



ESTACION EXPERIMENTAL  
AGROINDUSTRIAL  
OBISPO COLOMBRES  
Tucumán | Argentina

# Guía Técnica del Cañero

Editores

**Patricia A. Digonzelli**

**Eduardo R. Romero**

**Jorge Scandaliaris**

Tucumán - Argentina

Digonzelli, Patricia Andrea (ed.)  
Guía técnica del cañero / editores Patricia Andrea Digonzelli; Eduardo Raúl Romero; Jorge Scandaliaris. – 1a. ed. – Tucumán, Argentina: Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes, 2015.  
232 p. ; 16x21 cm.

ISBN 978-987-26238-1-4

1. Manual Técnico. I. Romero, Eduardo Raúl (ed.) II. Scandaliaris, Jorge (ed.) III. Título.  
CDU 633.61

Primera edición: abril 2015

**Estación Experimental  
Agroindustrial  
Obispo Colombes**

William Cross 3150  
Las Talitas - T4101XAC  
Tucumán - Argentina  
Tel: (54 381) 452 1000  
Fax: (54 381) 452 1008

[biblioteca@eeaoc.org.ar](mailto:biblioteca@eeaoc.org.ar)



[www.eeaoc.org.ar](http://www.eeaoc.org.ar)

Publicación sin fines comerciales. No está permitida su venta.

Todos los derechos reservados. Quedan rigurosamente prohibidas, sin autorización escrita de los titulares del copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamos públicos.

Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo del Programa para Incrementar la Competitividad del Sector Azucarero del NOA (PROICSA) financiado con recursos del Estado Nacional y de la CAF (Banco de Desarrollo de América Latina). El PROICSA es una iniciativa de la Unidad para el Cambio Rural (UCAR) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, para promover la competitividad del sector azucarero a través de una estrategia de transformación y diversificación productiva fundamentada en la creación de incentivos a la producción en un marco de sostenibilidad ambiental y social. El Programa está dirigido a todos los actores que componen el complejo sucro-alcoholero del noroeste argentino: la industria, los productores de caña de azúcar y sus organizaciones.





**ESTACION EXPERIMENTAL  
AGROINDUSTRIAL  
OBISPO COLOMBRES**

Tucumán | Argentina

## AUTORIDADES EEAOC

### **Presidente**

Sr. Juan José Budeguer

### **Vicepresidente**

Ing. Agr. Roberto Sánchez Loria

### **Directores**

Sr. Joaquín Daniel Gargiulo

Ing. Agr. José Ignacio Lobo Viaña

Ing. Qco. Alejandro Poviña

Ing. Agr. Fernando Carrera

Ing. Agr. Francisco Joaquín Estrada

Ing. Agr. Horacio Martínez

Sr. Luis Fernando Umana

Dra. Catalina Inés Lonac

### **Director Técnico**

Dr. Leonardo Daniel Ploper

### **Directores Asistentes**

**Tecnología Agropecuaria**

Ing. Agr. Jorge Scandaliaris

**Tecnología Industrial**

Ing. Qco. R. Marcelo Ruiz

**Disciplinas Especiales**

Lic. Eduardo Willink

**Administración y Servicios**

C.P.N. Julio Esper

### **Editor Responsable**

Dr. Leonardo Daniel Ploper

### **Comisión publicaciones y difusión**

Lic. Eduardo Willink

Ing. Agr. Amanda S. Blanco

Ing. Agr. Miguel A. Ahmed

Ing. Agr. Miguel Morandini

Ing. Agr. Patricia Digonzelli

Ing. Agr. Ignacio Olea

Ing. Mec. César Filippone

Dra. Paula Filippone





## Prólogo

El sistema de producción de la caña de azúcar, que perduró en gran medida hasta la década de los 60, requirió abundante mano de obra para poder plantar, cultivar, cosechar y transportar la producción de una hectárea de caña, estimándose para el año 1989 que eran necesarios 90 jornales/ha para completar el ciclo productivo. Este sistema altamente demandante de labores manuales hizo que nuestra zona cañera contara con una elevada cantidad de productores, los que en el año 1988 contabilizaban 13.231, la mayoría de ellos pequeños y medianos. Los cambios estructurales de la actividad azucarera en la década del 90 redujeron esa cifra a menos de la mitad, como consecuencia de las exigencias de contar con muy bajos costos de producción para adaptarse a los bajos ingresos de la explotación por la fuerte caída del precio del azúcar. Hoy en día sentimos la obligación de gestionar acciones que permitan afianzar al pequeño productor cañero en la actividad azucarera y energética de la provincia, para lo cual es necesario poner a su disposición herramientas que mejoren la productividad y la rentabilidad. Para optimizar su producción y sus perspectivas futuras dentro del sector, es esencial la incorporación de técnicas que tiendan a mejorar los rendimientos culturales y la calidad de materia prima, y al mismo tiempo reduzcan los costos de las labores, o aumenten su eficiencia. El Programa para Incrementar la Competitividad del Sector Azucarero (PROICSA), que generó e impulsa la UCAR, potenció las posibilidades de desarrollar actividades concretas a favor del pequeño productor, entre las cuales se encuentra la capacitación. En este sentido, la EEAOC hace un aporte adicional al programa a través de una publicación que resume sus experiencias de muchos años en el cultivo de la caña de azúcar. Consideramos que la GUÍA TÉCNICA DEL CAÑERO será de alto valor para acompañar este proceso superador del grupo de cañeros chicos que quiere seguir siendo uno de los pilares de la agroindustria de la caña de azúcar. Los momentos difíciles que vive hoy en día la Actividad Azucarera no deberían doblegar la voluntad del cañero en su afán de trabajar por un futuro mejor. Lejos de ello, y muy a pesar de las circunstancias, los convocamos para concentrar sus capacidades en continuar el camino de la incorporación de tecnología, para que la mejor condición productiva les permita abordar los problemas con mayores posibilidades de éxito, y les sirva además de plataforma para la construcción de un futuro promisorio.

**Ing. Agr. Jorge Scandaliaris**

Director Asistente en Tecnología Agropecuaria EEAOC

# Índice

---

|  | Pag. |
|--|------|
| <b>A</b> La caña de azúcar y su ambiente                                     | 11   |
| ■ A1. La planta de caña de azúcar  | 13   |
| ■ A2. Características y manejo de los suelos cañeros de Tucumán              | 21   |
| ■ A3. La caña de azúcar y el agua  | 37   |
| <b>B</b> Adversarios naturales de la caña de azúcar                          | 51   |
| ■ B1. Principales enfermedades en el cultivo de la caña de azúcar en Tucumán | 53   |
| ■ B2. Plagas que afectan al cultivo de caña de azúcar                        | 75   |
| ■ B3. Manejo de malezas en caña de azúcar                                    | 89   |
| ■ B4. Manejo de malezas con herramientas químicas                            | 97   |
| ■ B5. Heladas  | 115  |



Pag.



## La caña de azúcar como materia prima

123



C1. Variedades de caña de azúcar

125



C2. Caña semilla de alta calidad

129



C3. Calidad industrial de la caña de azúcar

155



## Manejo del cañaveral

165



D1. Plantación de la caña de azúcar

167



D2. Cultivo mecánico de la caña de azúcar

177



D3. Fertilización de la caña de azúcar

187



D4. Cosecha de la caña de azúcar

199



D5. Seguridad y buenas prácticas en uso de agroquímicos

215

- A1. La planta de caña de azúcar
- A2. Suelos
- A3. Agua

# A

## La caña de azúcar y su ambiente



Autores:

Dr. Agr. Romero, E. R.

Mg. Agr. Leggio Neme, M. F.

Mg. Agr. Digonzelli, P. A.

Ing. Agr. Giardina, J.

Ing. Agr. Sánchez Ducca, A.

Ing. Agr. Fernández de Ullivarri, J.

Ing. Agr. Casen, S. D.

Mg. Agr. Tonatto. J.

# A1

## La planta de caña de azúcar

### Generalidades

La caña de azúcar (*Saccharum spp. hybrid*) es un cultivo de zonas tropicales y subtropicales, responsable del 78% de la producción mundial de azúcar. Se extiende, entre los 36,5° de latitud Norte (España) hasta los 31° de latitud Sur (Uruguay, Australia). Su capacidad productiva varía entre las zonas cañeras tropicales y subtropicales, de 40 a 150 t de caña / ha y de 3,5 a 15 t de azúcar /ha.

Las variedades comerciales son híbridos complejos de *S. robustum*, *S. officinarum* y *S. spontaneum* y en algunos cruzamientos también se incluye a *S. barberi* y *S. sinense*.

*S. officinarum* o “caña noble” –llamada así por su alto contenido de azúcar en el

jugo, mayor grosor de los tallos y menor cantidad de fibra–, fue seleccionada por culturas de la edad de piedra en Nueva Guinea. Luego se difundió a través del Pacífico al sudeste de Asia, hasta arribar a Europa.

En el siglo XVI, esta caña fue llevada al continente americano por viajeros españoles y portugueses, aunque recién en el siglo XVIII se introdujeron cultivares de *S. officinarum* de mejor adaptación.

La caña de azúcar es una especie perenne –vive más de dos años–, de crecimiento erecto y macolladora. Pertenece a la familia de las Gramíneas o Poáceas. Si bien el principal producto de la caña es el azúcar (sacarosa), también puede obtenerse de ésta alcohol etílico, fibra y otros derivados de importancia económica y energética.

## Partes de la planta

Las partes básicas de una planta, que determinan su forma, son: la raíz, el tallo, la hoja y la flor. Todas cumplen una función específica y están estrechamente relacionadas entre sí.

