesma en 1876, puede decirse que solo en 1884 comenzó la revolución industrial en el área, cuando se realizó la primera zafra del modernizado Ingenio La Esperanza de San Pedro, en Jujuy. El viejo ingenio Ledesma, de Ramírez de Ovejero, fue propiedad de la familia hasta su venta en 1911; al frente de su progreso técnico y su transformación en una Sociedad Anónima en 1914 estuvo el alemán Enrique Wollmann.

Entre 1881 y 1895, se redujo la importación de azúcar desde el 75 % del total consumido por el país a un 4 %. A partir de 1894, cuando se produjo la primera crisis motivada por el exceso de producción, los altibajos de la

misma provocaron variaciones económicas permanentes. Una de las más graves crisis fue el cierre definitivo de 11 ingenios de la provincia de Tucumán, en 1966.

La agroindustria sufrió distintos vaivenes y asociados a una participación muy fuerte del Estado nacional en su regulación a través de distintas leyes que regulaban la producción, fijación de precios y pagos de la materia prima. Así, por ejemplo, la Ley Nacional 19.597/72, plantea precio sostén o mínimo de la caña, modelo de contratación de la materia prima, además de seguir sosteniendo algunos factores fijos para la determinación de la calidad de los jugos. Hacia el año 1985 y como consecuencia de la crisis financiera del Estado Nacional y de la industria en particular, se instrumenta el Decreto 1079/85, sobre “Maquila y Depósito”, que permite al cañero la coparticipación de los azúcares obtenidos por su materia prima, modelo aún vigente en el sistema de contrato, hasta que seis años después, con el Decreto Nacional 2284/91, sobre desregulación de diversas actividades económicas regionales, entre ellas el azúcar, se dejan sin efecto gran parte de los contenidos del Decreto 1079/85 y la Ley Nacional 19.597/72. Se produce la liberación de los cupos de producción, la desregulación en la forma de contratación de la materia prima, como así también surgen diversas fórmulas para el pago de la materia prima, sobre la base de los contenidos en la Ley 19.597/72, pero adecuadas a cada ingenio en particular.

En las últimas décadas, el impacto de la actividad en la renta regional ha sido muy importante y en especial entre los años 2005 al 2013, donde el área cultivada en Tucumán, se incrementó en un 40 %. Este aumento de superficie fue traccionado por una mayor renta, con precios atractivos tanto en el mercado interno como externo, además de la implementación del programa de biocombustibles a partir del año 2010, que permitió el aumento de la producción de etanol y su mezcla como carburante hasta llegar a un 12 % en proporción.

Al presente, la actividad azucarera constituye uno de los principales pilares de la economía del NOA. La superficie cultivada con caña en el país es de aproximadamente 380.000 has, entre las cuales Tucumán representa el 71 %, Jujuy el 17 %, Salta un 10 % y Misiones, junto a Santa Fe, el 2 % restante. La producción se destina a la fabricación de azúcar, alcohol y papel y es procesada en 23 ingenios.

En Tucumán predomina una estructura productiva conformada por cañeros independientes, con diferentes niveles tecnológicos.

Estos entregan la materia prima a los ingenios de acuerdo a diferentes mecanismos y circuitos de comercialización. En tanto en Salta y Jujuy, la producción

azucarera se encuentra integrada verticalmente con una participación preponderante de los ingenios en la producción de la materia prima. En los últimos 30 años, se registra un crecimiento de la participación de empresas contratistas de servicios dedicadas a la preparación de suelos, plantación, tanto manual como mecanizada, cultivo mecánico, control químico de malezas, cosecha y transporte de la materia prima.

Breve reseña de la técnica de plantación en el mundo, en el NOA y en Tucumán

La implantación de los cañaverales es una de las etapas de mayor importancia e inversión económica del cultivo de la caña de azúcar. Al considerarse el mismo como un cultivo semiperenne, los errores o fallas que se cometan en la preparación del suelo, el diseño de plantación, la selección de la época, variedad y densidad de plantación, se reflejarán en los años de producción del cañaveral. Por lo tanto, una implantación exitosa es la base para optimizar la productividad del cultivo.

A nivel mundial, se observó a través de los años, que en la medida que se modifica la escala productiva, escasea la mano de obra, se incrementa el costo de la misma o se producen cambios tecnológicos significativos. Todo ello explica en menor o mayor medida el cambio o adopción a los sistemas mecanizados de plantación.

Sistemas de plantación manual y mecanizado

La plantación manual consiste en la apertura, por general en forma mecánica, del surco o línea de plantación y se distribuye la caña semilla en forma manual, con la densidad y el entrecruzamiento de cañas, en una cantidad cercana a las 12 tn/ha. Una vez distribuida la caña en el fondo del surco, se procede al trozado manual, para favorecer la brotación de todas las yemas viables posibles y luego se tapa, generalmente en forma mecánica, para asegurar el contacto de la tierra con la caña semilla, eliminar cámaras de aire y conservar la humedad del suelo.

El sistema de plantación mecánico y del tipo completo, se asume el corte de la semilla y trozado de la misma con máquina cosechadora integral, adaptada en su circuito de conducción con materiales para no dañar las yemas y con una densidad de plantación de entre 15 a 20 tn/ha. Se trasporda la semilla a un carro autovolcable (con capacidad de tolva equivalente a la plantadora) y del mismo, se transfiere la carga de la caña semilla misma ya trozada y limpia a la plantadora. La plantadora, que puede ser de arrastre o autopropulsada, de 1 a 2 surcos por

pasada, abre la línea o surco de plantación, distribuye la caña semilla, tiene la opción de aplicar fertilizantes, enmiendas o productos de protección vegetal en el mismo momento y a continuación realiza el tapado y cobertura de la semilla, con un leve compactado del bordo de plantación para asegurar el contacto del suelo con la caña.

Experiencias y adopción de la plantación mecanizada en otros países

Australia es el país con mayor experiencia y desarrollo conceptual en plantación mecanizada de caña de azúcar. La adopción a mayor escala de la mecanización se remonta a la década del 70 y en especial con caña trozada. Al presente dispone de distintas máquinas, desde arrastre, con tolvas de 2 tn de semilla, hasta máquinas auto-propulsadas de mayor capacidad de carga y de operación.

En Brasil y como consecuencia directa de la fuerte expansión del área cultivada a partir del año 2005, desde 4 millones a casi 10 millones de hectáreas implantadas,

se produce un cambio y evolución muy significativa en la mecanización de las tareas de plantación.

De esta manera se incrementa casi exponencialmente la fabricación de plantadoras, con modelos de distribuidoras de caña entera o caña trozada y por otra parte con plantadoras de semilla trozada, que trabajan en forma integral (surcado, sembrado, abonado, aplicación de fitoterápicos y tapado), con buena oferta y mejores prestaciones para la tarea.

Al presente, en Estados Unidos y en especial en el Estado de Lousiana, se llegó a casi un 50% de adopción de la plantación mecanizada parcial, con el sistema de distribución de caña semilla de tallos enteros y colocación de los mismos en forma manual en el fondo del surco. Las condiciones de plantación, con alta humedad de suelo, predisponen a la pérdida de tallos y yemas con el trozado, por el ataque de hongos de suelo. Sin embargo, con las experiencias e investigaciones de los últimos años y ante la mayor oferta de productos fungicidas/insecticidas que protegen la semilla, es posible que se mude al sistema de caña trozada, lo que permitiría una mayor mecanización integral de la tarea.

El desarrollo y el avance de la plantación mecanizada en la región del NOA no fueron consistentes ni muy difundidos. Hacia finales de los años 60', surgió la plantadora Java AGROLIC, inspirada en modelos australianos, montada sobre el levante de tres puntos, que surcaba con 2 discos, trozaba, distribuía la semilla, abastecida de caña entera por 2 operarios, tapaba y compactaba con un rolo. Se usó con excelentes resultados, pero tenía un bajo rendimiento operativo (Figura 1).

A mediados de los años 90', aparecieron en nuestro país máquinas plantadoras de caña trozada importadas, caso de Cameco y Austoft (Case), que no tuvieron la aceptación esperada. Por ese entonces, se reconocían fallas importantes en la emergencia de los brotes, asociadas a deficiencias en el trozado y distribución de la caña semilla.

Entre los años 1998 y 2007, aparecen como alternativas dos máquinas plantadoras de fabricación nacional, Sorda 1 y Neozaf 3000, que responden a los prototipos y adaptaciones de las plantadoras Austoft. Estas máquinas trabajaron en lotes comerciales de las provincias de Tucumán y Santa Fe. Inspiradas en el sistema australiano, ambas máquinas fueron desarrolladas sobre el concepto de una tolva que carga caña semilla trozada por una cosechadora integral, que se distribuyen en 2 hileras en el fondo de un surco de base ancha, a continuación, tapa y termina la operación compactando con un rolo.

A partir del año 2008, en Ingenio Tabacal, Salta, se adopta gradualmente el sistema mecanizado, con la

Figura 1. Plantadora Java AGROLIC.

POR PRIMERA VEZ EN TUCUMÁN... UNA PLANTADORA DE CAÑA!

Forma parte de la **NUEVA LINEA INTEGRAL** **Agrolic**

distancia de avance a los recorridos de la zona, y por su base ancha, al avanzar de tallos, los cubren!



REALIZA 7 OPERACIONES EN UNA SOLA PASADA!

En el anterior año 67, el Sr. Carlos, alquiló la Plantadora Agrolic, como hijo de una buena granja. La Plantadora de Caña Agrolic le ofrece las siguientes ventajas:

- **DESURCADOR** para pasar en el punto sembrado
- **SEMIER** el surco abastecido de los discos
- **ABONADO** del surco, en el punto ideal de mayor aprovechamiento
- **APERTURA** del surco a la profundidad deseada
- **TROZADO** de la caña semilla en trozos cortos
- **COBERTURA** de la caña en el fondo del surco con una tolva abastecida de caña semilla trozada.

• **TAPADO** realizado de la caña semilla en el fondo del surco.

• **COMPACTADORA** o rolo con motor propio de arrastre. Con un solo paso del rolo, la PLANTADORA AGROLIC realiza todas estas operaciones... y con una eficiencia jamás lograda por los modelos anteriores. Además en los modelos **ECOSOLAR** y **ECOSTIL**, se maneja con el tipo de sistema plantación de mínima deficiencia.

Capacidad de plantación con el tractor adecuado **aproximadamente** 200 surcos cada 10 horas.

LA ARMADORA "AGROLIC" SE COMBINA CON CUALQUIERA DE ESTOS EQUIPOS

FIN EN DISTRIBUCIÓN **Agrolic** S. C. A. FERRARIANA 106, 6º P., S. M. DE TUCUMÁN, T. E. 2010

Fuente La Industria Azucarera. nro. 851, octubre de 1964.

compra de las primeras plantadoras desde Brasil y se llega a la adopción masiva hacia la campaña 2011. Al presente, empresas como Ledesma y San Isidro, en Jujuy y Salta respectivamente, también avanzan gradualmente hacia el total del área plantada en forma mecanizada.

Desde el año 2010 se incorpora al mercado la plantadora de fabricación nacional marca Doble T (Figura 2), sobre la base modificada del concepto de Neozaf 3000, con mayor capacidad de tolva y autopropulsada, con más prestaciones y con una posición de predominio en la oferta de máquinas plantadoras. A la vez se modifican y perfeccionan los conceptos o prototipos comerciales de producción en la provincia de Tucumán, aumentando la oferta de servicios para la plantación mecanizada.

Impacto social y económico de la mecanización de la plantación

En todas las provincias productoras de caña del país, los escenarios actuales confluyen a futuro hacia una escasez de mano de obra para las tareas rurales y muy especialmente en actividades relacionadas a la caña de azúcar. La competencia de otras producciones como el limón, la frutilla y el arándano, en Tucumán, y la horticultura y los citrus en Salta y Jujuy, generan una fuerte demanda de personal, considerándose a estas alternativas como un trabajo de menor esfuerzo físico.

Por otro lado, el desplazamiento irreversible de la población rural -sobre todo los jóvenes- hacia centros urbanos, contribuyen a hacer más difícil la disponibilidad de mano de obra en el medio rural para las tareas de plantación manual de caña de azúcar.

Las evaluaciones realizadas en Brasil, con distintos modelos de plantadoras, sobre capacidad operativa y costos, llegan a determinar reducción de los mismos a cerca de la mitad, en comparación al sistema manual.

En nuestro medio, para un módulo de 10 has, con un sistema de plantación mecanizada se necesitan 8 jornales, en tanto que, para un sistema de plantación manual, combinado con carga de semilla en forma mecánica se requieren para la misma superficie entre 50 a 60 jornales. Respecto al costo económico, la plantación mecánica y

Figura 2. Plantadora de fabricación nacional marca Doble T.



Fuente: Fernando del Pino.

por administración propia puede resultar en un 20 a 30 % menor que los costos de una plantación manual.

De acuerdo a la experiencia recogida entre los aspectos operativos y productivos, es necesario resaltar algunos puntos críticos para asegurar una mayor eficiencia, entre los cuales se recomienda: i. Corte y limpieza más cuidadosa de la semilla. ii. Controlar y minimizar el daño a las yemas en la semilla trozada antes de la plantación propiamente dicha. iii. Ajustar la cantidad de yemas a plantar en función del nivel de daño verificado en estas, época o mes de plantación, clase textural predominante del suelo, grado de preparación del mismo y cultivo antecesor.

Hasta el presente, en el avance de la plantación mecanizada integral se pueden asumir razones técnicas, operativas y culturales para explicar el gradual nivel de adopción que tiene por ahora en nuestro medio. Entre los factores más importantes se puede mencionar: Geometría irregular de los lotes de plantación; condición textural y física muy variable de los suelos; dispersión de las unidades productivas, especialmente en empresas cañeras grandes y resistencia al cambio, en donde muchas veces se resaltan los problemas, pero se minimizan los beneficios del sistema.