## En la caña de azúcar ¿Qué función cumple cada parte?

**1 Raíz:** constituye el anclaje de la planta y el medio para la absorción de nutrientes y agua del suelo. Existen dos tipos de raíces:

**a) Raíces de la estaca original:** se originan a partir de la estaca que se planta o siembra. Son delgadas, muy ramificadas y su período de vida llega hasta el momento en que aparecen las raíces en los nuevos brotes (aproximadamente tres meses después de la plantación).

**b) Raíces del brote:** son numerosas, gruesas, de rápido crecimiento y su proliferación avanza con el desarrollo de la planta. La cantidad, longitud y edad de estas raíces dependen de las variedades y de los factores ambientales, como el tipo de suelo y la humedad.

**2 Tallo:** es el órgano más importante de la planta; en él se almacenan los azúcares y es la parte utilizada para la propagación comercial del cultivo. El tamaño y la longitud de los tallos dependen, en gran medida, de las condiciones agroecológicas de la zona donde se cultiva la caña y del manejo que se brinde al cañaveral. El tallo se denomina primario, secundario, terciario, etc., según provenga de las yemas del material vegetativo original, del tallo primario o de los tallos secundarios, respectivamente (Figura 1).

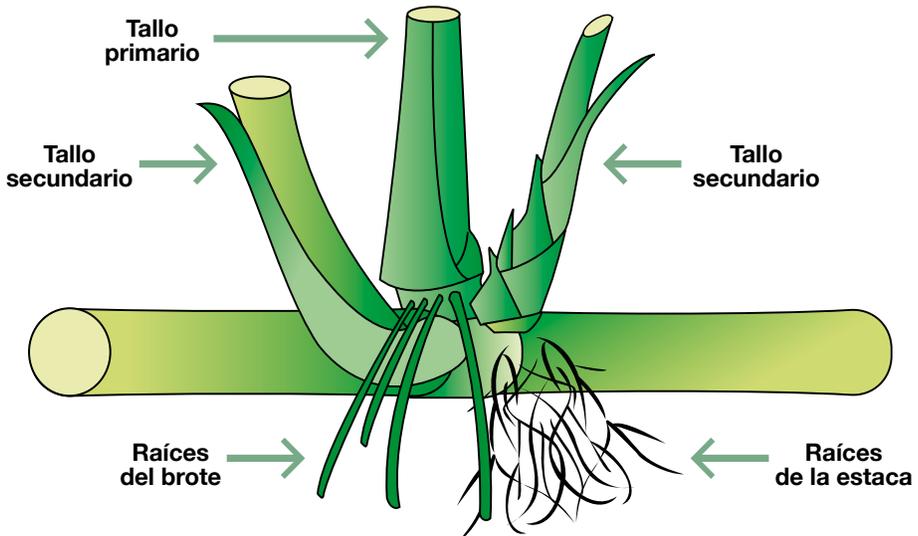


Figura 1. Diferentes tipos de tallos y de raíces en la caña de azúcar.

Los tallos de la caña de azúcar están formados por nudos, que se encuentran separados por entrenudos, en los que se desarrollan las yemas y las hojas.

En el tallo se distribuye y almacena el azúcar, acumulándose primero en los entrenudos inferiores y disminuyendo su concentración a medida que se asciende hacia la parte superior del tallo. También, en cada nudo del tallo, hay una yema y un número variable de hileras de primordios radiculares. Luego de la plantación o después de la cosecha, de estas yemas surgen los brotes primarios que dan inicio al establecimiento del nuevo cañaveral.

**3 Hoja:** las hojas de la caña de azúcar se originan en los nudos y se distribuyen en posiciones alternas a lo largo del tallo, a medida que éste crece. Cada hoja está formada por la lámina (o limbo) y la vaina. La unión entre estas dos partes se denomina cuello, donde se encuentran la lígula y las aurículas, éstas últimas con una pubescencia variable. La forma y el color de la lígula, así como la forma de las aurículas y su grado de desarrollo, son características importantes en la diferenciación de las variedades de caña de azúcar.

La hoja o lámina foliar es la parte más importante para el proceso de la fotosíntesis y su disposición en la planta difiere con las variedades, siendo las más comunes la pendulosa y la erecta.

**4 Inflorescencia:** para que la floración o fase reproductiva se produzca, tienen que darse ciertas condiciones de

horas de luz y oscuridad, temperatura ambiente, disponibilidad de agua y nutrientes y edad de la planta.

La inflorescencia de la caña de azúcar es una panícula sedosa de forma piramidal. Está constituida por un eje principal y ejes secundarios con articulaciones en las cuales se insertan las espiguillas, una frente de la otra. La flor es hermafrodita y el fruto es un fruto semilla llamado cariopse de tamaño muy pequeño.

### Caracterización del cultivo

La dinámica de desarrollo de un cultivo influye de manera decisiva en el rendimiento durante la cosecha, ya que condiciona el período de crecimiento de los distintos órganos y el grado de aprovechamiento que la planta puede hacer de los recursos ambientales y de los beneficios de un buen manejo agronómico.

**El ambiente (suelo y clima) constituye el marco en el que se desarrolla y crece el cultivo, definiendo las limitaciones y disponibilidades de los recursos agroecológicos.**

**Por su parte, la tecnología (las prácticas de manejo de los cultivos y el uso adecuado de las variedades), tiende a minimizar esas limitaciones y a favorecer el aprovechamiento de los recursos ambientales disponibles.**

## ¿Cuáles son los requerimientos ambientales para el crecimiento del cultivo?

**La caña de azúcar se adapta a un amplio abanico de climas tropicales y subtropicales, sin embargo, no tolera temperaturas de congelamiento (bajo 0°C) y el crecimiento prácticamente se detiene por debajo de los 10-12°C. Se desarrolla satisfactoriamente en una variedad de tipos de suelos, aunque los más adecuados son los de textura franca o franco-arcillosa, bien drenados. Al tratarse de un cultivo que extrae grandes cantidades de nitrógeno y potasio del suelo, demanda suelos bien provistos de nutrientes o de alta fertilidad.**

En cuanto a la **temperatura**, cada fase de crecimiento tiene exigencias diferentes.

La brotación de las yemas se inicia o activa con temperaturas superiores

a 10°C, aunque es lenta hasta los 16-18°C, generalizándose cuando los valores superan los 20°C.

Durante el período de gran crecimiento, el desarrollo vegetativo puede verse afectado por temperaturas inferiores a 16-17°C, siendo óptimos valores entre los 28-35°C. La caña de azúcar puede soportar temperaturas máximas de 45-50°C, aunque esto provoca retrasos en su crecimiento.

La **radiación solar**, por su incidencia en la fotosíntesis de la planta, es otro factor importante que determina el nivel de crecimiento y la acumulación de materia seca. En general, intensidades crecientes de radiación solar se asocian con aumentos en la producción de caña y de azúcar.

Otro factor decisivo es la **disponibilidad de agua**.

Al ser un cultivo que produce gran cantidad de material vegetal por unidad de superficie, requiere de grandes volúmenes de agua. El consumo de agua de un cañaveral varía en cada fase de crecimiento, alcanzando los valores máximos durante el llamado “período de gran crecimiento”, que tiene lugar entre diciembre y marzo.

**En general, en las etapas relacionadas con los procesos de crecimiento del cañaveral (brotación, macollaje y gran crecimiento), para alcanzar altas producciones de caña de azúcar (elevado rendimiento cultural) se necesitan condiciones de luminosidad elevadas, temperaturas entre 30-35° C y buena disponibilidad de agua y nutrientes, especialmente nitrógeno.**

**Una estación otoño-invernal con baja humedad atmosférica y del suelo, escasas precipitaciones, alta insolación y gran amplitud térmica –con días frescos pero**

libres de heladas–, resulta óptima para alcanzar elevados contenidos de sacarosa y favorecer una cosecha eficiente y un adecuado transporte de la materia prima.

## ¿Cuáles son las fases del cultivo?

Las fases que caracterizan el crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar, son:

1. Emergencia y establecimiento de la población inicial de tallos.
2. Macollaje y cierre del cañaveral.
3. Determinación del rendimiento cultural.
4. Maduración y definición de la producción de azúcar.

### 1 Fase de emergencia y establecimiento de la población inicial de tallos

Tradicionalmente denominada “**brotación**”. Se destaca por la emergencia sucesiva y el mantenimiento temporal de los tallos primarios. Esta fase está condicionada por la temperatura y el comportamiento de las variedades.

### 2 Fase de macollaje y cierre del cañaveral

El “**macollaje**” es una fase de gran importancia en la definición del rendimiento, ya que es el momento en que se establece el número **potencial** de órganos cosechables (tallos).



Su principal característica es el rápido aumento de la población total de tallos.

La intensidad y calidad de la radiación solar incidente ejerce un rol central en la regulación del macollaje. Otros factores destacables son: la temperatura, la disponibilidad de agua y nutrientes (especialmente el nitrógeno), las características de la variedad, la competencia con las malezas y los efectos de las plagas y enfermedades, entre otros. **Esta fase finaliza con el cierre del cañaveral.**

### 3 Fase de determinación del rendimiento cultural

El nombre tradicional de esta fase es **“período de gran crecimiento”**. En este período se define la producción de caña, al establecerse 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.**

Con el “cierre del cañaveral” (finalización de la fase de macollaje) se desencadena una severa competencia entre los tallos, que ocasiona la muerte de muchos de ellos, provocando una disminución significativa de la población establecida durante el macollaje.

La fecha de inicio de esta fase, su intensidad y duración, depende de los factores ambientales, que están estrechamente relacionados con la época de plantación o de cosecha del ciclo anterior y por el manejo suministrado al cañaveral.

### 4 Fase de maduración y definición de la producción de azúcar

En esta etapa se define el contenido final de sacarosa en los tallos y la producción de azúcar por unidad de área. Esto va acompañado de una disminución progresiva en el ritmo de crecimiento de los tallos y de la conservación de hojas fotosintetizando, lo que le permite a la caña almacenar una parte importante



del azúcar que produce. Esta actividad de las hojas es transitoria, ya que posteriormente las hojas entran en un período de envejecimiento, agudizado por la ocurrencia de bajas temperaturas.

**Las fases del ciclo del cultivo ocurren sucesivamente y con una cierta superposición. La duración total del ciclo o de cada fase en particular no es cronológicamente constante, notándose modificaciones entre variedades y por efecto de las condiciones ambientales y del manejo.**





Autores:

M. Sc. Sanzano, A.

Ing. Agr. Aranda, N.

Ing. Agr. Arroyo, E.

M. Sc. Sosa, F.

Ing. Agr. Romero, J.

Ing. Agr. Sotomayor, C.

Ing. Agr. Correa, R.

Ing. Agr. Hernández, C.

Mg. Agr. Morandini, M.

Lic. Rojas Quinteros, H.

# A2

## Características y manejo de los suelos cañeros de Tucumán

### ¿Qué es el suelo?

El suelo es un recurso natural que contiene agua y nutrientes indispensables para los seres vivos. Los seres humanos dependemos tanto del suelo que prácticamente no hay actividad que no se relacione con él. La producción de alimentos y textiles, la crianza de animales, la plantación de árboles, la obtención de agua y de algunos recursos minerales, entre otras cosas, provienen del suelo. El rendimiento de la caña de azúcar es el resultado final de varias condiciones, entre las cuales las características y propiedades de los suelos están entre las más importantes (Figura 1).

**El suelo no es un cuerpo estático, contiene vida y se mantiene en una relación dinámica con el medio que lo rodea; continuamente se está formando suelo y, al mismo tiempo, destruyéndose.**

Ante la pregunta si el suelo es un recurso natural renovable, la respuesta debiera ser sí, pero la realidad es que, en muchos

casos, el uso intensivo e inapropiado, es lo que lo ha convertido en un recurso no renovable, debido a que la velocidad con la que se degrada es mayor que la velocidad con la que se forma el suelo.



Figura 1. Perfil de suelo cultivado con caña de azúcar.

El suelo es un sistema heterogéneo compuesto de tres fases: una sólida, una líquida y otra gaseosa. A su vez, la fracción sólida está compuesta por una parte mineral o inorgánica y otra, orgánica (Figura 2).

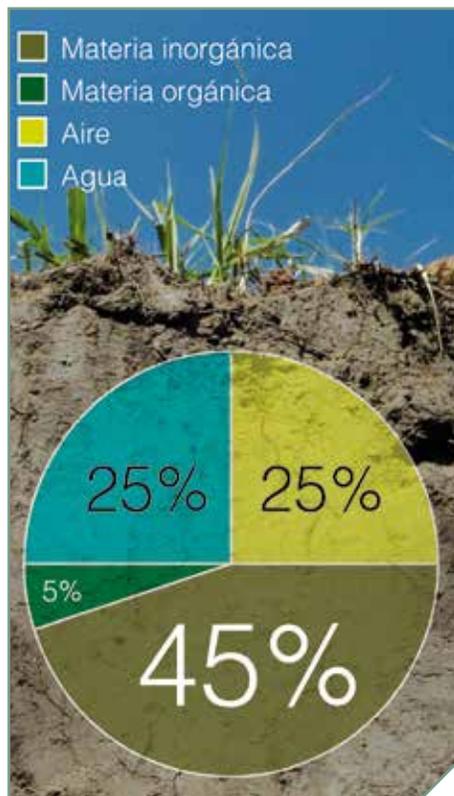


Figura 2. Las fases del suelo.

### ¿Cuál es la importancia del suelo en la agricultura?

En la mayoría de los casos, los agricultores centran su atención en la parte aérea de las plantas, vinculada con el rendimiento del cultivo. Sin embargo, debajo de la superficie, es

decir, en el suelo, existe un mundo extraordinariamente complejo que sirve de medio para el crecimiento de las plantas y que, junto con otros factores naturales y de manejo, condicionan el rendimiento de las cosechas.

En el suelo están los nutrientes que las plantas necesitan para su crecimiento, está almacenada el agua de lluvia o de riego que las plantas absorben junto con los nutrientes y está el aire, que contiene el oxígeno que las raíces necesitan para respirar.

El suelo es el soporte físico que sirve de anclaje a las raíces del cultivo. En el suelo también viven los micro y mesoorganismos que son capaces de descomponer y transformar la materia orgánica en nutrientes para las plantas.

Entre los principales problemas que afectan a los suelos agrícolas, incluyendo los suelos cañeros de Tucumán, se pueden mencionar: falta de reposición de nutrientes, erosión, compactación, salinización, desertificación, contaminación y urbanización.

Más adelante, se verá el apartado referido al uso y manejo de los suelos que presentan algunos de los problemas aquí enumerados.

Como la mayor parte de las actividades productivas tienen lugar en una delgada capa de suelo, a veces, de no más de 20 o 30 cm, comúnmente llamada capa arable, el hombre debe cuidar el suelo, de modo tal que los sistemas de producción sean sustentables y contribuyan con la subsistencia humana.

## ■ ¿La caña de azúcar es muy exigente con la calidad del suelo?

La caña de azúcar no exige un tipo específico de suelo. Se la puede cultivar exitosamente en diversas clases de “tierra”. Sin embargo, existen algunas características que podrían considerarse “ideales” para el cultivo. Estas son: suelos bien drenados (con las tres fases bien proporcionadas), blandos (no compactados) y profundos, para que las raíces puedan desarrollarse y asegurar la nutrición de las plantas. Los suelos deben ser permeables y porosos, a fin de permitir el drenaje del agua excedente a las capas inferiores y, al mismo tiempo, tener la capacidad de retener la cantidad de aire y agua suficiente para que las raíces puedan respirar y absorber el agua que el cultivo necesita. En cuanto al pH (medida de la acidez o alcalinidad del suelo), éste debe permanecer en un rango entre 5 y 8, sin presencia de sales y/o calcáreo.

Es importante que el suelo contenga todos los elementos minerales indispensables para la nutrición de la caña de azúcar y que estos elementos estén suficientemente fijados al suelo para evitar su pérdida hacia capas profundas, fuera del alcance de las raíces, pero sin retenerlos tan exageradamente que la planta no pueda tomarlos en el momento en que los necesita.

El suelo también debe ser el hábitat de los microorganismos necesarios para transformar la materia orgánica en minerales útiles para la planta. Además, un buen suelo debe facilitar la realización de las labores agrícolas, sin que esto se traduzca en impactos negativos o

respuestas desfavorables al uso que el hombre haga del mismo.

**Por supuesto, es difícil que un suelo cumpla todos estos requisitos, por lo que resulta necesario conocer el modo más conveniente de manejarlos, a fin de mejorar sus propiedades o de mantener sus buenas cualidades, evitando impactos desfavorables, de manera tal que podamos obtener rendimientos económicos en forma sostenida.**

## ■ ¿En qué regiones de Tucumán se cultiva caña?

El cultivo de la caña de azúcar se extiende por distintas regiones de la provincia de Tucumán (Figura 3), cada una con características climáticas y de suelo particulares, lo que genera diferentes condiciones y aptitudes para el cultivo.

**Las diferentes características y cualidades del suelo pueden ser determinantes para la obtención de producciones distintas, de allí la importancia de que los técnicos y productores cañeros las tengan en cuenta, para decidir cuáles son las tecnologías de manejo más apropiadas para cada situación en particular.**

En este capítulo se describen las características más importantes que presentan los suelos de las diferentes regiones donde se cultiva la caña de azúcar en Tucumán y se brindan las recomendaciones de manejo apropiadas para cada caso.

Más del 90% de la caña de azúcar en Tucumán se cultiva en las regiones del Pedemonte, la Llanura Central o Deprimida y la Llanura Chacopampeana. Estas regiones, aunque se encuentran a corta distancia unas de otras, poseen características de suelo, clima y relieve muy contrastantes.

Es importante entonces, tener en claro que no pueden ni deben hacerse recomendaciones sobre manejo de suelos de carácter general, sin considerar el ambiente en donde se está desarrollando el cultivo.