2

Caracterización de las Regiones Agroecológicas donde se desarrolla el Cultivo de Caña de Azúcar. Recomendaciones de manejo

■ **María Mercedes Medina, Juan A. Giardina, Sofía Fajre, Daniel N. Duarte, Agustín Sánchez Ducca y Eduardo R. Romero.**

Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres



Fuente fotografía: Fernando del Pino.

Caracterización de las regiones agroecológicas

El cultivo de la caña de azúcar se extiende por distintas regiones de la provincia de Tucumán, cada una con características climáticas y de suelo particulares, lo que genera diferentes condiciones y aptitudes para el cultivo (Figura 3). Más del 90% de la caña de azúcar en se cultiva en las siguientes regiones:

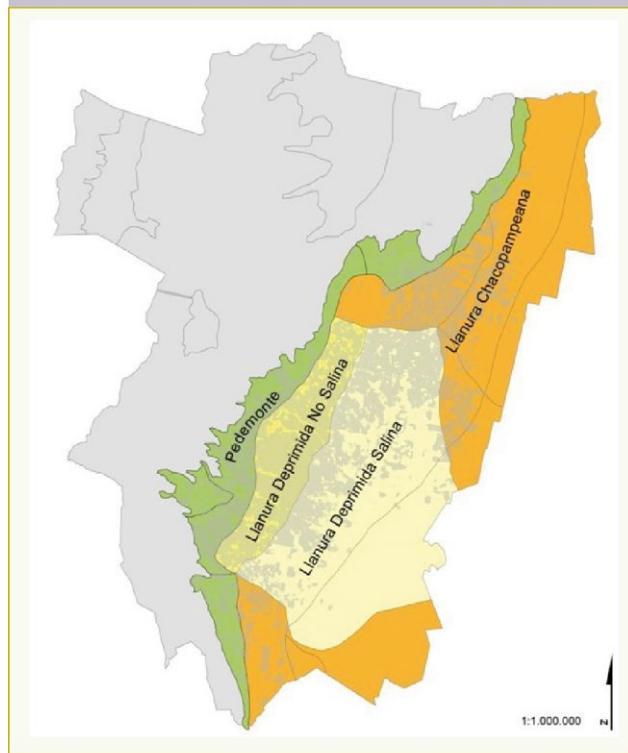
- A. Pedemonte;
- B. Llanura Central o Deprimida;
- C. Llanura Chacopampeana.

Región del Pedemonte

La región se extiende en una faja más o menos estrecha a lo largo de las sierras de San Javier y del Aconquija al oeste de la provincia y de las sierras de La Ramada-Medina y del Campo al noreste. Esta región comprende aproximadamente el 7,8% del área provincial.

El cultivo de la caña de azúcar abarca los departamentos de Lules, Famaillá, Monteros, Chicligasta, Río Chico y Alberdi.

Figura 3. Área cañera de la provincia de Tucumán, Argentina.



Fuente: Guía Técnica del Cañero - 2015

Suelos

Los suelos dominantes son de texturas francas y francas arenosas y en algunos casos con presencia de gravas. Son suelos muy permeables que facilitan la rápida infiltración del agua, pero a su vez pierden una buena parte de ella hacia las capas profundas del perfil del suelo. El pH suele estar entre 5 y 6,5, es decir, fuertemente ácidos a ligeramente ácidos. En este rango de acidez, puede estar condicionada la absorción de varios nutrientes, entre ellos el nitrógeno.

Se debe tener en cuenta que la caña de azúcar absorbe el nitrógeno del suelo, en parte de la materia orgánica allí presente y el resto, de los fertilizantes. Es importante entonces, tratar de disminuir las pérdidas de nitrógeno por lavado, lo que se puede lograr dividiendo la dosis del fertilizante en dos aplicaciones.

La mayor parte de la región del Pedemonte presenta un relieve que favorece un escurrimiento superficial rápido del agua de lluvia o de riego. Si bien las pendientes son variables, en general la caña de azúcar se cultiva en áreas con pendientes que van del 1% al 3%, aunque en algunos casos pueden alcanzar valores del 3% al 5%.

Clima

La temperatura media anual de la región es de 19° C. La temperatura media del mes más caliente (enero) es de 25° C y la del mes más frío (julio) de 12° C. Es una región libre de heladas, aunque éstas pueden producirse en algunos años en forma excepcional.

Teniendo en cuenta que las precipitaciones en esta región alcanzan los 1200 mm anuales y que las lluvias se concentran fundamentalmente durante el verano, el riesgo de erosión hídrica en esos meses es de moderado a severo, pudiendo ocasionar la pérdida de la capa superficial del suelo, que es la más fértil, dejando en la superficie capas con menor contenido de materia orgánica. La evapotranspiración potencial es de 900 mm.

Región de la Llanura Chacopampeana

La región comprende un amplio sector que ocupa toda el área este y sur de la provincia, limitando al oeste con la Región del Pedemonte y de la Llanura Deprimida y penetrando por el este y sur en las provincias de Santiago del Estero y Catamarca. Ocupa el 24,5 % del área provincial.

En esta región, el cultivo de la caña de azúcar se extiende principalmente sobre el sector oeste de la llanura (oeste de los departamentos Burreuyacú y Cruz Alta), donde prevalece un clima subhúmedo y húmedo; aunque, en los últimos años, se ha expandido fuertemente hacia el este, donde el clima es prácticamente semiárido.

Clima

La temperatura media anual de la región es de 19° a 20° C. La temperatura media del mes de enero es de 24° C a 26° C y la del mes de julio es de 12° C a 12, 5° C. La frecuencia de heladas es de 12 a 15 por año entre los meses de junio y agosto.

La precipitación media anual va desde los 500 a 1000 mm en toda la región. Las lluvias están concentradas en el período estivo-otoñal; mientras que, en el período invierno-primaveral, se registran escasas precipitaciones. La evapotranspiración potencial es de 900 - 1000 mm.

Suelos

En el sector oeste, se encuentran suelos franco-limosos en superficie y franco arcillo limosos a partir de los 40 o 50 cm de profundidad. Este tipo de texturas le otorgan al suelo una alta capacidad de retención de agua,

con una permeabilidad moderadamente lenta, debido a la presencia de arcilla. El pH va desde ligeramente ácido a neutro, con valores entre 6 y 7,3.

El contenido de materia orgánica es medio, es decir, entre 2% y 2,5 %. En el sector este de estos mismos departamentos, se encuentran suelos muy homogéneos de textura francas limosas en toda la profundidad del perfil, con moderado a bajo contenido de materia orgánica en su capa superficial (entre 1% y 2%). Tienen una alta capacidad de almacenaje de agua, son de permeabilidad moderada y generalmente bien drenados. El pH es neutro en superficie y moderadamente alcalino en profundidad, como consecuencia de la presencia de calcáreo (carbonato de calcio).

Región de la Llanura Deprimida

Esta región se localiza en el centro de la provincia, a ambas márgenes del río Salí. Se extiende desde el sur del departamento Capital hasta el sur del río Marapa en el departamento de Graneros. Hacia el oeste, el límite natural está dado por la base del pedemonte a 400 msnm aproximadamente, y al este, el arroyo Muerto-Mista en los departamentos de Cruz Alta y Leales. Ocupa aproximadamente un 17,50 % de la superficie provincial.

El área está afectada por la presencia de una capa freática a escasa o mediana profundidad cuya naturaleza determina la diferenciación de dos subregiones: **Subregión de la Llanura Deprimida no salina u occidental** (oeste) y la **Subregión de la Llanura Deprimida salina u oriental** en el este de la región.

En esta región, la superficie cultivada con caña de azúcar representa cerca del 50% del total cultivado en Tucumán. Abarca la zona central de la provincia, ocupando parte de los departamentos de Lules, Famaillá, Monteros, Chicligasta, Simoca y Leales.

Clima

La temperatura media anual de la región es de 19° a 19,5° C. La temperatura media del mes de enero es de 25° C a 26 °C y la del mes de julio es de 12° C a 12,5 °C. En la subregión de la Llanura Deprimida no salina la frecuencia de heladas es de 10 a 15 por año entre los meses de junio y agosto, mientras que en la Llanura Deprimida salina seca-subhúmeda es de 12 a 15 durante el mismo período.

La precipitación media anual de la región es de 500 a 1000mm. Las lluvias están concentradas en el período estivo-otoñal; mientras que en el período invierno-prim

averal, se registran escasas precipitaciones. La evapotranspiración potencial es de 900 a 1000 mm.

Suelos

En el área no salina, el exceso de agua varía debido a la presencia generalizada de una capa freática cuyas profundidades fluctúan según las zonas. En algunos lugares puede hallarse a menos de 50 cm de profundidad y en años muy húmedos puede aflorar a la superficie en los sectores más bajos del terreno. En los sitios mejor drenados (sectores más altos) y con suelos más arenosos, la napa puede localizarse a profundidades superiores a los 3 m.

Los suelos de esta región son muy heterogéneos en cuanto a su textura, dependiendo de la posición que ocupan en el relieve. En general, los suelos con mayor contenido de arena ocupan los sectores más altos, mientras que, los más pesados o arcillosos se ubican en los sectores más bajos.

El sector salino de la Llanura Deprimida se caracteriza por la presencia de una capa freática con profundidad y fluctuaciones estacionales similares a las del área no salina. La diferencia fundamental radica en el mayor contenido de sales, debido a que llueve menos y existen menos redes naturales de drenaje, como ríos y arroyos, que aseguren la eliminación de las sales del área. Esta capa freática es la causa de la falta de lavado de las sales solubles y/o del calcáreo, lo que provoca la salinización de la zona donde crecen las raíces del cultivo.

La caña de azúcar es una especie moderadamente sensible a la salinidad. En general, y aunque no todas las variedades responden de modo idéntico, existen estudios que señalan que la caña puede soportar niveles de salinidad de hasta 2 dS/m.

Los suelos también son heterogéneos en sus características texturales. En algunas áreas, se asocian en forma intrincada suelos sin problemas de salinidad con suelos afectados en diferentes grados por condiciones de salinidad o de salinidad y alcalinidad. Estos últimos, en general, se encuentran en las posiciones más bajas del relieve. El contenido de sales solubles en las capas superficiales varía de moderado a alto y el sodio domina entre las bases presentes en el suelo.

El pH va desde 7,9 hasta más de 9, es decir, desde moderadamente hasta muy fuertemente alcalino. Por todas estas características, a estos suelos se los denomina salino-sódicos. En los suelos con exceso de sodio y pH superior a 8,5 la disponibilidad de la mayoría de los nutrientes se ve severamente afectada. Son suelos que pierden estructura, menos permeables y, por lo tanto, los problemas de exceso de agua se agravan.

Recomendaciones de manejo

Pedemonte

Para el control de la erosión hídrica a nivel de lote, pueden aplicarse tecnologías sencillas que permitan controlar la velocidad del escurrimiento superficial. Se recomienda la preparación del terreno y la plantación de la caña de azúcar en curvas de nivel. También es importante el ordenamiento de caminos y canales colectores de desagües pluviales.

Otro aspecto a tener en cuenta es el momento de la preparación del terreno para la plantación, ya que la realización temprana de las labores, evita que el suelo quede desnudo al inicio del período de lluvias, disminuyendo el riesgo de erosión.

Aquellos suelos que se manejan manteniendo la cobertura de residuos sobre la superficie después de la cosecha, resultan menos propensos a la degradación o erosión por efecto de las lluvias. Esta práctica debe hacerse aun cuando el terreno haya sido sistematizado

en curvas de nivel, ya que ambas tecnologías resultan complementarias para el control de la erosión hídrica.

Con respecto a la fertilización, es importante tratar de disminuir las pérdidas de nitrógeno por lavado, lo que se puede lograr dividiendo la dosis del fertilizante en dos aplicaciones.

Por otra parte, en esta región existen áreas en las que se utiliza el riego para suplir el déficit hídrico estacional, que ocurre generalmente en las primeras etapas del cultivo (primavera). En el caso del riego por surcos, la sistematización del terreno es una práctica necesaria para evitar la erosión y mejorar la eficiencia del sistema.

Llanura Chacopampeana

Los suelos de la región ofrecen escasas o nulas limitaciones para el cultivo de la caña de azúcar. Sin embargo, existen algunas áreas (en los límites de los departamentos Burruryacú y Cruz Alta) con suelos cañeros con niveles de fósforo disponible menores a 13 ppm, donde se podría esperar respuesta a la fertilización fosfatada (Figura 4). En estos casos, la fertilización fosfatada se hace necesaria para asegurar altos rendimientos.

En cuanto a las condiciones climáticas, es de destacar que la escasez de precipitaciones puede provocar un fuerte déficit hídrico al cultivo, principalmente en primavera y que se acentúa más al este de la región.

También hay que señalar que el riesgo de heladas se incrementa en el mismo sentido que el déficit hídrico. Aunque el suelo no posee limitantes para el cultivo de la caña de azúcar, es importante minimizar los riesgos de déficits hídricos estacionales prolongados.

En cuanto a la fertilización, se recomienda la reposición de nutrientes, según un diagnóstico que tome en cuenta el análisis del suelo y los niveles de producción esperados.

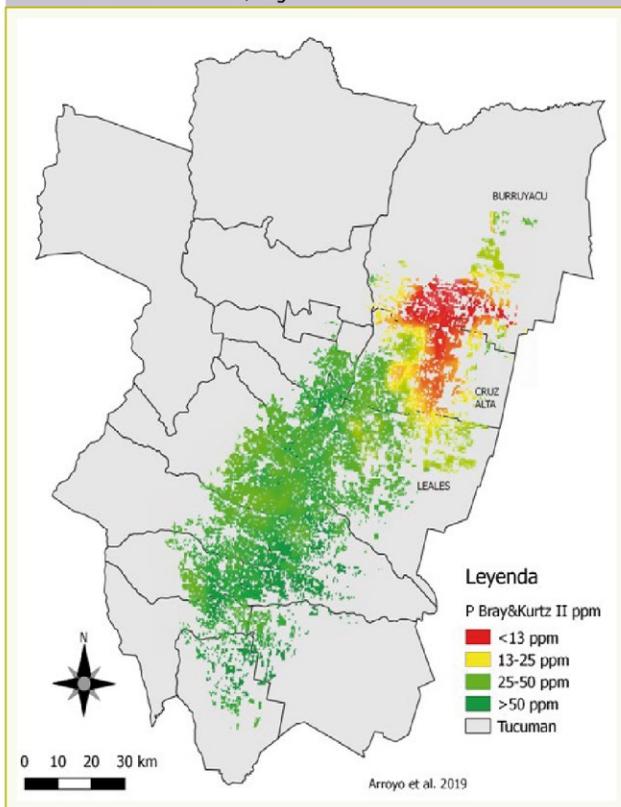
En el caso del fósforo, al tratarse de un elemento poco móvil en el suelo, una buena fertilización de base, previa a la plantación, sería suficiente para cubrir las necesidades del cultivo durante todo el ciclo comercial del cañaveral (5 años).