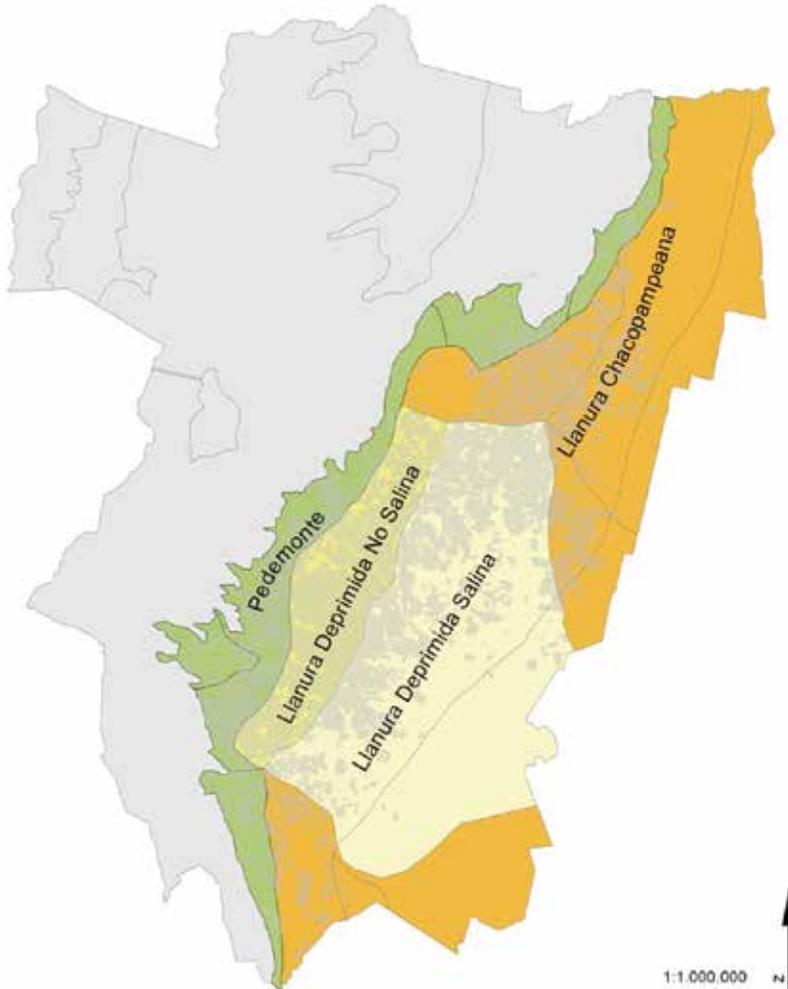


Figura 3. Regiones Agroecológicas de Tucumán en las que se cultiva caña de azúcar.

## Los suelos del Pedemonte

La región del Pedemonte cañero se extiende a lo largo del faldeo de las Sierras del Aconquija, en los departamentos Lules, Famaillá, Monteros, Chicligasta, Río Chico y Alberdi.

Los suelos dominantes del área son bastante heterogéneos en cuanto a su textura, aunque existe un predominio de texturas francas y franco arenosas, con presencia importante, en algunos casos, de gravas (pequeñas piedras) en el perfil del suelo.

Debido a su textura gruesa, son suelos muy permeables que facilitan la rápida infiltración del agua de lluvia, pero también pierden una buena parte del agua que reciben al drenarse hacia las capas profundas, donde no llegan las raíces del cultivo. En estos suelos de baja capacidad de retención, el agua útil almacenada, es decir, que sirve para las plantas, es escasa, por lo tanto es necesario implementar medidas tendientes a conservar el agua en el interior del suelo hasta que la planta

la utilice. El pH de la mayoría de los suelos del Pedemonte suele estar entre 5 y 6,5, es decir, dentro del rango de suelos caracterizados como fuertemente ácidos a ligeramente ácidos. Con estos valores de acidez, la absorción de algunos nutrientes, como el nitrógeno, puede resultar afectada. Hay que tener en cuenta que la caña de azúcar toma 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 de 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%. Es evidente que cuando las pendientes son mayores, el escurrimiento superficial aumenta, siendo menor la cantidad de agua que infiltra hacia el interior del suelo (Figura 4).



Figura 4. Esquema de la relación entre escurrimiento e infiltración.

## ¿Cómo manejar estos suelos?

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.

El manejo del suelo debe hacerse tomando en consideración las limitaciones expuestas anteriormente.

Para el control de la erosión hídrica a nivel de lote, pueden aplicarse tecnologías sencillas, que permitan controlar la velocidad del escurrimiento superficial. Una recomendación, en estos casos, es la preparación del terreno y la plantación de la caña de azúcar en curvas de nivel (Figura 5).

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. La realización temprana de las labores de preparación y de plantación, evitan que el suelo quede desnudo al inicio del período de lluvias, disminuyendo el riesgo de erosión. La conservación de la maloja sobre la superficie después de la cosecha protege al suelo del impacto de las gotas de lluvia, mejora la infiltración del agua en el suelo, reduce el escurrimiento superficial y, por lo tanto, la erosión hídrica. En resumen, los 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 aún cuando el terreno haya sido sistematizado en curvas de nivel, ya que ambas tecnologías resultan complementarias para el control de la erosión hídrica.



Figura 5. Cultivo de caña en curvas de nivel.

**Es recomendable la cosecha en verde sin quema posterior del residuo. Esta medida no solo evita la pérdida de suelo, sino que además contribuye a incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, al permitir la incorporación lenta y sostenida de esos residuos (Figura 6).**

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 mejorar la eficiencia del sistema. Tanto la pendiente de los surcos como el caudal de agua son parámetros que han sido bien definidos por los especialistas y que hay que tener en cuenta, para evitar los efectos erosivos del agua de riego.

## Los suelos de la Llanura Chacopampeana

En esta región, el cultivo de la caña de azúcar se extiende principalmente sobre el sector Oeste de la llanura (oeste de los departamentos Burreuyacu 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.

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 %.



Figura 6. Residuo de la cosecha en verde del cañaveral que se deja sobre la superficie del suelo.

En el sector Este de estos mismos departamentos, se encuentran suelos muy homogéneos en su composición textural: franco limosos 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).

Un problema que puede darse en estos suelos es la formación de capas compactadas sub-superficiales, también llamadas pie de arado, que pueden ocasionar dificultades para la exploración radicular y el movimiento del agua y los nutrientes (Figura 7). En estos casos, es imprescindible un diagnóstico de situación para cada lote en particular, evaluando propiedades físicas del suelo tales como resistencia a la penetración, densidad aparente, porosidad e infiltración.

**De comprobarse la existencia de este problema, se recomienda la utilización de equipos descompactadores, preferentemente durante el período de preparación del suelo.** Con el cañaveral ya implantado y a medida que aumenta la edad y el volumen de la cepa, el uso de estos equipos debe restringirse a la trocha para evitar dañar las raíces de la caña.

**Las consideraciones hechas sobre los problemas de compactación del suelo son válidas para todas las regiones cañeras de Tucumán.**

## ¿Cómo manejar estos suelos?

Los suelos de la región ofrecen escasas o nulas limitaciones para el cultivo de la caña de azúcar. Sin embargo, en algunas áreas se ha detectado un bajo contenido de fósforo disponible en el horizonte superficial. 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. Esta situación se acentúa a medida que se avanza hacia el Este de la región. También hay que señalar que el riesgo de heladas se incrementa en el mismo sentido que el déficit hídrico, lo que condiciona fuertemente la producción sostenible de caña de azúcar. Estos dos parámetros climáticos, régimen de precipitaciones y temperaturas, le dan al sector Este de la provincia, un carácter marginal para el cultivo.

Aunque el suelo no posee limitantes para el cultivo de la caña de azúcar, es importante minimizar los riesgos de déficits hídricos estacionales prolongados.

La reducción de las pérdidas de la humedad del suelo, particularmente en los primeros centímetros de profundidad, favorece la emergencia y el crecimiento inicial de la caña, siempre que los requerimientos de temperatura hayan sido satisfechos.



Figura 7. Pie de arado en un suelo cañero.

El manejo del suelo en esta región debe tender al mantenimiento de los niveles de fertilidad del mismo. Se recomienda la reposición de nutrientes, ya sea a través de la fertilización tradicional o por medio del uso de abonos orgánicos como la cachaza. La finalidad es mejorar el balance de nutrientes del suelo, buscando igualar las entradas con las salidas. Para ello, es necesario ajustar la dosis y el tipo de fertilizante, según un diagnóstico que tome en cuenta el análisis del suelo y los niveles de producción esperados.

**El agricultor cañero debe recordar que cuánto más altos son los rendimientos de la caña de azúcar, más altos son también los requerimientos nutricionales de la misma.**

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

### **Los suelos de la región de la Llanura Deprimida**

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 Lules, Famaillá, Monteros, Chicligasta, Simoca y Leales.

**La característica dominante de la región es la presencia de una capa freática que fluctúa durante el año a relativamente poca profundidad (Figura 8).**



Figura 8. Perfil de suelo que muestra una capa freática a poca profundidad.

Esta capa freática puede ser de “agua dulce” o estar cargada de sales. Esto genera dos áreas, una de suelos no salinos, hacia el Oeste, y otra de suelos salinos, en el Este de la región.

En el área no afectada por sales, el exceso de agua varía debido a la presencia generalizada de una capa freática cuyas profundidades fluctúan según las zonas. En algunos lugares, en los períodos de máximo ascenso, la capa freática puede hallarse a menos de 50 cm de profundidad e, incluso, en años muy húmedos puede aflorar a la superficie, en los sectores más bajos del terreno.

En los sitios mejor drenados, generalmente los sectores más altos y con suelos más arenosos, el agua puede localizarse a profundidades superiores a los 3 m. Las fluctuaciones de esta capa freática responden fundamentalmente al régimen de lluvias, es decir que se

encuentra más cerca de la superficie en marzo-abril, mientras que está más profunda durante la primavera.

Los suelos de esta región son muy heterogéneos en cuanto a su textura, por lo que es común encontrar lotes “overos”, 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.** Esta variedad de texturas se observa también en profundidad, encontrándose en algunos casos, suelos que presentan una sucesión de tres o más capas de texturas distintas.

El sector salino de la Llanura Deprimida se ubica al Este del sector anterior (al Este del río Salí) y 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 contenido de sales, que es mayor en este caso, 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.** A partir de este valor, el rendimiento del cultivo declina, debido a que la presencia elevada de sales en el suelo impide la normal toma de agua y de nutrientes. En estos casos, puede observarse desde crecimiento achaparrado y hojas necróticas con puntas o márgenes corchosos, hasta menor macollaje y menor crecimiento de raíces, o reducción en el largo de los canutos y en el grosor de los tallos (Figura 9 a y b).

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 o álcalis 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.

### ¿Cómo manejar estos suelos?

La principal limitante de esta región es la acumulación de excesos de agua y su



Figura 9. Manchón de salitre con grama y suncho (a) y caña de pobre crecimiento (b).

lenta eliminación que, en muchos casos, es responsable de la disminución del rendimiento del cañaveral. En los sectores más chatos y, especialmente, en suelos con bastante arcilla, el agua de la capa freática permanece estancada y es de lenta movilidad. Este exceso de agua provoca la asfixia de las raíces del cultivo 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 –especialmente, la cosecha– 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.

La caña de azúcar es una especie sensible a los excesos de agua en el suelo durante períodos prolongados. Tal es así, que en años con precipitaciones superiores a las normales se han observado bajas en los rendimientos, mientras que en años más secos, la capa freática puede aportar los requerimientos de agua del cultivo, disminuyendo el estrés hídrico e impactando favorablemente en los rendimientos.

Si los problemas de anegamiento son menores, se pueden poner en práctica soluciones con costos accesibles para la economía del productor.

**Una práctica de manejo sencilla y económica 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.**

Si, en cambio, la solución es bajar el nivel de la capa freática –y, con ello, permitir el lavado de las sales–, una alternativa para lograr resultados más efectivos y permanentes es la realización de canales de drenaje. En este caso, los trabajos deben ser afrontados por grupos de productores dentro de una misma área. La aplicación de tecnologías de drenaje sub-superficiales incluye movimientos de suelo, obras de ingeniería (puentes, alcantarillas, etc.) y tareas de mantenimiento, cuyo costo deberá evaluarse en cada situación (Figura 10).

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 la evaporación superficial. 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.



Figura 10. Canal de desagüe para evacuar el exceso de agua.

En estos casos, la práctica de dejar el residuo en superficie después de la cosecha no es recomendable. En esta situación lo aconsejable es retirar el residuo del campo (enfardado) para destinarlo a otros fines o incorporarlo parcial o totalmente al suelo utilizando equipos cultivadores.

### ¿Cómo conocer los suelos de cultivo?

Para conocer las características y propiedades de los suelos de cultivo, se utiliza una herramienta muy importante: **el análisis de suelo**.

El análisis de suelo permite determinar el contenido de materia orgánica y conocer la oferta de nutrientes, saber si el suelo es

ácido o alcalino, si tiene un contenido de sales o de calcáreo que pueda afectar el crecimiento del cultivo, si es capaz de almacenar más o menos agua, etc.; datos imprescindibles para que el técnico pueda realizar la recomendación adecuada de manejo para cada caso en particular.

Para que un análisis sea confiable, es imprescindible que se realice previamente un buen muestreo del lote que se pretende conocer (Figura 11). Si la muestra de suelo no se toma correctamente, los resultados del análisis serán erróneos y, por lo tanto, también serán equivocadas las recomendaciones sugeridas. Un buen muestreo de suelos debe cumplir una serie de requisitos:

a) Eliminar la cobertura vegetal, dejando perfectamente limpio el punto de muestreo.

b) El instrumento utilizado para la extracción de la muestra (pala o barreno) debe estar limpio, así como la bolsa destinada para la recolección. Evite usar bolsas de agroquímicos, especialmente de fertilizantes

c) Es muy importante que el área a ser muestreada sea lo más homogénea posible (por ejemplo, si el lote tiene lomas y bajos, deben muestrearse por separado).

d) Evitar la toma de muestra cerca de callejones, canales de riego o desagües y alambrados, como tampoco en áreas donde se haya volcado cualquier tipo de residuo.

e) Caminar el lote o cada parte homogénea de él en forma de zig-zag tratando de recorrer la mayor área posible como se indica en la Figura 12. Una muestra compuesta de cada lote o sector de lote suele ser suficiente para lograr una buena representatividad.

f) Para una muestra completa, todas las extracciones de suelo deben ser obtenidas de igual profundidad y con el mismo volumen.

g) La profundidad aconsejada del muestreo es, generalmente, la de la capa arable (0-30 cm), aunque en las áreas con capa freática o con presencia de sales es conveniente extraer una segunda profundidad (30-60 cm).



Figura 11. Uso de la pala barreno y muestras extraídas para llevar al laboratorio.

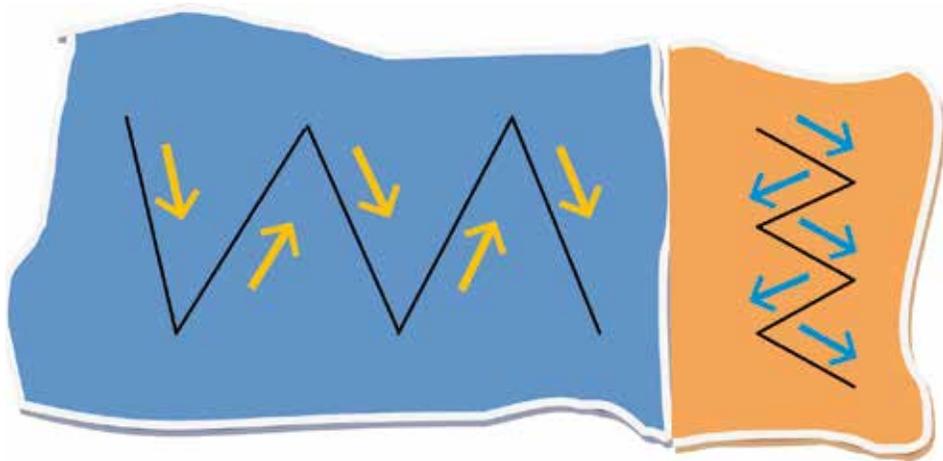


Figura 12. Ejemplo de lote con dos sectores que se muestrean separados.

El muestreo y análisis de suelo es imprescindible para realizar un diagnóstico correcto de las aptitudes y limitaciones de un suelo para el cultivo de la caña de azúcar y dar las recomendaciones más adecuadas para cada caso (Figura 13).

**Recuerde que la producción de caña y de azúcar por hectárea es el resultado final de varios factores. Se pueden lograr los más altos rendimientos posibles en cada ambiente con buenas prácticas agronómicas que incluyan el uso responsable del recurso suelo.**

Extracción de muestras

Análisis de laboratorio

Diagnóstico de aptitudes

Recomendación de uso y manejo del suelo

Figura 13. Pasos a seguir para recomendación de uso y manejo del suelo.



Autores:

Dr. Agr. Romero, E. R.

Mg. Agr. Digonzelli, P. A.

Mg. Agr. Leggio Neme, M. F.

Ing. Agr. Sánchez Ducca, A.

Ing. Agr. Fernández de Ullivarri, J.

Dra. Cs. Biol. Tórtora, L.

Lic. Grellet Naval, N.

Lic. Vera, L.

# A3

## La caña de azúcar y el agua

### Introducción

El agua es uno de los elementos más comunes y más importantes sobre la superficie de la tierra, esencial para la existencia de la vida.

Los vegetales y muchos otros seres vivos dependen del agua disponible más que de cualquier otro factor ambiental para sobrevivir.

### ¿Qué funciones tiene el agua en las plantas?

El agua cumple las siguientes funciones fundamentales para la vida de las plantas:

**1. Constituyente esencial:** es la sustancia más importante de las células y tejidos vegetales, constituyendo entre el 70% y el 95% del peso fresco de las plantas herbáceas y más del 50%

en las plantas leñosas. Además, es un componente esencial de muchas de las sustancias contenidas en tejidos y órganos.

**2. Solvente:** en el agua se disuelven numerosas sustancias inorgánicas, orgánicas e incluso gases como el oxígeno y el anhídrido carbónico; de esta manera, entran y salen de los tejidos y órganos, así como desde el suelo hacia el interior de las plantas. El agua, en su forma líquida, permite la difusión y el flujo masivo de solutos que transportan y distribuyen nutrientes y asimilados a toda la planta.

**3. Reactante:** participa, activa y directamente, en numerosas reacciones químicas en distintos procesos metabólicos como la fotosíntesis y la respiración. Además, constituye el medio en el cual tienen lugar todas las reacciones bioquímicas.

#### 4. Mantenimiento del balance hídrico

**celular:** la disponibilidad de agua resulta esencial para el crecimiento, en número y tamaño, de las células de tejidos y órganos. Por ello, el mantenimiento del equilibrio entre la absorción, transporte y pérdida de agua, representa un importante desafío para asegurar el crecimiento, la acumulación de biomasa y la productividad de los cultivos.

El agua es el principal componente de los tejidos que forman las plantas (más del 85%) y es un factor clave para el cumplimiento de sus funciones vitales.

#### ¿Es importante el agua para la producción agrícola?

Sin duda, el agua es el recurso natural que más incide en la producción de alimentos en el mundo y uno de los factores ambientales que más limita y condiciona la producción agrícola, debido a que los cultivos requieren de grandes cantidades de agua para crecer, desarrollarse y producir dependiendo de la variabilidad de las precipitaciones. La mayor parte del agua absorbida por las raíces es transportada hacia la parte aérea y evaporada por la superficie de las hojas (alrededor del 97%); a esta pérdida de agua en forma de vapor se la denomina **transpiración**.

En contraste, una pequeña cantidad del agua absorbida por las raíces permanece en la planta para hidratarla, mantener la turgencia y usarse en procesos de crecimiento (2%) y bioquímicos (1%), como las reacciones de la fotosíntesis u otras reacciones metabólicas.