Llanura Deprimida

La principal limitante de esta región es la acumulación de excesos de agua y su lenta eliminación que, en muchos casos, es responsable de la disminución del rendimiento del cañaveral.

En los sectores más llanos y, especialmente, en suelos con bastante arcilla, el agua de la capa freática permanece estancada y es de lenta movilidad, provocando

Figura 4. Mapa de contenidos de fósforo (ppm Bray-Kurtz II) del área cañera de Tucumán, Argentina.



Fuente: Arroyo, et al., 2019.

la asfixia de las raíces por disminución del oxígeno disponible y, además, dificulta la toma normal de nutrientes por parte de la planta.

Por otra parte, los suelos anegados son un problema para la realización de las labores agrícolas y para el tránsito de maquinarias y rodados. Al mismo tiempo, el tránsito de equipos pesados en estas condiciones afecta la estructura del suelo, generando capas compactadas que perjudican el crecimiento normal de las raíces de la caña e impiden el movimiento del agua.

Cabe destacar que, la caña de azúcar es una especie sensible a los excesos de agua en el suelo durante períodos prolongados. Si los problemas de anegamiento son menores, se pueden poner en práctica soluciones con costos accesibles para la economía del productor. Una alternativa de manejo sencilla consiste en diseñar la plantación de modo tal que la orientación de los surcos

y los callejones permita evacuar el exceso de agua, al mismo tiempo que se aprovechan los bajos como vías naturales de desagüe.

Para bajar el nivel de la capa freática y permitir el lavado de las sales, una alternativa es la realización de canales de drenaje.

En suelos con drenaje pobre, no es aconsejable el mantenimiento de residuos de cosecha sobre la superficie, porque aumenta los problemas ocasionados por el exceso de agua, al impedir su evaporación. Además, la conservación de la cobertura de residuos sobre suelos muy húmedos o saturados retarda el calentamiento superficial del suelo, demorando la emergencia y crecimiento inicial de la caña de azúcar. En esta situación lo aconsejable es retirar el residuo del campo (enfardado) para destinarlo a otros fines o incorporarlo parcial o totalmente al suelo.

3

Fenología del Cultivo de Caña de Azúcar

■ **Agustín Sánchez Ducca, María Mercedes Medina, Juan A. Giardina, Sofía Fajre, Patricia A. Digonzelli y Eduardo R. Romero.**

Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres



Fuente fotografía: Debora Carina Cabrera.

Conocer la fenología de un cultivo constituye una herramienta muy importante para la toma de decisiones agronómicas. Para el caso de la producción comercial del cultivo de caña de azúcar nos enfocamos en la etapa vegetativa (Figura 5), en la que se destacan cuatro fases fenológicas características: A.- Emergencia y establecimiento de la población inicial de tallos (Brotación); B.- Macollaje y Cierre del cañaveral; C.- Período de Gran Crecimiento (Determinación del rendimiento cultural) y D.- Maduración (Definición de la producción de azúcar).

Las fases ocurren sucesivamente y con una cierta superposición. La duración total del ciclo del cultivo o

la duración de cada una de las fases mencionadas no es cronológicamente constante, con importantes modificaciones según las variedades, las condiciones ambientales y el manejo.

Fase de emergencia

Tradicionalmente denominada Brotación. Entre los principales sucesos fenológicos que definen esta fase, se destaca la emergencia sucesiva de los tallos primarios, los cuales mantienen una altura mínima mientras incrementa el número de hojas verdes por tallo y el número

de hojas verdes por metro de surco. Asimismo, durante esta fenofase se inicia la expansión del sistema radicular y foliar.

El éxito de esta fase radica en la magnitud, ritmo y uniformidad de la emergencia, como también en el logro de una adecuada distribución espacial de los tallos primarios en el surco. Emergencias pobres y prolongadas afectarán el cumplimiento efectivo de las fases siguientes, perjudicarán el rendimiento cultural del cañaveral y favorecerán la competencia de las malezas.

La dinámica de la emergencia presenta diferencias entre la caña planta y las socas sucesivas. En el primer caso los tallos primarios provienen de la brotación de las yemas de las estacas (caña semilla) plantadas, principalmente, durante la temporada otoño-invernal (época más frecuente de plantación en Tucumán) y su crecimiento inicial dependerá de las raíces de la estaca y de las reservas de que disponga la caña semilla. Las raíces de la estaca son de vida efímera y luego son reemplazadas por las raíces de los brotes las que serán responsables de la absorción del agua y los nutrientes.

Por su parte en las cañas socas los brotes se originan a partir de un banco de yemas que queda bajo el suelo después de la cosecha y parte del sistema radicular del ciclo anterior permanece activo. Debido a esto, la velocidad de la emergencia es mayor en las cañas socas que en las cañas planta y como consecuencia la duración de la fase es menor en las socas comparadas con la caña planta.

Entre los aspectos fundamentales que afectan la emergencia de la caña de azúcar podemos mencionar la temperatura, la disponibilidad hídrica, la aireación del suelo, la edad del cañaveral, el cultivar, la calidad de la

caña semilla, las labores de preparación de suelo y plantación, etc.

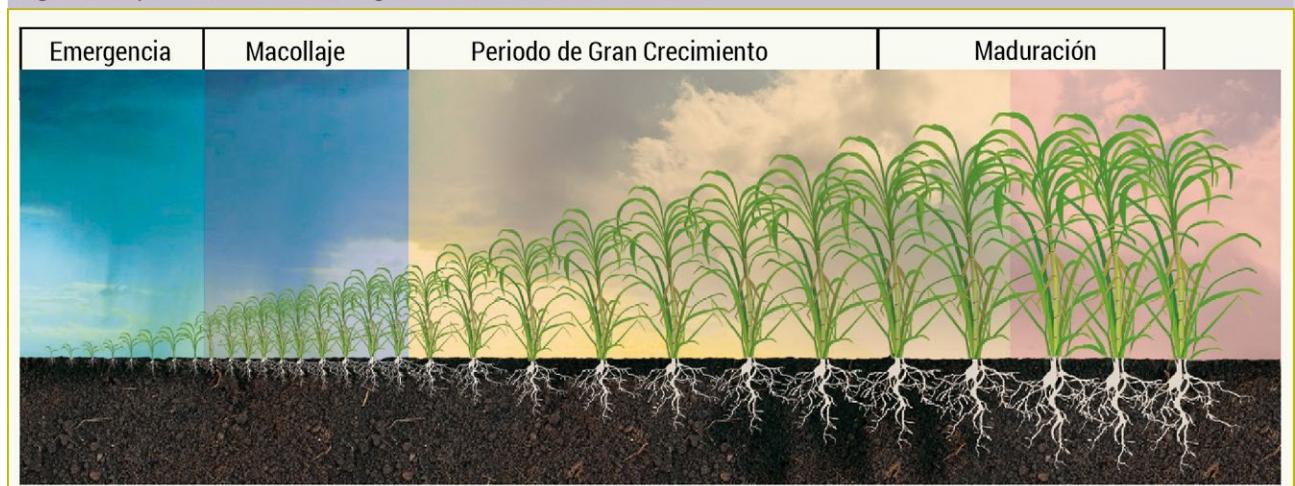
La temperatura óptima para la brotación de los cultivares subtropicales está entre 28 y 32 °C, a mayor temperatura mayor velocidad de la emergencia (mayor tasa media de emergencia), siendo la respuesta de las cañas socas superior a la de las cañas planta. La temperatura mínima para la emergencia está alrededor de los 12°C, con variaciones según la temperatura base de los diferentes cultivares.

Respecto a la disponibilidad hídrica el óptimo está en capacidad de campo (CC), condiciones de anegamiento prolongadas afectan negativamente la emergencia por deficiencias en la disponibilidad de oxígeno. Sin embargo, cuando la disponibilidad hídrica es mínimamente adecuada es la temperatura la que controla la intensidad y duración de la fase.

Como se mencionó anteriormente, la mayoría de las plantaciones en nuestra región se realizan en otoño-invierno, siendo las condiciones ambientales limitantes para la emergencia del cañaveral. Razón por la cual los productores, durante la plantación, tapan la caña semilla realizando un bordo de tierra de unos 20 cm de altura. Esta práctica tiene como objetivo fundamental conservar la humedad del suelo y mantener una temperatura de suelo baja para evitar la brotación temprana del cañaveral esperando mejores condiciones de humedad y temperatura a mediados de la primavera. En el caso de las socas, la cepa ya está establecida razón por lo cual puede tolerar condiciones sub óptimas sin que ocurran daños permanentes al cañaveral.

Esta fase, junto a la siguiente, conforma el periodo crítico de competencia de malezas, asociado a las bajas

Figura 5. Esquema de las fases fenológicas del cultivo de caña de azúcar.



tasas de crecimiento que registra el cultivo. Este es el momento donde los productores deben implementar las medidas de manejo para disminuir el impacto negativo de la presencia de malezas arvenses.

Fase de macollaje y cierre del cañaveral

El Macollaje es una fase de gran importancia ya que en su transcurso se establece el número potencial de órganos cosechables (máxima población de tallos).

Su principal característica es el rápido aumento de la población total de tallos. La altura media de la población se mantiene estable hasta la mitad de esta fase, para luego registrarse un drástico cambio en el ritmo de elongación, que coincide con la finalización del macollaje y el cierre del cañaveral. El número de hojas verdes por tallo no aumenta de manera significativa, mientras que la cantidad total de hojas verdes por metro de surco o de unidad de área, debido al incremento de la población de tallos, prácticamente duplica o triplica el valor alcanzado al término de la fase de emergencia. El ritmo de expansión del canopy resulta favorecido por los grandes cambios que se registran en las dimensiones de las láminas foliares. El índice de área foliar (IAF) aumenta significativamente, posibilitando el Cierre del cañaveral que define el término de esta fenofase. El Cierre del cañaveral ocurre cuando se intercepta aproximadamente el 70% de la radiación incidente.

La luz es el principal factor que desencadena el macollaje, altas intensidades lumínicas (longitud de onda correspondiente al rojo), reducen el flujo basal de reguladores de crecimiento y consecuentemente disminuye la inhibición de la brotación de las yemas laterales y se induce la formación de los macollos. Cuando la intensidad lumínica se reduce (long. de onda de rojo lejano) se produce la situación inversa, el flujo basal de reguladores de crecimiento aumenta, se acelera la elongación del tallo y se inhibe la actividad de las yemas laterales y la formación de macollos (cierre del cañaveral). Por otra parte, los días alargándose favorecen el macollaje. La temperatura influye en el ritmo del macollaje (a mayor temperatura, mayor velocidad de macollaje) y el óptimo térmico está entre 27 y 30 °C. El macollaje también resulta afectado por la disponibilidad hídrica (óptimo en Capacidad de Campo), la disponibilidad de nutrientes, el cultivar (patrón de macollaje), la competencia con malezas y los efectos de plagas y enfermedades, entre otros.

En esta fase es el momento óptimo para realizar la fertilización nitrogenada, debido a que ocurre la generación y establecimiento del sistema radicular adventicio y definitivo del cañaveral. Durante el macollaje el cultivo

absorbe más nitrógeno del que utiliza para su desarrollo y crecimiento, almacenando el exceso como sustancias orgánicas en sus tejidos (especialmente en vainas y láminas foliares). Luego, ese nitrógeno es movilizado hacia las zonas de activo crecimiento para atender, junto al nitrógeno aportado desde el suelo, los elevados requerimientos de la próxima fase fenológica (Gran Crecimiento). Este comportamiento representa una estrategia de administración biológica de nitrógeno que garantiza no comprometer el crecimiento.

Entre los tallos primarios y los macollos formados en la primera mitad de la fase de macollaje se compone, aproximadamente, el 80% de la población de tallos que llegan a cosecha. En nuestras condiciones el pleno macollaje ocurre entre los meses de octubre y noviembre.

Periodo de gran crecimiento o fase de determinación del rendimiento cultural

El nombre tradicional de esta fase es el de Período de Gran Crecimiento. Durante ella se define la producción de caña al determinarse la población final de tallos molibles y, en gran medida, el peso fresco por tallo. Además, se inicia el almacenamiento de azúcar en los entrenudos que van completando su desarrollo. En esta fase el cultivo expresa la máxima respuesta a los factores ambientales y de manejo.

Entre los eventos fenológicos que ocurren, se destacan los incrementos notables en altura y peso fresco de los tallos, la expansión del área foliar y la mortalidad que se registra en la población de tallos, componente básico en la determinación del rendimiento cultural. Los porcentajes de mortalidad registrados pueden variar entre un 25 y 70%, resultando el más frecuente entre un 45-50%. Esta variabilidad depende de la influencia de factores genéticos, ambientales y de manejo. Posteriormente, la población muestra una estabilización hasta la cosecha, quedando así definido el número final de tallos molibles. El ritmo intenso de crecimiento se sustenta en el significativo aumento en el número de hojas verdes por tallo, que alcanza su máximo valor (8-12 hojas verdes/tallo) al término de esta fase. Por esta razón el IAF no resulta mayormente afectado por la brusca disminución de la población de tallos. Además, se registra un aumento de las dimensiones foliares y del área foliar por tallo.