La cantidad de agua que circula por la planta cada día es de 1 a 10 veces más que la que utiliza para crecer en altura o en superficie de hojas, y de 100 a 1000 veces más que la que utiliza en la fotosíntesis.

Para tener una idea de la magnitud del volumen de agua que se mueve del suelo a la atmósfera conviene, a modo de ejemplo, considerar un cañaveral en pleno crecimiento durante un período de 150 días y bien provisto de agua en el suelo. En esta situación, el cultivo tiene un requerimiento diario (evapotranspiración) promedio de 4 mm por día, valor que implica un consumo de agua de unos 40.000 litros por ha, es decir, de 6 millones de litros de agua por ha en 150 días –el equivalente volumétrico de un milímetro de precipitación es de un litro por metro cuadrado, es decir 10.000 l/ha–.

El agua es el recurso natural que más limita la producción agrícola, en especial la de los cultivos extensivos en secano y, por lo tanto, debemos aprender a producir haciendo un uso eficiente de este recurso escaso.

#### ¿Cómo se determina el requerimiento de agua de un cultivo?

Las necesidades de agua responden a un balance entre el aporte de las lluvias más el agua almacenada en la zona radicular al comienzo del período de crecimiento y las pérdidas por evaporación y transpiración

(evapotranspiración). En caso de existir una capa freática próxima a la superficie del suelo, cosa que ocurre en una amplia superficie del área cañera de Tucumán (Llanura Deprimida), ésta también hace aportes al cultivo dependiendo de la profundidad a la que se encuentre y de algunas características de los suelos.

El manejo de la economía hídrica puede realizarse mediante el riego y prácticas agrícolas adecuadas, tales como rotación de cultivos, mantenimiento de los residuos de cosecha, sistema verticales y mínimos de labranza, fertilización y control de malezas, entre otros, tratando siempre de favorecer el almacenamiento de agua en el suelo y reducir las pérdidas (Figura 1).

Las variables más importantes que participan de este balance son:

**1 Evapotranspiración:** son las pérdidas de humedad derivadas de la evaporación directa del suelo, de los charcos que quedan después de una lluvia y del agua retenida en el follaje, sumadas a las pérdidas por la “transpiración” del cañaveral a partir del agua absorbida por las raíces.

La magnitud de la evapotranspiración depende del contenido de humedad del suelo, de la radiación solar incidente (nubosidad, latitud, altitud, época del año y hora del día), de la capacidad evaporante del aire (temperatura, humedad relativa y viento), del desarrollo del follaje de la caña de azúcar y del grado de cobertura del suelo con

residuos de cosecha. Este último factor es muy importante en la primavera, cuando la caña tiene poco desarrollo del follaje o área foliar, y entonces los residuos que deja la cosecha reducen las pérdidas por evaporación desde el suelo.

**2 Lluvias:** el agua de lluvia sigue constituyendo el principal aporte, aunque solo una parte es almacenada en el suelo para ser tomada por las raíces del cultivo. A esta se denomina precipitación efectiva.

Los principales destinos de la lluvia son:

- **Pérdidas por evaporación directa:** desde los charcos, la superficie del suelo y lo retenido por el follaje del cultivo.
- **Infiltración:** el agua que se filtra y se almacena en la zona de crecimiento de las raíces pasa a constituir una reserva hídrica para el cultivo.
- **Pérdidas por escurrimiento superficial:** cuando la intensidad de la lluvia supera la infiltración y la capacidad de almacenaje del suelo, los excesos de agua se pierden por escurrimiento, fenómeno que contribuye a crear una distribución no uniforme de la humedad almacenada, donde los sectores bajos pueden recibir una cantidad adicional de agua en detrimento de los sectores altos. Dependiendo de la intensidad y duración de la lluvia, otra fracción importante del agua caída, puede escurrirse por la red de drenaje natural o artificial.

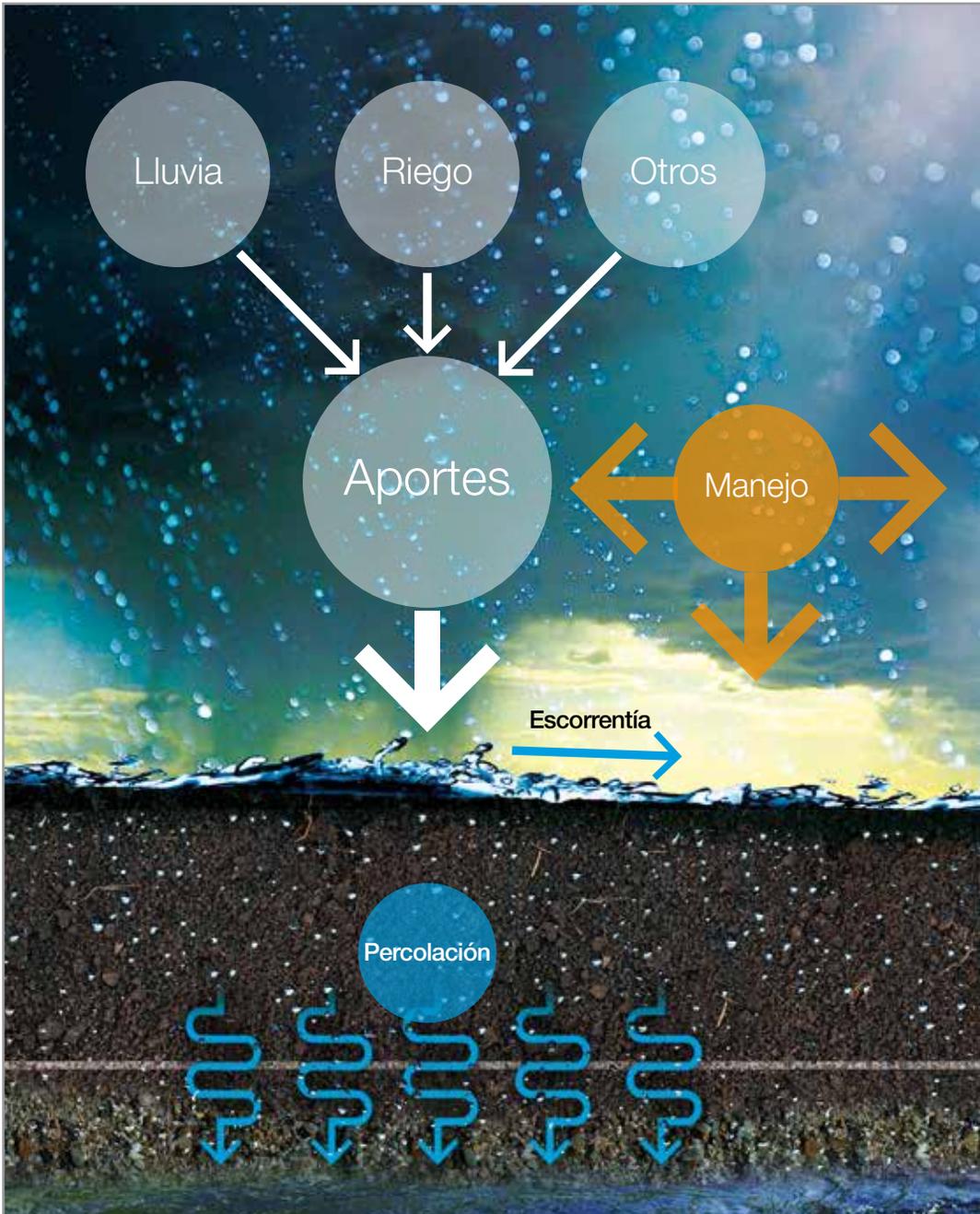
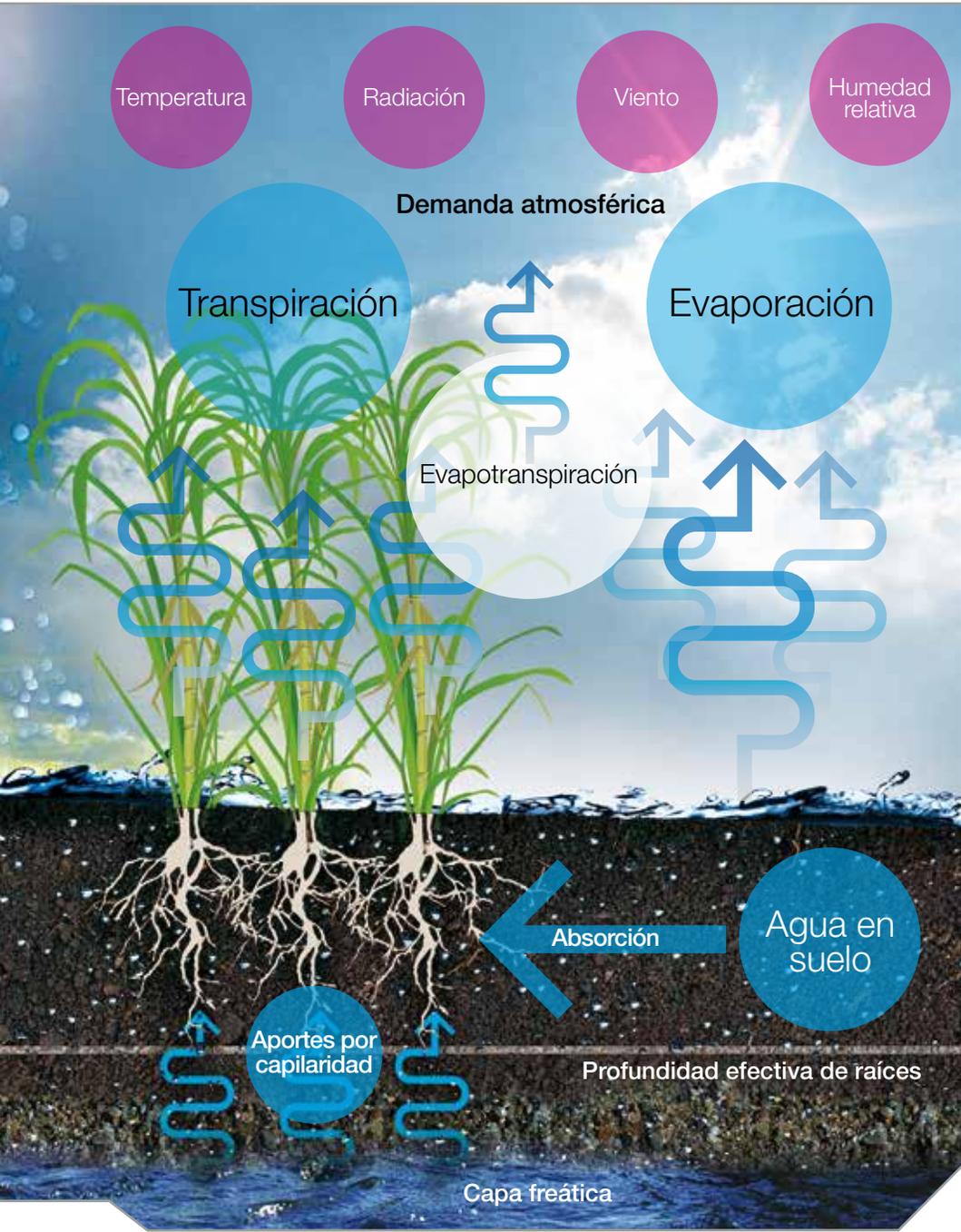


Figura 1. Dinámica del agua en el cultivo de la caña de azúcar.



**3 Capacidad de almacenaje de agua útil:** en el lapso comprendido entre dos lluvias, los cultivos obtienen agua a partir de la humedad almacenada en la zona de crecimiento de las raíces. La capacidad de almacenar agua depende de la porosidad del suelo, determinada por la textura y estructura del mismo. El agua útil es la retenida entre la capacidad de campo y el punto de marchitez del suelo.

**Los suelos arenosos tienen poca capacidad de almacenaje de agua útil, por lo que las lluvias o los riegos deben ser frecuentes. Los suelos con máxima capacidad son los suelos franco limosos y franco arenosos finos, mientras que la gama de los arcillosos tienen una menor capacidad de almacenaje.**

#### **El agua y la caña de azúcar**

Si bien se cultiva caña de azúcar en secano en zonas con precipitaciones que van desde 700 a 2000 mm anuales, las mejores producciones se obtienen en ambientes más bien secos en los que se compensan adecuadamente sus necesidades hídricas mediante el riego. De esta manera el cultivo no está sometido a deficiencias hídricas ocasionales, como pueden ser las sequías, situación que sí ocurre cuando se produce en condiciones de secano.

La caña de azúcar tiene un elevado requerimiento de agua, que varía entre los 1200-1700 mm/ año. Es decir, que a lo largo de un ciclo, circulan a través del cañaveral, desde el suelo a la atmósfera, de 12 a 17 millones de litros de agua por

hectárea. Este consumo está relacionado con la extensión del ciclo y el tiempo en el que el cultivo expone un follaje denso (período de gran crecimiento). Asimismo, la caña de azúcar es una de las especies cultivadas de mayor eficiencia en el uso del agua, llegando a producir de 2,0 a 2,7 gr de biomasa (materia seca) y de 0,6 a 1,0 gr de azúcar por litro de agua consumida.

El requerimiento de agua de un cañaveral varía en cada fase fenológica. Las primeras fases, de brotación e inicio de macollaje, son exigentes en cuanto a la disponibilidad hídrica, ya que la planta necesita agua para el crecimiento de las raíces adventicias, la formación de nuevos macollos y el desarrollo de las hojas. Sin embargo, la cantidad de agua requerida es relativamente baja respecto a las fases siguientes. Este menor consumo está relacionado con el escaso follaje del cultivo y la menor demanda atmosférica de los meses primaverales.

El máximo consumo se registra en la fase de crecimiento activo, tradicionalmente llamada "Período de Gran Crecimiento", durante el cual el agua estimula el rápido crecimiento del cañaveral, la elongación de los tallos, la formación de entrenudos y la gran expansión del área foliar. Durante este período se produce alrededor del 55% del total de la biomasa aérea y se consume de un 55% a un 60% del total del agua necesaria para el cultivo. En Tucumán, este período de mayor consumo ocurre entre diciembre y marzo, cuando se producen las mayores lluvias y la demanda evaporativa del ambiente es elevada (altas temperaturas, radiación solar, vientos).

En el otoño –particularmente entre abril y junio–, el consumo de agua disminuye progresivamente, lo cual favorece la maduración.

El crecimiento y desarrollo que alcance el cultivo en las fases iniciales (brotación y macollaje), que habitualmente coinciden con las carencias hídricas típicas de la región, tendrá un efecto notable en el aprovechamiento de los recursos ambientales que efectúe el cañaveral durante el período de Gran Crecimiento e influye directamente en su capacidad productiva. Esta situación resulta especialmente importante para las cañas planta, que requieren de más tiempo para alcanzar el cierre del cañaveral, aunque también lo es para las cañas socas.

Numerosos estudios realizados en nuestra región demuestran que las fluctuaciones en la disponibilidad hídrica durante el ciclo del cultivo condicionan la posibilidad de alcanzar producciones elevadas, lo que enfatiza la importancia del riego y del adecuado manejo del agua a través de distintas estrategias, para lograr mejores rendimientos y una mayor eficiencia en el uso de este recurso.

Por este motivo, en el sistema productivo de la caña de azúcar en Tucumán, la administración eficiente de los recursos suelo y agua, asociada a prácticas y tecnologías efectivas (manejo de cobertura, variedades, diseño de plantación, fertilización, control de malezas, etc.), constituye un aspecto clave para asegurar altos y sostenidos niveles productivos.

**La producción de un cañaveral depende estrechamente de la cantidad de agua que el cultivo pueda absorber y transpirar a lo largo de su ciclo, de la eficiencia con que use el agua disponible para producir biomasa y de la proporción de dicha biomasa que finalmente se destine a la formación de los órganos y productos de interés comercial (tallos molibles, caña semilla de calidad, contenido de azúcar y fibra).**

### **¿Qué importancia tiene el desarrollo del sistema radicular?**

Para lograr una absorción de agua efectiva debe existir un buen contacto entre la superficie de la raíz y el suelo. El área de contacto es mayor a medida que crecen los pelos absorbentes, los cuales penetran entre las partículas del suelo (Figura 2). Los pelos absorbentes incrementan la superficie radicular y la capacidad de absorber iones y agua del suelo. La superficie de los pelos absorbentes puede representar hasta el 60% del total de la superficie radicular.

Durante el día, la planta actúa como una bomba de succión que toma agua con sales disueltas (solución del suelo) a través de la raíz y elimina vapor de agua a la atmósfera a través de las hojas, movimiento generado por la transpiración. Así, la fuerza que causa la entrada de la solución del suelo a la planta proviene de la transpiración, es decir del escape del vapor de agua a través de la superficie de las hojas.

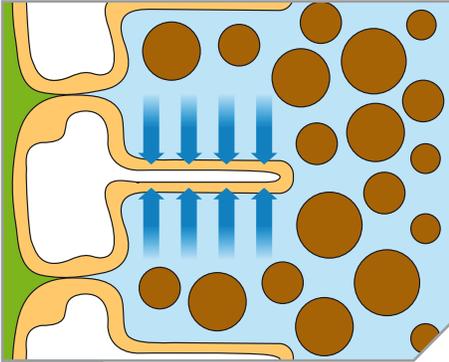


Figura 2. Esquemática de un pelo radicular penetrando entre las partículas de suelo.

Un cultivo toma agua de la profundidad en la que se encuentran las raíces, lo cual significa que no hay desarrollo ni exploración radicular en capas del suelo que no dispongan de un nivel hídrico adecuado. Cuando comienza la brotación de la caña planta, el sistema radicular tiene escasa densidad y explora solo unos pocos centímetros de suelo. Algo parecido ocurre con la caña soca, donde una parte importante del sistema radicular se renueva luego de cada corte y el nuevo sistema comienza a desarrollarse con el rebrote del cañaveral.

En esos momentos, la necesidad de agua del cultivo es baja porque el área foliar es pequeña. A medida que el cultivo evoluciona, el sistema radicular se hace más denso y explora un espesor más amplio del perfil del suelo (Figura 3).

La caña de azúcar es un cultivo que explora el suelo hasta profundidades de 1,0 a 1,5 m, siempre y cuando no existan capas compactadas, falta de oxígeno u otras condiciones adversas. Sin embargo, se debe tener en cuenta la variación en la densidad de raíces en relación con la profundidad del perfil (Figura 4).