Los aspectos señalados permiten que el cultivo alcance y mantenga su IAF máximo, como también las mayores tasas de crecimiento en altura (2 a 3 cm día⁻¹), de peso fresco y de acumulación de biomasa. La fecha de inicio, su intensidad y la duración de esta fase dependen estrechamente del comportamiento de los factores

ambientales. Las temperaturas óptimas para el gran crecimiento están alrededor de los 30 °C, la disponibilidad hídrica óptima en capacidad de campo y se requiere una adecuada disponibilidad de nutrientes, especialmente Nitrógeno. Esto permitirá el cumplimiento adecuado de esta fenofase y el logro de elevadas producciones de caña por unidad de superficie. Para optimizar el aprovechamiento de los recursos ambientales y de manejo disponibles durante esta fase, adquiere una sustancial importancia el cumplimiento efectivo y rápido de las fases de emergencia y macollaje.

Fase de maduración

En esta fase se define el contenido final de sacarosa en los tallos y la producción de azúcar por unidad de área. Su ocurrencia se relaciona con una progresiva disminución del ritmo de elongación caulinar y el mantenimiento temporal de un área foliar fotosintéticamente activa, si bien su magnitud disminuye progresivamente asociada con la senescencia. Desde un punto de vista fisiológico definimos a la maduración como la acumulación progresiva de sacarosa en el tejido del parénquima sacarífero del tallo hasta lograr el máximo posible. La maduración de la caña de azúcar se ve favorecida por

temperaturas mínimas entre 9 y 16°C (óptimas entre 13 y 16°C), gran amplitud térmica (superior a 11°C), disminución de la disponibilidad hídrica y alta radiación solar. Estas condiciones restringen el crecimiento del cañaveral sin afectar significativamente la fotosíntesis lo que permite que parte de la sacarosa producida por la planta pueda ser acumulada en los tallos (maduración). En términos generales una estación otoño-invernal con baja humedad atmosférica y edáfica, bajas precipitaciones, alta insolación, amplitud térmica y temperaturas frescas (libre de heladas), serían las condiciones óptimas para lograr elevados contenidos de sacarosa.

En las condiciones de Tucumán, la disminución de la temperatura es el factor más importante en la maduración y los meses de mayo y junio son claves para este proceso. Otros aspectos importantes se refieren a la disponibilidad de nutrientes (el N aplicado en dosis excesivas o fuera de época estimula el crecimiento vegetativo en detrimento de la maduración, la deficiencia de K reduce la eficiencia del transporte de los azúcares). Por su parte los cultivares presentan hábitos de maduración que les son característicos (maduración temprana, intermedia o tardía), la edad del cañaveral también afecta la acumulación de sacarosa, entre los factores más importantes que se pueden mencionar.

4

Plantación. Conceptos generales. Evolución a la plantación mecanizada

■ **Gerónimo Courel**
Ex asesor Crea Yungas



Fuente fotografías: Debora Carina Cabrera.

La plantación es el inicio del ciclo del cultivo, lograr una plantación exitosa permitirá asegurar la base para obtener la mayor producción posible en el ciclo y por ende impactar directamente en el negocio.

El costo de la labor implica una erogación muy importante para el productor, representando aproximadamente entre el 12 y el 15% del costo total, como concepto de “amortización”.

Dimensionando la implicancia anterior, es vital dedicarle tiempo y energías a la planificación y eje-

cución de la misma, para llegar en tiempo y forma correspondiente.

Operaciones básicas en plantación

Las tareas que involucran la plantación, sea manual o mecanizada en lo que respecta a la esencia de la operación y su fundamento, son las mismas. Cambia la tecnología o implemento a utilizar en cada etapa y los tiempos. Es por ello que a continuación se describirá brevemente cada operación según tipo de plantación a realizar, ya sea manual o mecanizada.

Tareas en plantación manual

- Elección del lote semillero. Esta tarea, en realidad comienza, idealmente, con un año de anterioridad para poder disponer de un lote de caña semilla cercano al lote a plantar, sano y de la variedad necesaria según zona y condiciones edafoclimáticas.

- Cosecha de caña semilla (corte basal y descolado). Esta labor implica personal de campo que con un machete corta la base de la caña, descola, es decir, corta las hojas del extremo superior, conservando todos los entrenudos inmaduros que poseen menos de 13° brix y acomoda de forma transversal a los surcos dejándola lista para ser cargada. Dependiendo de la logística, capacidad de quien asuma la tarea y de la época del año esa caña semilla puede taparse a campo con las mismas hojas obtenidas del descolado.

- Cargado de caña semilla. Se realiza de forma manual o bien con una cargadora autopropulsada. Esta operación implica básicamente cargar la caña semilla ordenada en carros tipo “Helvéticos” o chatas, para poder ser trasladada al lote semillero.

- Surcado. En el lote a plantar, se realiza la apertura de los surcos con un implemento de discos, tirado por un tractor.

- Semillado. Operarios van bajando las cañas del carro previamente mencionado y las distribuyen en la base del surco.

- Troceado. Se realiza de forma manual, con machete por los mismos operarios. El largo de troceado ideal ronda los 50-60 cm, con ello se busca romper la dominancia apical y unificar la brotación.

- Tapado. Se realiza con un implemento de discos tirado por un tractor y que permite el tapado y sellado del surco, logrando un íntimo contacto semilla/suelo.

Todas estas operaciones se realizan de manera secuencial.

Tareas en plantación mecanizada

Las operaciones básicas de la plantación mecanizada son las mismas que en plantación manual, como ya se mencionó, lo que varía es la maquinaria utilizada, las formas, y los tiempos. Lo importante es entender el porqué de cada operación y cómo se sistematizaron las mismas. Es por ello que en la plantación mecanizada se consideran las operaciones básicas de la siguiente manera:

- Elección del lote semillero. En el caso de la plantación mecanizada, este punto toma mayor relevancia principalmente por la necesidad de que el mismo esté cerca. Es recomendable que se encuentre a menos de 3

a 5 km para simplificar la logística. Esto será más detallado más adelante.

- Corte, descolado, troceado y cargado de caña semilla. En este caso se realizan estas 4 labores en una sola pasada, ya que en la plantación mecanizada la cosechadora integral realiza las labores de despuntado (similar a descolado), corte basal de la caña, troceado (idealmente 25-35 cm) y cargado en carros autovolcables.

- Surcado, semillado y tapado. En este caso, la plantadora mecánica es la herramienta que realizará estas operaciones. Luego que el carro autovolcable realiza el trasbordo a la tolva de la plantadora mecánica, esta realiza la apertura del surco, el semillado y el tapado, todo en una misma pasada.

Aspectos a considerar en la plantación mecanizada

Épocas de plantación. Hay 3 épocas para la plantación:

- * Estival (Febrero-marzo)
- * Otoño-invierno (mayo-agosto)
- * Primavera (septiembre-octubre)

Las épocas citadas, son bajo el marco de la tradicional plantación manual. Al considerar la plantación mecanizada, hay un factor que toma mucha relevancia que es el de las heladas, lo que lleva a repensar la logística para evitar quedar sin semilla disponible para la misma.

Es por ello que los momentos de mayor uso de este sistema son 1) Abril-mayo, en caso que el lote venga de soja, en donde hay que esperar la trilla para poder avanzar con la preparación de suelo y luego con la plantación. 2) Febrero-marzo, en caso de lotes que no vengan de soja puede resultar atractivo para anticipar la plantación e ir liberando superficie.

Posterior a las mismas el uso de este sistema se verá amenazado por la ocurrencia de heladas y la posibilidad de no disponer de caña semilla en pie en condiciones.

Calidad de la caña semilla plantada. En el caso del sistema de plantación mecanizada, la plantadora solo cumple el rol de disponer en el surco la calidad de caña semilla que proviene de la cosechadora integral, es decir que si la caña semilla tiene yemas dañadas, la plantadora plantará trozos de caña semilla, con yemas en esas condiciones. Ahora si la caña semilla posee un adecuado y homogéneo troceado, con yemas viables, la plantación seguramente será de mayor calidad. Para ello hay que tener en cuenta una serie de recomendaciones y modificaciones en el caso de la cosechadora integral que serán detalladas en el capítulo 8.

Densidad de plantación. En cuanto a la densidad de plantación, es frecuente referirse a kilogramos de caña semilla por surco. Teniendo en cuenta las características del sistema de plantación mecanizada y la variabilidad en función de las variedades, es acertado referirse a yemas viables por metro lineal (Yv/m lineal). Esto no quiere decir que tener presente la densidad de plantación en kilogramos por surco no es importante o acertado, sino que ante determinadas situaciones como por ejemplo, manejo de una nueva variedad habrá que considerar ambas formas de medir densidad de plantación, para regular descarga de plantadora mecánica.

Está conceptuado que la plantación mecanizada usa más caña semilla que una plantación manual, y esto es cierto en parte, porque seguramente hay un aumento lógico de consumo de caña semilla porque con la cosecha mecánica hay ciertas pérdidas (por yemas dañadas) que no se tienen con una plantación manual. Pero también es cierto que hay casos puntuales exitosos donde se logra un similar consumo de caña semilla que en una plantación manual.

La densidad de yv/m que puede considerarse “objetivo” es de **20-30 Yv/m bien distribuidas**. Lógicamente este valor, es considerado en condiciones adecuadas de lote y semilla (lote con buena humedad y semillas que no hayan sido afectada por heladas). En caso de que algunos de los factores se alteren es recomendable considerar aumentar la densidad de Yv/m . Y en caso de la plantación mecanizada por lo general

se aumenta un 30% más para asegurar una adecuada densidad de plantación.

A todo lo mencionado anteriormente es **recomendable realizar mediciones de la densidad con frecuencia** para poder validar qué la densidad en campo está en línea con el objetivo de Yv/m , ya que no estamos “sembrando” semillas que tienen un determinado calibre como es en el caso de semillas de origen sexual, en este caso la semilla varía todo el tiempo, con la humedad, con la variedad, con el lote, etc. por lo que el control y ajuste es determinante. Esto será detallado más adelante en otro capítulo.

En los monitoreos de la densidad, un concepto a sumar en el análisis, que lo trajo el Ingeniero Juan Giardina de la EEAOC, es tener presente el valor de **modo o moda**, además del valor promedio. El modo o moda es el valor más frecuente, es decir el que más se repite. Porque muchas veces tomar el valor promedio puede engañar por la gran heterogeneidad que se puede encontrar.

Bajada de bordo. Posterior a la plantación, es importante ir monitoreando la brotación para poder bajar el bordo en el momento oportuno. De acuerdo a lo generado en el proyecto de plantación mecanizada, un porcentaje aproximado del 40% de yemas brotadas, es ideal para realizar esta labor, siempre y cuando haya un buen contenido de humedad en suelo, sin tener un peso tan importante las posibles incidencias de heladas, posterior a la bajada de bordo.

5

Preparación de suelo para plantación mecanizada. Importancia y aspectos inherentes

■ **Ing. Agr. Esp. Aníbal Acevedo**

Miembro CREA Yungas
Graneros S.A.



Fuente fotografía: Debora Carina Cabrera.

La preparación de suelo para la plantación de caña de azúcar involucra una serie de trabajos que persiguen la finalidad de lograr un ambiente propicio para el establecimiento del futuro cañaveral, promoviendo una buena brotación de la caña semilla y un correcto desarrollo radicular para así formar una cepa vigorosa. Además, con esta serie de labores se busca eliminar o reducir la infestación de malezas, disminuir la cantidad de residuos de cosecha, aumentar la capacidad de infiltración de los suelos rompiendo capas compactadas, optimizar las condiciones de aireación, nivelar el terreno, favorecer la mineralización de la materia

orgánica, mejorar la disponibilidad de nutrientes para el cultivo, etc.

Los implementos agrícolas utilizados, así como la secuencia en que se los utiliza, van a depender de factores edáficos tales como textura, estructura, contenido de humedad, perfiles del suelo y capa compactada. Dependerá también del historial del lote, es decir, presencia de malezas, cantidad de residuos de cosecha, pendiente, cultivo antecesor, etc.

Con respecto al antecesor, en Tucumán principalmente se encuentra la rotación de caña de azúcar con soja o barbecho estival (superficie que no se siembra

durante un tiempo para que descanse, RAE), o la secuencia de plantar caña sobre un cultivo antecesor de caña como monocultivo (renovación).

En el caso de la plantación mecanizada, todas estas labores o prácticas deben asegurar su desempeño y rendimiento de una manera más eficiente que en la plantación manual, ya que la misma es más sensible a fallar por falta de humedad edáfica y por la presencia de cámaras de aire generadas por una preparación de suelo defectuosa que genera terrones. Además la caña semilla al haber sufrido más cortes a lo largo del tallo (estacas de menor longitud y que se deshidratan más rápidamente que en la plantación manual) tiene menos capacidad de lograr una óptima brotación.

Factores edáficos que definen tipos de labores y secuencias

Textura

La textura es la relación porcentual de las fracciones granulométricas arena, limo y arcilla. Esta propiedad del suelo hace variar la profundidad con que se debe roturar, ya que suelos de texturas más gruesas tienden a formar capas compactadas a mayor profundidad, lo que nos llevaría a utilizar implementos que roten a mayores profundidades. Además, los suelos de texturas gruesas tienden a formar capas compactadas con mayores valores de densidad aparente (DA) en gr/cm^3 , lo que podría hacer variar el trabajo en campo (Tabla 1).

Perfil

Entiéndase como perfil de suelo “a la ordenación vertical de todos sus horizontes”. Es de especial interés conocer el perfil del suelo para saber de qué se parte y que se puede esperar de la preparación de suelo. Por ejemplo, en algunas zonas cañeras de la provincia de

Tabla 1. Valores de densidad aparente en diferentes texturas de suelos, Cátedra de Edafología, UNT.

Suelos	Valor mínimo (g/cm^3)	Valor medio (g/cm^3)	Valor máximo (g/cm^3)
Texturas finas	1,0	1,2-1,4	1,6-1,8
Texturas gruesas	1,2	1,3-1,5	1,8-1,9
Orgánicos		>1	
Rico en mat. Piroclástico		>0,85	

Fuente: Cátedra de Edafología, FAZV-UNT

Tucumán se encuentran perfiles denominados Bt (horizontes con alta concentración iluvial de arcillas) los cuales tienen tendencia a sufrir endurecimientos o compactación de manera continua, provocando un límite a la expansión radicular. Se pueden encontrar estos tipos de perfiles Bt en la región agroecológica de la llanura deprimida no salina, en profundidades que varían desde los 15 hasta los 70 cm.

Contenido de Humedad

Los contenidos de humedad óptimos con que se deberían hacer las labores de preparación de suelo se conocen como “límite plástico inferior” o capacidad de campo, y es donde se cortan las líneas de humedad correspondientes a la “Cohesión” y “adherencia” pasando el suelo de friable a plástico. Estos límites dependen directamente de la textura del suelo, por ejemplo, los suelos arcillosos admiten mayor nivel de humedad que los suelos arenosos. Es importante tener en cuenta estos conceptos al realizar las labores de preparación de suelo.

Labores previas a la plantación

Entre las labores que se deben desarrollar previas a la plantación y que se agrupan en la preparación de suelo tenemos:

Descepado o incorporación del resto de cosecha

Esta operación consiste en la destrucción e incorporación en el suelo de las cepas de caña del cultivo anterior. Se realiza como una labor independiente a la posterior preparación del suelo para la plantación. La misma puede realizarse en forma mecánica o química.

El *descepado mecánico* se realiza generalmente con ras-tras de discos que buscan remover, triturar e incorporar la cepa, además de nivelar el terreno. Es una labor en la cual se realizan de 1 a 3 pasadas normalmente. Las primeras (1 o 2) se realizan en el sentido de plantación del cañaveral, luego en caso de existir más pasadas se procura ir dando un cruce (siempre y cuando se permita el normal avance del tractor). En general, la cantidad de pasadas de rastra va a depender directamente del volumen de RAC (Residuo Agrícola de Cosecha), la altura del bordo del surco de cultivo, la presencia de malezas y el desarrollo de la cepa. Todos estos factores podrían incrementar la cantidad de pasadas.

El *descepado químico* es una tarea anterior y puede ser complementaria al descepado mecánico, que se utiliza en lotes con alta infestación de malezas o con un mayor

desarrollo del cultivo a descepar. Consiste en la aplicación de herbicidas sistémicos y totales, por ejemplo glifosato.

Implementos utilizados:

Rastras de discos. Es el tipo de rastra más utilizada. Tiene una penetración en el perfil del suelo que depende del tipo de máquina que se utilice (pesada o semi pesada) (Figura 6) y del tamaño y ángulo de ataque de los discos con que ésta esté equipada. El objetivo de esta labor es pulverizar los terrones que quedaron en superficie. Las profundidades pueden variar entre los 10 y 20 cm.

Roturación profunda

Para esta labor se utilizan implementos que realizan un laboreo vertical en profundidad buscando romper capas de suelo compactadas. La necesidad de cada implemento y la cantidad de pasadas, así como las direcciones van a depender directamente del tipo de suelo (textura principalmente), las condiciones edáficas y las recomendaciones de los técnicos.

Generalmente se realizan dos pasadas con el implemento cincel, en donde la primera de ellas se realiza en el mismo sentido de surcado de la próxima plantación, y la segunda pasada se realiza en sentido perpendicular de la primera. Actualmente, hay productores que reem-

plazaron estas dos pasadas por el uso de subsoladores o descompactadores que trabajan a mayor profundidad.

Esta labor profunda se realiza normalmente después de cosechar el cultivo de rotación, pero puede realizarse también antes de la siembra del cultivo estival. “La roturación profunda anterior a la siembra de soja es una labor que está en expansión, pero que presenta ciertos límites, principalmente por contenidos de humedad del suelo en el momento en que podrían realizarla. Existe respuesta del cultivo de soja a la roturación profunda donde con endurecimientos que restrinjan o disminuyen la profundidad de exploración radicular existe una baja en el rendimiento relativo de este cultivo.

Implementos utilizados:

Cinceles. Trabajan en profundidades entre 15 y 25 cm. La cantidad de arcos varía según la potencia del tractor. Los consumos de potencia se calculan por arco y podemos decir que un cincel requiere entre 10 a 15 HP por arco.

Subsoladores. Trabajan a profundidades de entre 30 y 50 cm. Sus láminas pueden ser rectas o curvas, siendo preferidas las curvas por su resistencia y ángulo de ataque; en vista de planta (mirando al tractor con el implemento desde arriba) las láminas son rectas. Los consumos de potencia se calculan por timón de trabajo y profundidad, y podemos decir que un subsolador requiere entre 30 a 50 HP por timón.

Descompactadores. También trabajan a profundidades de entre 30 y 50 cm. Se diferencian de los subsoladores por la curvatura hacia izquierda o derecha de sus láminas según la posición que ocupan en el equipo (en vista de planta). Los consumos de potencia se calculan por timón de trabajo y profundidad, y se puede decir que un descompactador requiere más HP por timón (trabajando a misma profundidad) que un subsolador.

Preparación final y nivelación del lote

Implementos utilizados:

Rastra de discos con rolo. Generalmente finalizada las labores de roturación profunda, se procede a hacer la pasada final de rastra, buscando pulverizar terrones que hayan quedado en superficie y que puedan generar cámaras de aire que afecten la brotación de la caña semilla. Es una labor que se realiza con rastras de discos, con menos profundidad (10 a 15 cm) que las pasadas

Figura 6. Rastra pesada. Fuente. Internet.



Fuente: Internet.

Tabla 2. Tipos de rastra según peso por disco.

Tipo de rastra	Peso por disco (N/disco)	Diámetro del disco (in)	Separación entre discos (cm)
Liviana	200-600	20-24	17-24
Mediana	600-2000	26-28	27
Pesada	2000-3500	32-36	34
Superpesada	>3500	36-38	45

Fuente: Cenicña, 2016.

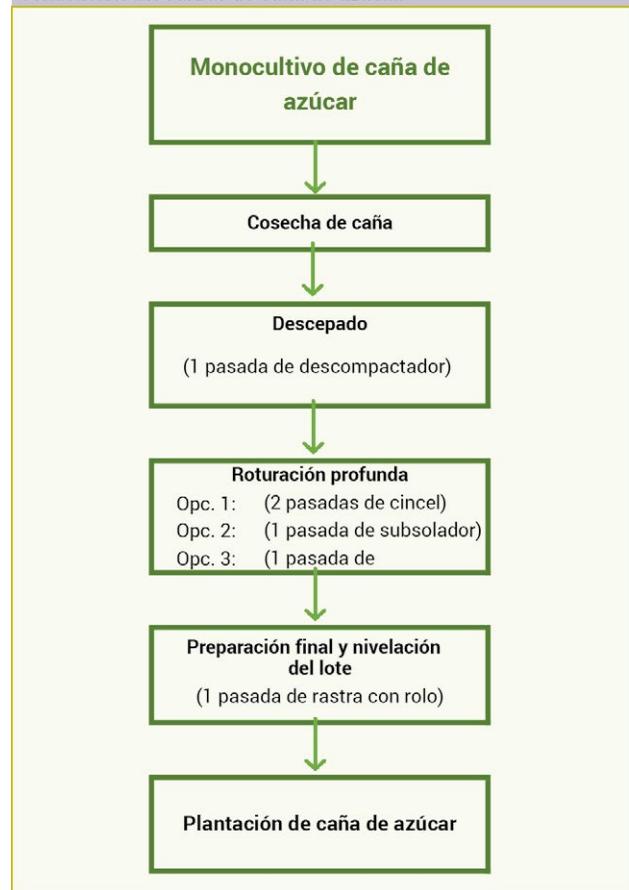
de descepe o de incorporación de rastrojo, y a mayor velocidad. Muchos productores le adosan implementos a las partes traseras de las rastras que pueden ser desde rieles que buscan nivelar el terreno y romper terrones pequeños hasta rolos desterronadores que producen la rotura de agregados más grandes y sellan la superficie de suelo preparado, cortando la capilaridad y de esa forma evitando mayor evaporación de la humedad presente el perfil.

En las figuras 7 y 8 se describe la secuencia de labores previas a la plantación según sea una renovación o una rotación con el cultivo de soja.

Otras técnicas

Las labores y secuencias descritas son orientativas y las más difundidas entre los productores cañeros de la región. Existen otras técnicas de laboreo de suelo que necesitan otro tipo de tecnologías e implementos que está teniendo amplia difusión en otras zonas cañeras y

Figura 7. Secuencia de labores previas a la plantación en la renovación del cultivo de caña de azúcar.

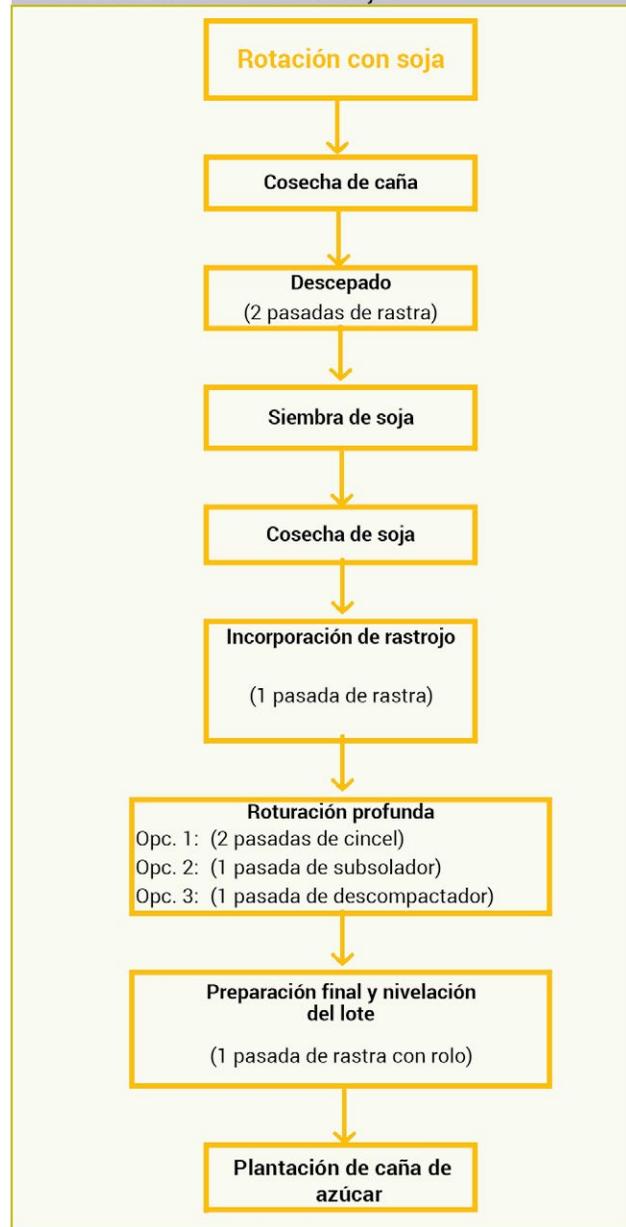


que en la región NOA están siendo evaluados por distintas empresas e instituciones.

Implementos utilizados:

Rastras Combinadas. Entre ellas podemos nombrar las rastras combinadas con cincel o con púas descompactadoras que reducen la cantidad de pasadas incrementando el rendimiento operativo de los tractores. Generalmente

Figura 8. Secuencia de labores previas a la plantación del cultivo de caña de azúcar en rotación con soja.



se trabaja con estos implementos en superficies extensas y requieren unidades tractoras de gran potencia (430 HP) (Figura 9). Dos a tres pasadas de estas rastras combinadas reemplazan todas las pasadas de rastras de discos y laboreo profundo de los sistemas antes descritos.

Canterizador. Otra técnica de preparación de suelo que se está difundiendo en la actualidad, es la preparación de suelo en franjas, laboreo reducido o de tráfico controlado. Esta preparación de suelo puede lograrse con distintos implementos, pero principalmente se conocen y utilizan los canterizadores, que buscan preparar solo la zona en donde se va a ubicar el surco de caña creando una especie de maceta o cantero (de ahí su nombre), donde transcurrirá la vida de la cepa.

Estos implementos consisten en discos corta rastrojo en su parte delantera (generalmente de 26 pulgadas de diámetro), seguidos por timones subsoladores con profundidades de trabajo que van de los 30 a 60 cm, donde algunos tienen adosados en las puntas de los timones alas de acero para aumentar la superficie de contacto con el suelo y así aumentar el ancho de roturación. Luego van los cilindros rotativos equipados con cuchillas, las que giran entre 300 a 500 RPM (el accionamiento puede ser mecánico a través de un cardán acoplado

a la toma de fuerza del tractor o hidráulico a través de motores de este tipo accionados por bombas).

El ancho de trabajo de estos implementos varía entre 70 a 90 cm y pueden hacer de 1 a 2 surcos por vez, dependiendo del equipo a utilizar. Consumen potencias altas con valores cercanos a los 120HP por cuerpo completo. Una pasada de este equipo reemplaza toda la secuencia de labores anteriores, concentrando el trabajo en los 70-90 cm de cantero, dejando el espacio entre surcos sin laborear (Figuras 10, 11 y 12).

Figura 9. Rastra combinada con cincel.



Fuente: Ledesma S.A.A.I.

Figura 10. Esquema de canterizador doble TT.



Fuente: doble TT.

Figura 11. Canterizador trabajando



Fuente: doble TT.

Figura 12. Canterizador trabajando sobre rastrojo de soja



Fuente: Fernando del Pino

6

Cosecha de la caña semilla en la plantación mecanizada

■ **Ing. Agr. Sebastián Vici; Tomás Lord**

CREA Yungas. Arcor S.A.I.C.

■ **Ing. Agr. José Terán**

CREA Cañaverales de Tucumán. Algarrobal S.R.L.



Fuente fotografía: Fernando del Pino.

Identificación de los daños producidos a la caña semilla

La cosecha de caña destinada a ser semilla con cosechadora integral implica mucho más que solo trocear el tallo en trozos o estacas. Esta labor provoca un estrés adicional a la misma, ya que el proceso completo de cosecha (despuntado, corte basal, acarreo por rolos, troceado, limpieza y desplazamiento de la semilla hasta llegar al auto vuelco) es un proceso agresivo, que puede llevar a que se produzcan mayor cantidad de daños en la semilla, lo cual, no ocurriría en el sistema de corte manual.

Es importante tener en cuenta que las cosechadoras integrales fueron diseñadas a fin preparar la materia prima para molienda en ingenio, no para cortar caña semilla. Más bien fue una adaptación la de utilizar esta herramienta para este último fin.

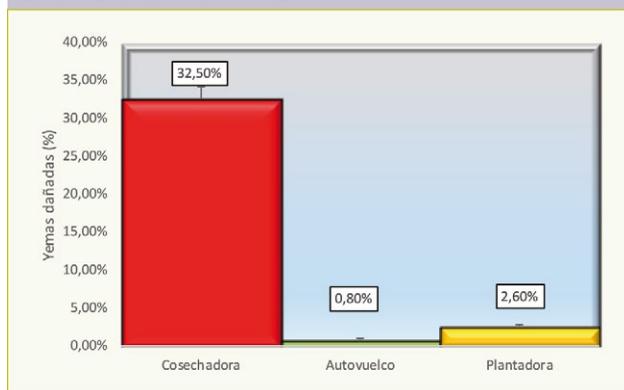
Todo lo mencionado anteriormente, lleva a que la caña semilla proveniente de una cosecha mecánica, una vez plantada en el suelo, sea mucho más susceptible o frágil a condiciones externas que la proveniente de una cosecha en forma manual. La de cosecha mecánica presenta rajaduras, golpes, desgarros y mayor superficie de corte, que son posibles puertas de entrada para patóge-

Cosecha de la caña semilla en la plantación mecanizada.

nos. Además por la misma razón son más susceptibles a la deshidratación.

Durante el proyecto CREA “Plantación Mecanizada de la Caña de Azúcar” que duró 3 años, se identificaron dónde se producen los mayores daños a las yemas en cada etapa del proceso de plantación mecanizada (Figura 13). Es así que se identificó que el mayor daño, aproximadamente un 30%, se produce en el proceso de cosecha. Los daños en el transbordo (auto vuelco) (0,80%) y en la plantadora (2,6%) son despreciables comparados con la cosecha.

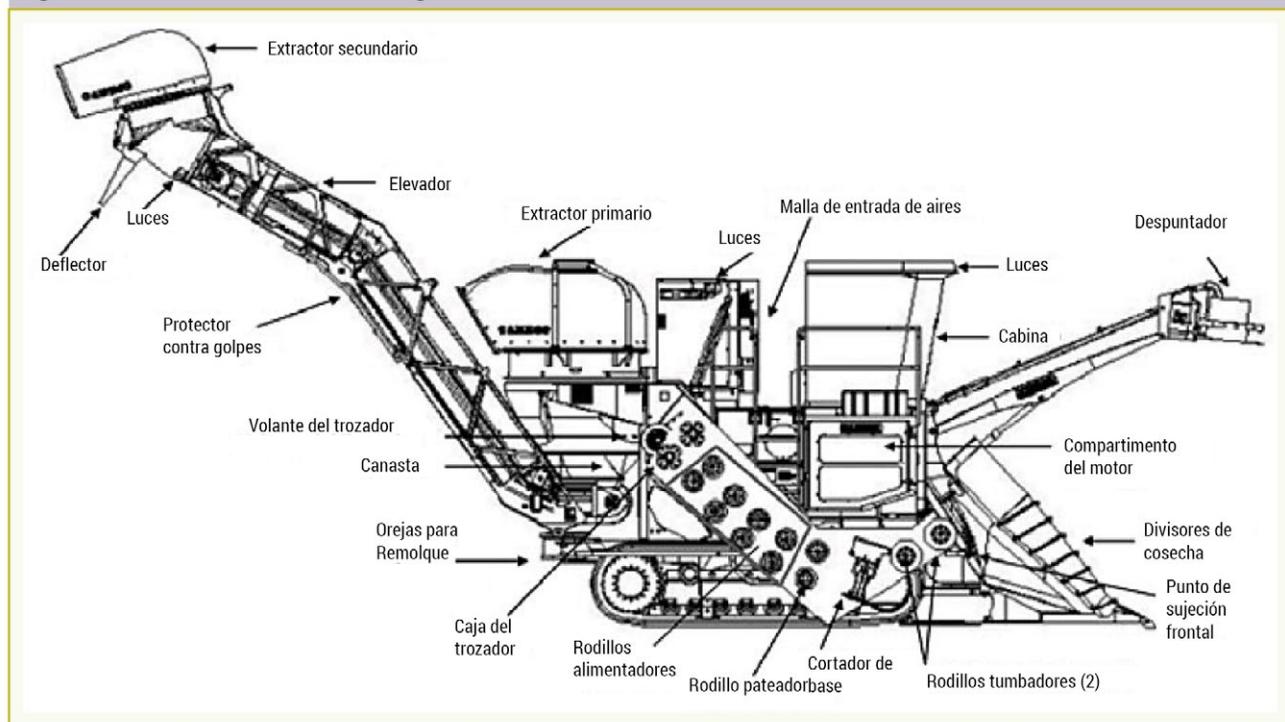
Figura 13. Daños producidos a las yemas durante la plantación mecanizada. Valores obtenidos en el proyecto “Plantación Mecanizada de la Caña de Azúcar”



Cosecha mecanizada de caña semilla. Características del corte y de la limpieza. Modificaciones

El sistema plantación mecanizada está formado por la cosechadora integral, auto vuelcos+tractores y plantadora mecánica. En el mismo, la uniformidad del corte de la caña semilla y el tamaño de los trozos, es clave. Hay un balance entre la longitud promedio de las estacas y el daño producido a las yemas por el troceado. Cuanto más corto es el trozo de caña semilla, más fácil y fluida es la distribución de la misma por parte de la plantadora, pero también aumenta la posibilidad de daño mecánico a las estacas debido al corte y también -dependiendo de la variedad y largo de entrenudo- se pueden tener hasta trozos sin yemas. Todo esto lleva a la búsqueda del equilibrio, entre un mayor largo de estacas para bajar el daño mecánico y un largo reducido para simplificar la distribución en el surco. De acuerdo con lo mencionado anteriormente y en línea con la información generada por las instituciones (EEAOC e INTA), los valores óptimos están entre los 25 a 30 cm de largo con al menos una yema viable por estaca. En este punto es importante considerar, las variedades que se están plantando y la longitud de sus entrenudos para establecer el largo óp-

Figura 14. Partes de una cosechadora integral



timo. En general en promedio estacas de 25 cm poseen 2.1 yemas, mientras que estacas de 35 cm poseen 2.8 yemas. Estos valores sufren modificaciones de acuerdo a la variedad. Por ejemplo LCP 85-384 tiene entrenudos de 10 cm de largo, mientras que TUC 95-10 tiene entrenudos de 15 cm de largo.

A lo anterior se suma la importancia en la homogeneidad del troceado. Es decir, lograr estacas de medidas similares. Cuanto más homogéneo es el troceado con mayor fluidez se desplaza la caña semilla y se obtienen mejores resultados en la distribución de la caña semilla en el fondo del surco.

Otro aspecto de gran relevancia presente en la plantación mecanizada es la aparición de daños “invisibles” en las yemas. Se entiende por daños invisibles a yemas que a la vista aparentan estar sanas, es decir, con turgencia y color para considerarlas viables, pero poseen un daño interno (se cree que es por todo el proceso de cosecha y plantación), y por ende, no brotan. De acuerdo con las mediciones realizadas por los técnicos de la EEAOC, los Ingenieros Eduardo Romero y Juan Giardina, junto con su equipo, consideran que este valor ronda un 20%.

Para minimizar los daños a las yemas en el proceso de cosecha, las cosechadoras integrales, máquinas diseñadas originalmente para cosecha de materia prima para llevar a ingenio, deben poseer una serie de modificaciones. De manera de entender dichas modificaciones, se dispone de la figura 14, que detalla las partes de una cosechadora integral y a continuación se detallan los cambios que sufre la misma.

Herramientas de corte: cortadora de base y rolos troceadores

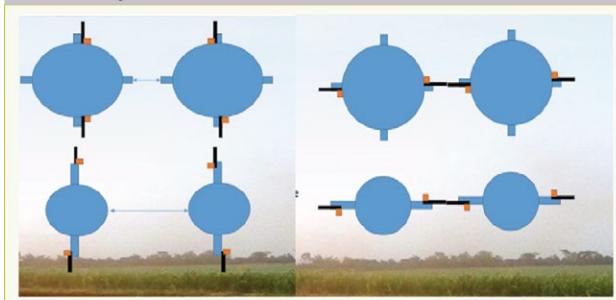
Es fundamental que el corte de la semilla sea neto, es decir, sin mordiscos ni sobre cortes (Figura 15). Para ello se recomienda, 1) monitorear el estado de las cuchillas con más regularidad que en la cosecha para molienda. 2) cambiar las cuchillas de base y troceadoras, cada 500 toneladas de caña semilla cosechada. Hay expertos que recomiendan cambiarlas 3 veces más frecuente de lo que se está acostumbrado para cosecha de materia prima para ingenio. 3) quitar dos cuchillas de las cuatro que tiene cada rolo troceador, quedando únicamente con dos, para que el corte sea lo más largo posible y uniforme, buscando un largo de 25-30 cm. Otra opción es cosechar con una máquina que tenga tres cuchillas por rolo troceador o cambiar el rolo directamente, lo cual es costoso pero no menos deseable. Para esta última opción, idealmente conviene cambiar el rolo troceador (de cuatro porta cuchillas cada rolo) por rolos de menor diámetro y de dos o tres porta cuchillas (Figura 16). Cuanto menor es el espacio de los rolos, más apretada está la caña semilla, entonces, hay más posibilidad de aumento de daño por aplastamiento. Lógicamente depende también la producción del lote y del diámetro de la caña. A mayor producción de un lote, más caña necesita ser troceada en el mismo tiempo y hay mayor posibilidad de

metro y de dos o tres porta cuchillas (Figura 16). Cuanto menor es el espacio de los rolos, más apretada está la caña semilla, entonces, hay más posibilidad de aumento de daño por aplastamiento. Lógicamente depende también la producción del lote y del diámetro de la caña. A mayor producción de un lote, más caña necesita ser troceada en el mismo tiempo y hay mayor posibilidad de

Figura 15. Calidad del corte y troceado de la caña semilla a) Troceado óptimo; b) Troceado no homogéneo c) troceado defectuoso.



Figura 16. Simulación de rolos troceadores de distintos diámetros y distintas cantidad de cuchillas trozadoras



daño. En cuanto al diámetro, tallos de variedades como TUC 03-12, tienen mayor probabilidad de ser aplastadas, cómo se observa en la figura 17.

Hay máquinas en las que se puede regular el corte mediante sistemas hidráulicos dando mayor o menor velocidad de entrada de caña para tener un corte más largo.

Extractores primarios y secundarios

La velocidad de los extractores es fundamental para que la caña semilla llegue lo más limpia posible a la plantadora, es por ello que se recomienda que los extractores primarios y secundarios trabajen a la velocidad máxima disponible que pueda entregar la cosechadora integral. Es preferible perder un poco de los ápices o cañas semillas muy pequeñas por la alta velocidad del extractor, que entregar trash, porque este material no prosperará una vez plantado.

Figura 17. Daños por aplastamiento de la semilla



Figura 18. Sinfines en cosechadora integral



Despuntador

La altura en la que trabaja el despuntador tiene que ser acorde a la altura donde se encuentre la última yema fisiológicamente apta para su brotación, para evitar la entrada de material vegetal inadecuado a la máquina que solo dificulta la limpieza de la caña semilla.

Es recomendable monitorear el despuntado con mucha frecuencia, ya que despuntar muy alto dificulta la limpieza y plantación, pero despuntar bajo desperdicia toneladas de material de propagación apto para ser plantado.

Sinfines acomodadores o divisores de cosecha

En algunas ocasiones los sinfines acomodadores externos son removidos para evitar dañar la caña semilla del surco de la par (Figura 18).

Adaptación de protecciones

Las protecciones son modificaciones o adaptaciones que se realiza a las máquinas cosechadoras integrales para que dañen lo menos posible a las yemas de la caña semilla.

Entre las adaptaciones más comunes o probadas, podemos nombrar:

Piso liso del elevador o rastra. Esta modificación se realiza para evitar que las yemas tengan un roce con el piso de la rastra que normalmente es perforado (Figura 19).

Figura 19. Piso de rastra liso



Rodillo tumbador y rodillo pateador. Estos rodillos, también conocidos como rolos, son revestidos en goma para evitar el daño mecánico de topar la caña cuando la misma está ingresando a la boca de la máquina cosechadora (Figuras 20 a) y luego al comienzo del tandem de rodillos alimentadores (Figura 20 b y c). En el caso del rodillo tumbador, otra forma de disminuir el daño es usando directamente una cortina de goma como se usa en Brasil (Figura 21).

Rodillos alimentadores. Los rodillos acarreadores o alimentadores también pueden ser revestidos con gomas y también a estos se los puede separar unos centímetros más, haciendo más grande la luz, para evitar el aplastamiento de la caña. Cuanto menor sea el espacio entre los rolos más apretada estará la semilla y habrá más posibilidad de daño por aplastamiento, esto se agravará con lotes de alta producción por el ingreso simultáneo de mucha caña a los rodillos alimentadores.

Eliminación de filigranas de rodillos tumbadores. Hay pruebas de forrado con goma de rodillos tumbadores del plato de corte, pero la duración es limitada por temas de diseños y materiales inapropiados. En algunos casos la duración del engomado fue solo por días, tornándose inviable (Figura 22 a y b).

Entonces otra opción es eliminar las formas dentadas de los rodillos, conocidas como filigranas reemplazándolos por pequeños caños de hierro cilíndricos, con el objeto que el contacto de la yema se realice con menos agresividad logrando buenos resultados (Figura 22 c).

Otras consideraciones:

Velocidad de cosecha. En cuanto a los aspectos de operación propiamente dichos es muy importante la velocidad durante la cosecha. Es recomendable de 2 a 3 km/hora, como máximo 4 km/hora, logrando una buena limpieza de semilla. Para esto es importante que el maquinista sepa que no es lo mismo cosecha para molienda que cosecha para semilla, con lo cual la velocidad de avance de la cosechadora no debe superar las velocidades recomendadas, para dar tiempo a la máquina que tenga un corte neto y para que los extractores realicen un buen

Figura 21. Cortina de goma, delante de rodillo tumbador



Figura 20. Engomado de rodillo tumbador (a) y de rodillo pateador (b y c)



trabajo de limpieza para que esta pueda deslizarse fácilmente en la plantadora.

Humedad. Se debe tener en cuenta que en las primeras horas de la mañana siempre resulta más difícil lograr una óptima limpieza por la humedad que posee el material. De todas formas la influencia de la humedad en la limpieza de la caña semilla es mínima.

Distancia del lote semillero. La distancia del semillero al lote a plantar es fundamental, ya que el transporte de la caña semilla se realiza en auto vuelcos. Teniendo en cuenta que la plantación mecanizada es un sistema en donde debe funcionar todo de manera coordinada, sin pérdidas de tiempo por parte de la plantadora por falta

de caña semilla, la distancia entre ambos no debería superar los 5 km. Es por ello que algunas soluciones a la distancia es el uso de auto vuelcos en tándem, bateas, etc.

Otros factores. El cuidado en la descarga de los auto-vuelcos sobre la plantadora. La forma y la cantidad para descargar deben ser reguladas.

También es importante tener presente y continuar con investigaciones para entender el comportamiento de las variedades frente al proceso de cosecha. Seguramente cada variedad por su cantidad de fibra, exposición de yemas, adherencia de vaina, etc., tendrá posiblemente distinto comportamiento frente a la cosecha mecanizada para la provisión como semilla.

Figura 22. Forrado de rodillos tumbadores (a); Eliminación de filigranas (b y c).



7

Uso de Curasemilla en plantación mecanizada. Identificación de patógenos. Técnicas de aplicación

■ **Ing. Agr. Emiliano Hernández**

Miembro CREA Cañaverales de Tucumán
Los Cevilares S.A.



Fuente fotografías: Fernando del Pino.

Es imprescindible el estudio del comportamiento de los fungicidas utilizados por los productores y otros activos que recomiendan los laboratorios como curasemilla.

Ensayos realizados en la variedad LCP 85-384 en los Laboratorios de Fitopatología del INTA-EEA por el Ing. Agr. R.F. de Ullivarri y bajo la dirección del Ing. Agr. (M. Sc.) Sergio Pérez Gómez, determinaron que los microorganismos que posiblemente causan daño a la caña semilla, en algunos casos llegando a la pudrición de la caña en el fondo del surco y no permitiendo que se produzca la brotación en forma normal son:

Colletotrichum falcatum (pudrición roja)
Ceratocytis paradoxa (pudrición o mal de la piña)
Fusarium sacchari spp (marchitez de la caña)

Mediante la inmersión de caña semilla (sin perforaciones de *Diatraea Saccharalis*), troceada manualmente y con número de yemas variables (una a cuatro yemas) de la variedad LCP 85-384, de edad soca uno, en los tratamientos detallados en la tabla 3, se determinó que Pyraclostrobin + Metiltiofanato tiene el mejor comportamiento como fungicida. Le siguen Tebuconazole; Thiram + Carbendazim; Azoxistrobina + Carbenda-

Tabla 3. Nombre comerciales, ingredientes activos y dosis de fungicidas evaluados

Producto	Dosis	Volumen de agua
<i>Tebuconazole</i>	250 cm ³	10 Lt
<i>Thiram + Carbendazim</i>	120 cm ³	10 Lt
<i>Azoxistrobin + Epoxiconazole</i>	100 cm ³	10 Lt
<i>Pyraclostrobin + Metiltiofanato</i>	420 cm ³	10 Lt
<i>Fludioxonil + metalaxil + tiabendazol</i>	200 cm ³	10 Lt
<i>Captan</i>	60 g	10 Lt
<i>AD ACT</i>	125 cm ³	10 Lt
<i>Rizobium + protector</i>	500 cm ³	10 Lt
<i>Inoculante (gramen pack)</i>	500 cm ³	10 Lt

zim; Azoxistrobina + Epoxiconazole y Fludioxonil + metalaxil + tiabendazol, todos con un control similar. En comparación a los anteriores el tratamiento Captan no tiene una buena performance.

Estos estudios aportan a la validación de que los productos utilizados son los adecuados para el control de los patógenos presentes en suelos cañeros, capítulo aparte sería evaluar la eficiencia de aplicación, ya que las evaluaciones realizadas hasta la fecha son por inmersión y no por asperjado como se lo realiza en la práctica actualmente.

8

Calidad de plantación mecanizada

■ **José Terán; Jhana Karina Paolo**

Miembros CREA Cañaverales de Tucumán. Algarrobal S.R.L.



Fuente fotografía: Fernando del Pino.

La evaluación de la calidad de la plantación mecanizada es clave para el éxito de nuestras plantaciones independiente del sistema manual o mecanizado. Establecer una metodología de medición y la frecuencia de los monitoreos es imprescindible, ya que en el caso de la plantadora mecánica, el modelo automatizado no da posibilidad de dejar destapado un sector para evaluar cantidad y calidad de yemas, porque el descenso del sistema de disco tapador es automático en conjunto con el surcador.

Plan de monitoreo de la calidad de la plantación mecanizada

El principal objetivo del Plan de monitoreo es evaluar la calidad y cantidad de caña semilla plantada. Esto se logra midiendo, a través de muestras representativas, el número de yemas totales, el número de yemas viables por metro, el número de yemas dañadas por plagas, el número de yemas con daño mecánico, el número de estacas y largo de las estacas y estimando los kilogramos

de semillas utilizados por surco, entre otros indicadores. Para esta metodología hay una excepción, dentro de las yemas que se consideren viables, habrá algunas de ellas que no van a brotar. Esas yemas son las que sufrieron un daño invisible, que son los provocados por el manipuleo desde el paso por la cosechadora (donde encontramos los mayores daños) luego por el acarreo en los auto vuelcos, más su paso por la plantadora hasta ser depositada en el fondo del surco.

De cada lote evaluado se debe tener en cuenta la edad, la variedad, el desarrollo y estado del lote destinado a caña semilla, asimismo el manejo de la cosecha de dicho material.

Frecuencia de monitoreo

Como regla general, es aconsejable realizar dos muestras por día y por máquina y/o dos muestras cada 10 Has. Se aconseja aumentar la frecuencia de muestreos ante cualquier cambio de condiciones que afecten el objetivo de plantación establecido (por ejemplo: objetivo de 30 yemas viables/metro). O en caso que se cambie de lote semillero, ya que se pueden presentar diversas situaciones que lo ameriten como caña volcada o afectada por plagas u ocurrencia de una helada o cambio de variedad.

Mediciones

Descartando cabeceras, se miden 5 metros lineales consecutivos de surco plantado, se cuentan cantidad de

yemas totales, yemas con daños mecánicos y yemas con daños por plagas. Se registran en una planilla modelo recomendada (Figura 23).

La importancia del monitoreo

Teniendo en cuenta que la distribución de la caña semilla no es observable a simple vista, ya que la máquina plantadora va tapando el surco una vez depositada la misma, el monitoreo de la calidad de plantación permite realizar las correcciones pertinentes a los parámetros valorados. Es decir, calibrar o recalibrar la máquina (por ejemplo, al cambiar de variedad).

Si la plantadora tiene distribución automatizada esto permite asegurar el depósito regular de trozos de caña por el monitoreo permanente, siempre de la mano del operador calificado y capacitado a tal fin.

Valores de referencia de una plantación mecanizada aceptable

Largo de estacas

(Rangos aceptables) Poniendo como ejemplo a las máquinas plantadoras con sistema automatizada DOBLE T (IT) se plantea como objetivo agronómico lograr un largo de estacas entre 25-30 cm, y 35 cm máximo, para garantizar el mejor funcionamiento de las plantadoras, con un promedio de 2-3 yemas por estaca (variará según variedad). Según información recopilada a través de expe-

Figura 23. Modelo de planilla para control de calidad de plantación mecanizada

Control de Calidad de Plantación Mecánica										
FINCA:									n° de hoja:	
LOTE/UNIDAD:										
MATERIAL NECESARIO: planilla, lapiz, pala, cuantes, cinta metrica, calculadora, bolsa y balanza.										
MUESTREO: cada uno es de 5 metros.					FRECUENCIA: DOS POR DIA; uno a MEDIA MAÑANA y otro a la TARDE. Al cambiar de semilla; al cambiar de lote					
Fecha y Hora	Máquina-Operario:	Estación	Numero de Estacas/mt	Largo promedio de estacas (cm)	Yemas viables	Promedio Yemas viables/mt	Yemas inviábiles		Peso (kg/metro)	Peso promedio x 100 (kg/surco)
							Mecánico*	Plagas		
		1er metro								
		2do metro								
		3er metro								
		4to metro								
		5to metro								
		1er metro								
		2do metro								
		3er metro								
		4to metro								
		5to metro								
		1er metro								
		2do metro								
		3er metro								
		4to metro								
		5to metro								

riencias de productores CREA, a campo valores de entre 27 y 36 cm de largo de estaca, se consideran aceptables.

Yemas viables por metro

El promedio de yemas viables por metro óptimo en una plantación mecanizada ideal sería entre 20 y 25. En la actualidad, porque aún las mejoras para minimizar los daños a las yemas están en pleno proceso y podría haber un porcentaje considerable de daños invisibles, el valor al que se aspira es 30 yemas viables a simple vista.

Número de estacas por metro

Los valores óptimos rondan entre 16 a 20 estacas por metro. Estos valores serían equivalentes a 190 a 250 kg

por surco (surco=100 metros lineales) dependiendo de la variedad y época de plantación.

Registro de la información

Se recomienda archivar de manera digital la información de los monitoreos y las regulaciones efectuadas, lo que permite guardar la información obtenida de estas mediciones (por variedad, por origen, análisis de la situación sanitaria del semillero previo a la decisión de ser destinada) generando una base de datos que será transformada en conocimiento. La realización del monitoreo y las correcciones efectuadas posteriormente, benefician a la mejora en la disminución de fallas (falla = zona de más de 50 cm sin caña semilla plantada), alcanzando plantaciones de calidad.

9

Bajada de bordo en plantación mecanizada. Función del bordo. Época, altura, técnica

■ **Ing. Agr. Esp. Esteban Brito**

Miembro CREA Yungas

Cía. Azucarera Los Balcanes S.A.



Fuente fotografías: Fernando del Pino; Debora Carina Cabrera.

Si bien este capítulo está destinado a desarrollar conceptos con respecto a la bajada de bordo, es imprescindible primero analizar la confección del mismo. La confección del bordo en el momento de realizar la plantación es una técnica muy utilizada en Tucumán que tiene por propósito retrasar la brotación y de esta manera se desplaza la brotación al periodo con mejor condición de temperatura y cercano a la ocurrencia de las primeras precipitaciones. También se evita la pérdida de humedad por evaporación directa del agua del suelo en la zona donde se desarrollarán las primeras raíces. Cuando no es necesario retrasar la brotación (ya que las condiciones

ambientales son o serán favorables) es recomendable no realizar el bordo o hacer un bordo de pocas dimensiones (Figura 24).

Bajado de bordo

Esta labor es la última que se realiza en el sistema de plantación de caña de azúcar y consiste en retirar el exceso de tierra depositado sobre la caña semilla al momento de la plantación, nivelando de esta manera el terreno y confeccionando la forma final del surco. Su finalidad es facilitar la brotación y emergencia de los

brotos. Es conveniente que la profundidad de la caña semilla, una vez bajado el bordo, este comprendida entre los 10 y los 12 centímetros.

Implementos utilizados

El Bajado de Bordo es una tarea mecánica que se realiza principalmente con discos de bajo diámetro y baja concavidad. Antes se utilizaban equipos de cuatro paquetes de discos. Actualmente la bajadora de bordo más difundida es un formato triple, tres cuerpos, con capacidad para bajar simultáneamente tres bordos, con excelente capacidad operativa diaria (Figura 25).

En algunas ocasiones la labor debe llevarse a cabo en dos pasadas utilizando el mismo implemento. En la primera de ellas se baja parcialmente el bordo de tierra, completando la tarea en la segunda pasada. Esta

Figura 24. Tamaño de los bordos utilizados. 1: sin bordo, utilizado en época favorable a la brotación. 2: Bordo alto, utilizado en época desfavorable a la brotación.

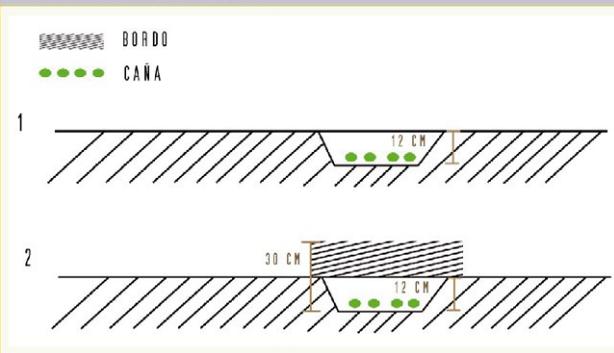


Figura 25. Bajadora de Bordo Triple, de levante en el tercer punto. Dos cuerpos con cuatro discos cada uno. Velocidad de trabajo 8 Km/h, capacidad de trabajo 2.1 ha/h. Requerimiento de Potencia 140 HP. Fuente: Fernando del Pino



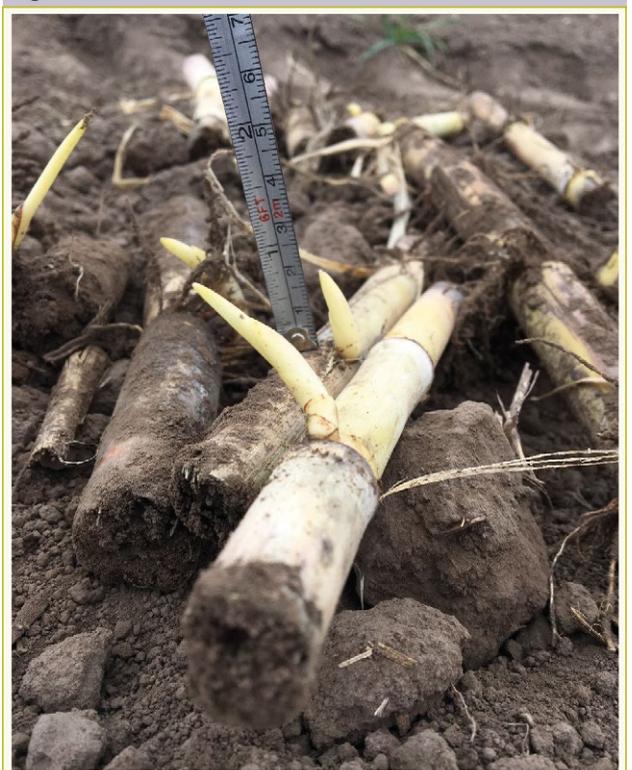
variante en la bajada de bordo se utiliza poco pero sirve, en pocas palabras, para retirar (en la primera pasada) parte de la tierra y aumentar la temperatura alrededor del brote pero sin exponer el sistema a mayores pérdidas de humedad o por controlar malezas; nivelando el terreno y conformando la forma final del surco en otro momento (la segunda pasada).

¿Cuándo bajar el bordo?

La bajada de bordo se debe realizar de acuerdo con el porcentaje de brotación de las estacas. Anteriormente se utilizaba otro criterio para bajar el bordo, cómo “uso y costumbre” de la plantación manual se esperaba observar algunos brotes emergidos (es decir, encima del bordo) para empezar a bajar el bordo. Además, se buscaba acercarse a la época de menor posibilidad de heladas y mayor posibilidad de lluvias.

El inicio de la brotación está determinado por factores externos e internos. Los factores externos son la temperatura, humedad y aireación del suelo. Los factores internos son la sanidad de la yema, la humedad del esqueje, el contenido de azúcar reductor del esqueje y su estado nutricional.

Figura 26. Muestreo de brotación. Brotes con 2 o más centímetros.



Fuente: Fernando del Pino

A través del proyecto de plantación mecanizada (CREA-EEAOC-INTA) se determinó que se debe bajar bordo cuando el porcentaje de brotación se encuentre entre el 30 y el 60% y preferentemente las temperaturas ambientales estén en ascenso. (Se considera “brote” cuando el tamaño de este es de 2 o más centímetros) (Figura 26).

En este proyecto se ensayó la bajada de bordo en distintos momentos de brotación. Un porcentaje de brotación del 30% es el momento oportuno de bajada de bordo, sin importar tanto la fecha en la que se consigue ese valor. Pero sin superar el 60%. El criterio de utilizar el 30% o el 60% de brotación para comenzar a bajar el bordo depende, entre varios factores, del contenido de la humedad del suelo y del pronóstico (u ocurrencias) de lluvias. Cuando se busca acelerar el proceso de brotación se utiliza el valor más bajo, es decir, el 30% de brotación, y cuando se quiere retrasarlo por malas condiciones se utiliza el valor más alto, es decir, el 60%. Cuando la tarea se realiza con porcentajes superiores al rango mencionado (arriba del 60%) existe una pérdida de brotes debido a la etiolación de estos y al daño mecánico en los brotes al momento de realizar el bajado de bordo. Esta recomendación es válida tanto para plantación mecanizada como para plantación manual.

Otras consideraciones

Al momento de realizar la tarea es conveniente que el lote esté libre de malezas o con malezas emergidas en estadios de crecimiento iniciales, ya que malezas de mayor porte distribuidas en rodales pueden interferir en la calidad y uniformidad de la tarea.

Para saber el porcentaje de brotación de cada lote plantado, es necesario adoptar al monitoreo como una práctica habitual. Este proyecto enseñó la importancia de monitorear la brotación para conocer en qué situación se encuentra el lote plantado y poder tomar decisiones con información y con un mejor criterio.

Se recomienda medir los porcentajes de brotación para cada lote, variedad, fecha o época de plantación. La metodología consiste en destapar de manera sistemática dos metros y contar la cantidad de yemas viables, brotes y yemas muertas. Con estos valores se puede calcular el porcentaje.

Es necesario hacer un seguimiento del estado de brotación de cada situación, para determinar con la mayor exactitud posible el momento oportuno de realizar la tarea. No existe un número de repeticiones o una frecuencia determinada de monitoreo, por lo que es recomendable realizar las que sean necesarias según cada situación en particular.

10

Consideraciones finales - El ABC para una plantación mecanizada exitosa

■ **Gerónimo Courel**

Ex asesor Crea Yungas



Fuente fotografía: Fernando del Pino.

El proyecto plantación mecanizada, llevado a cabo por el convenio de trabajo entre Productores CREA, INTA, EEAOC y sponsors (IT- Pecagro y Pueblo - case), la revisión de bibliografía existente, la experiencia de productores, los estudios de investigadores y la historia permitió analizar detalladamente cada una de las etapas involucradas en la labor plantación. Uno de los grandes aprendizajes, que vale la pena citar en primer término es el entendimiento logrado de las diferencias y similitudes y sus consecuencias entre la plantación mecanizada y la plantación manual. Esto implica, sin dejar

de tener presente la secuencia de operaciones básicas, el “porque” y el “para que”, realizar una serie de cambios de ciertos hábitos y creencias culturales en los modos de hacer las cosas e incorporar otros.

Es importante pasar en limpio y de forma clara varios de los puntos claves que el manual aborda en cada uno de los capítulos:

1. Considerar la **región agroecológica** a la que pertenece el lote a plantar y por ende las recomendaciones de manejo para cada región.

2. Tener presente la importancia del **lote semillero**, que la caña semilla posea las condiciones de **sanidad**, **pureza varietal** y **vigor** que se necesitan.

3. Lograr una **buena preparación de suelo**. Descrita con detalle en el capítulo 5. Esta labor es determinante y más exigente en la plantación mecanizada.

4. **El acondicionamiento y correcto uso de la cosechadora:**

a. **Cambio más frecuente de cuchillas cortadoras de base y troceadoras** (cambiar cuando llegue a un tercio de lo que se acostumbra en toneladas de caña a cosecha).

b. **Velocidad regular de rastra** (velocidad intermedia) para disminuir impactos.

c. **Cambio de rolos troceadores** por rolos de menor diámetro y menor cantidad de cuchillas troceadores (2 o 3 troceadoras) o bien colocación de una válvula reguladora de velocidad de troceador y rolos acarreadores para poder jugar con variables para obtener un largo acorde y homogéneo.

d. **Engomado de los sectores de impacto** como rolo volteador, pateadores de platos de corte, posibilidad de cambiar piso de rastra, etc. Todo lo que disminuya el impacto ayuda a bajar el daño mecánico.

e. **Velocidad de cosecha** de caña semilla menor a 3 km/hs.

f. En el caso de la plantadora, **ajustar revoluciones de cangilones de dosificación** para poder lograr la densidad buscada.

5. Es importante entender a la **plantación mecanizada como un sistema con un parque de maquinaria determinado**. Lógicamente el parque de maquinaria ideal variará según las características de cada empresa, las hectáreas que maneje y como están distribuidas, entre otros factores. Pero al considerar cuál es el mínimo para iniciarse en la plantación mecanizada es recomendable pensar en: una cosechadora integral (con modificaciones); una plantadora mecánica; dos autovuelcos por plantadora; tres tractores (uno para la plantadora y uno para cada autovuelco).

A este parque de maquinaria se suman implementos necesarios para la preparación de suelo y bajada de bor-

do. En este caso no se precisa un surcador y tapador ya que la misma plantadora lo realiza.

6. **Definir el número de yemas viables por metro (Yv/m) a plantar**, que a su vez dependerá de la variedad, la región agroecológica, el tipo de suelo y las condiciones en las que se está realizando la plantación.

En ciertas condiciones, 30 yemas viables/m para LCP 85-384 puede ser aceptable, sin embargo deberá considerarse un incremento en el número, en casos donde la caña semilla haya estado expuesta a una helada o bien la condición de suelo no sea la ideal en humedad o preparación, según las condiciones de cosecha de la misma, etc.

7. Con respecto a la cosecha de la caña semilla, tener presente:

a) **La regulación en el largo de troceado**, el equilibrio entre el largo ideal agronómico y el largo ideal para que la plantadora pueda hacer un buen trabajo de distribución es entre **25 y 30 cm**. Lógicamente cuanto menor sea la longitud del corte, mayor es el posible daño mecánico.

b) **La homogeneidad en el troceado** es clave, cuanto más homogéneo sea, más fácil fluirá la caña y mejor distribución tendrá.

8. **Utilización de agroquímicos** que ayuden a disminuir el avance de patógenos y que fomenten el desarrollo radicular y de brotación. Al final de cuenta es un carrera entre el avance de patógenos, deshidratación y la emergencia de los brotes, todo lo que ayude a retrasar pudrición, deshidratación y lo que fomente la brotación es importante.

9. **Bajado el bordo** con un porcentaje igual o superior al **30% y hasta 60% de brotación**. Tener presente la humedad en suelo para la toma de decisión.

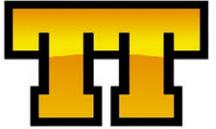
10. **La importancia de los monitoreos con frecuencia** para lograr una buena calidad de plantación, cómo se aborda en el capítulo 8, al menos dos veces al día o en cambio de variedad o lote, para chequear que las yemas viables por metro son las que se definió como objetivo.

Bibliografía

- Arroyo, E.A.; Sanzano, A.; Rojas Quinteros, H.C. y Navarro Di Marco, J.P.** 2019. Distribución espacial de los contenidos de fósforo disponible en suelos del área cañera de Tucumán, Argentina. *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán*. ISSN 0370-5404. Tomo 96 (2): 01-06; 2019.
- Benedetti, P.E.** 2018. Primer relevamiento del área cultivada con caña en Argentina a través de imágenes satelitales. Disponible on line en: <https://inta.gob.ar/noticias/primer-relevamiento-del-area-cultivada-con-cana-en-argentina-a-traves-de-imagenes-satelitales>
- Bonnett, G. D.** 2014. Developmental Stages (Phenology). In P. H. Moore & F. C. Botha (Eds.), *Sugarcane: Physiology, Biochemistry, and Functional Biology* (First, pp. 35–53).
- Cenicaña.** 2016. Preparación de suelos para la producción sostenible de caña de azúcar. Programa Aprendizaje y Asistencia ,PAT Cartilla didáctica N° 1, Colombia.
- Centro Azucarero Argentino.** 200 años de la Industria. Breve historia del azúcar en la Argentina. Disponible on line en: <https://centroazucarero.com.ar/historia-y-actualidad/>.
- Ceconello, M. M.** 2021. La mecanización agrícola: cambios e innovaciones en los sistemas de cosecha de caña de azúcar en Tucumán (1960–2005). Un estudio sociotécnico. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Córdoba.
- Fogliata, F.A.** 1995. Agronomía de la caña de azúcar. Tecnología. Costos. Producción. Tomos I, II, y III. Ed. El Graduado. 1080 pp.
- Rae, A.L.; Grof, C.P.L.; Casu, R.E and Bonnett, G.D.** 2005. Sucrose accumulation in the sugarcane stem: pathways and control points for transport and compartmentation. *Field Crop Research* 92: 159-168.
- Romero, E.R.; Scandaliaris, J; Sotillo, S.; Olaiz, G y Erimbaue G.** 1996. La maduración en caña de azúcar. *Avance Agroindustrial*. Octubre 1996: 3-7.
- Romero, E.R; Scandaliaris, J.; Digonzelli, P.A; Leggio Neme, F; Giardina, J.; Fernandez de Ulivarri, J; Casem, S.; Tonatto, J.; Alonso, L.** 2009. La caña de azúcar. Características y Ecofisiología. En Romero, E.R; Digonzelli, P.A.; Scandaliaris, J. (Eds.). *Manual del Cañero*. Capítulo 1. p. 15-21. ISBN 978-987-2128-7-1.
- Romero, E. R.; Tonatto, J; Scandaliaris, J.; Digonzelli, P. A.; y Leggio Neme, M. F.** 2010. Efectos de la temperatura en la emergencia y crecimiento inicial de caña planta y primera soca, variedad TUCCP 77-42. *Rev. Industrial y Agrícola de Tucumán (RIAT)* 87 (1): 7-14. ISSN 0370-5404.
- Sanchez Román, J. A.** 2005. La industria azucarera en argentina (1860-1914). El mercado interno en una economía exportadora. *Revista de Indias*, Vol. LXXV, núm. 233.
- Santamaría García. A. y García Alvarez. A.** 2005. Azúcar en América. *Revista de Indias*, Vol. LXXV, núm. 233. Págs. 9-32.
- **Sanzano, A.; Aranda, N.; Arroyo, E.; Sosa, F.; Romero, J.; Sotomayor, C.; Correa, R.; Hernández, C.; Morandini, M.; y Rojas Quinteros, H.** 2015. Guía Técnica del Cañero. Capítulo: Características y manejo de los suelos cañeros de Tucumán. ISBN 978-987-26238-1-4 (1ª edición). 20 p.
- **Zuccardi R.B. y Fadda, G.S.** 1985. Bosquejo agrológico de la provincia de Tucumán. Misc. N° 86. ISSN 0325. Facultad de Agronomía y Zootecnia - UNT.

CASE IH

 **Grupo
Pueblo**



Evolucionando juntos