La mayor parte de la biomasa radicular de la caña de azúcar se encuentra cercana a la superficie y disminuye casi exponencialmente con la profundidad del suelo. Generalmente, entre el 40% y el 50% de las raíces se ubican en los primeros 30 cm del suelo y alrededor del 80%, en los primeros 50 o 60 cm. El porcentaje restante de raíces se distribuye de manera decreciente hasta un 1,0 y 1,5 m del perfil. Sin embargo,

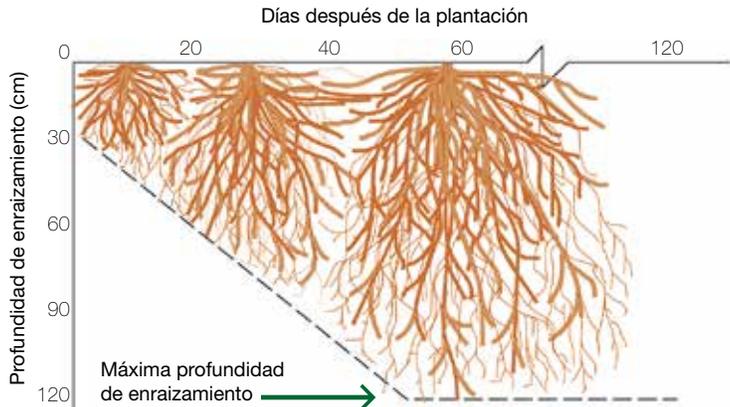


Figura 3. Esquema del desarrollo radicular en caña de azúcar.

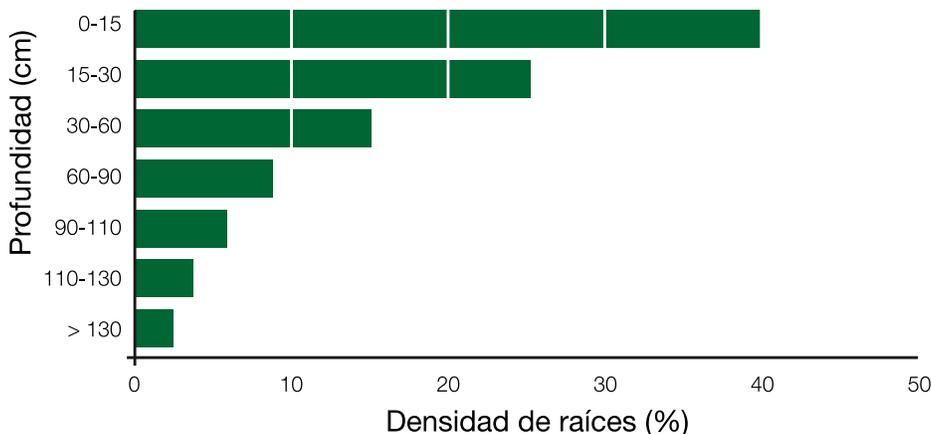


Figura 4. Generalización de la variación de la densidad de raíces de caña de azúcar en función de la profundidad del suelo.

como ya se señaló, el tamaño y la distribución del sistema radicular se ven fuertemente afectados por la disponibilidad de agua en el suelo.

Cuanto mayor es la densidad radicular, más alta es la capacidad de la caña de azúcar de tomar humedad del perfil, ya que la superficie de absorción y el contacto raíz-suelo son mayores. Aun cuando el contenido hídrico es uniforme en toda la profundidad, hay más capacidad de absorber agua en las capas superiores del suelo por el mayor desarrollo del sistema radicular.

**¿Existen prácticas de manejo que modifican la eficiencia de uso del agua?**

El productor puede intervenir en el sistema productivo, mediante técnicas

de manejo, que le permitan evitar pérdidas de agua no productivas, ya sea por escurrimiento, evaporación desde el suelo o consumo por malezas. Adicionalmente, en regiones de climas áridos y semiáridos, la práctica de barbecho resulta fundamental para la acumulación de agua, de manera de no depender exclusivamente de las lluvias para cubrir la demanda de agua del cultivo durante el ciclo.

**El agua es el factor que más limita la producción de los cultivos extensivos en secano. Por lo tanto, debemos aprender a producir haciendo un uso eficiente del recurso más escaso, el agua.**

## ¿Qué prácticas favorecen la acumulación de agua en el suelo?

Las prácticas de manejo que conservan los residuos en la superficie y las labranzas conservacionistas mejoran el balance de agua del suelo. Estas prácticas disminuyen, por un lado, la escorrentía e incrementan el ingreso de agua al perfil (precipitación efectiva) y, por el otro, reducen la evaporación desde la superficie del suelo, quedando mayor cantidad de agua disponible para la transpiración.

El ingreso de agua al perfil se ve favorecido por la presencia de rastrojo en superficie, que evita el impacto directo de la gota de lluvia sobre el suelo, reduciendo el encostramiento superficial y la posibilidad de pérdida de suelo por erosión. También, en el mediano y largo plazo, se regeneran los macroporos del suelo favoreciendo una mejor infiltración.

Es importante recordar que la magnitud de la evaporación de agua desde el suelo está fuertemente determinada por la cobertura, ya sea ésta viva (follaje verde del cultivo) o muerta (residuos de cosecha). Ambas impiden la llegada de la radiación directa al suelo y las pérdidas de agua por evaporación hacia la atmósfera. En las primeras fases de un cañaveral, cuando la cobertura viva es escasa, este tipo de pérdidas puede ser muy alta, particularmente si el suelo está húmedo y desnudo o sin cobertura. En este momento los residuos de la cosecha anterior pueden cumplir un papel importante en la reducción de la pérdida de humedad del suelo.

Si bien esta cobertura puede atrasar la brotación, ya que constituye una barrera para que la radiación solar caliente el suelo, en Tucumán, según los ensayos efectuados por la EEAOC, este retraso no afecta los rendimientos obtenidos en el momento de la cosecha. El agua acumulada durante el período invierno-primaveral favorece el crecimiento en los primeros estadios del cultivo, y ayuda a superar períodos de deficiencia hídrica.

Frente a una misma condición meteorológica y de humedad en el suelo, la transpiración es una función directa de la superficie verde (follaje) expuesta a la atmósfera. Al mismo tiempo, con el crecimiento del área foliar, decrece la evaporación directa porque el follaje impide que la radiación llegue al suelo y que el viento a nivel de superficie acelere la pérdida de agua. Cuanto mayor es el crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar, mayor es el área foliar expandida y mayor la transpiración del cultivo.

Es muy importante la primera porción del perfil de suelo en la oferta de agua para el cultivo, la que llega a representar en muchos casos más del 50% del total de agua disponible. De ahí la necesidad de prestar atención a esta porción del suelo, a sus características estructurales, niveles de materia orgánica (MO) y actividad biológica en su conjunto.

**En la agricultura a secano, los esfuerzos deben ser concentrados en el incremento de la proporción de agua que entra en el suelo**

(infiltración), minimizando las pérdidas de humedad por escorrentía y evaporación, y mejorando la disponibilidad de agua del suelo y la eficiencia del uso del agua mediante un mejor manejo del suelo.

### ¿Qué prácticas favorecen la conversión del agua disponible en un mayor rendimiento?

El control de malezas y el manejo oportuno de la fertilización constituyen prácticas efectivas para mejorar la eficiencia en el uso del agua. La adecuada ejecución de ambas prácticas se manifiesta en la coloración verde más intensa del follaje del cañaveral y en la rápida expansión del mismo. Una mayor cobertura del suelo disminuye la evaporación, mientras que, una población más abundante de hojas verdes incrementa la transpiración. Asimismo, una correcta fertilización favorece el crecimiento y proliferación de las raíces, lo que asegura una mayor exploración del suelo y, al mismo tiempo, propicia un rápido aumento del follaje, lo que reduce la evaporación del agua desde el suelo. Todos estos elementos contribuyen a incrementar la disponibilidad de agua para la planta, lo que se verá reflejado en un mayor crecimiento y desarrollo del cultivo y una mejor producción.

**La cantidad total de agua transpirada por el cultivo influye directamente en la capacidad de producción de biomasa.**

Por lo tanto, las prácticas agronómicas deben estar orientadas a conducir la mayor cantidad posible de agua hacia la transpiración del cultivo, única vía PRODUCTIVA de pérdida de agua.

### Características del área cañera de Tucumán

El período efectivo de crecimiento de la caña de azúcar en Tucumán, es decir, el tiempo de que dispone la planta para construir su producción cultural, es de unos seis a ocho meses –desde mediados de agosto a mediados de abril–. Este período es variable, dependiendo de factores, como la época de plantación o corte, el manejo suministrado al cañaveral y el comportamiento meteorológico de cada ciclo agrícola. El comportamiento de las lluvias durante el año (régimen pluviométrico) es de tipo monzónico, es decir, más del 60% del agua caída se concentra entre los meses de diciembre y marzo. Aunque los registros anuales promedio fluctúan entre los 800 y 1500 mm, el volumen y la distribución durante y entre ciclos no es regular. Normalmente, se presentan deficiencias hídricas durante el invierno y la primavera.

Los meses iniciales del ciclo del cultivo (agosto-noviembre) presentan, en general, condiciones térmicas e hídricas subóptimas, es decir, por debajo de los valores requeridos por el cañaveral, lo que influye en el desarrollo posterior del cultivo y en el aprovechamiento

del “Período de Gran Crecimiento”. En cambio, las condiciones de fines de la primavera y las del verano, coincidentes con el período de mayor consumo de agua, suelen ser adecuadas para completar el macollaje y para la ocurrencia de un activo crecimiento (máximas tasas de elongación), aunque pueden darse deficiencias hídricas.

Las condiciones climáticas otoñales suelen ser favorables para la maduración del cañaveral, aunque no son óptimas (baja amplitud térmica, baja heliofanía y alta humedad atmosférica y del suelo). Por eso, resultan claves las condiciones del mes de mayo y de la primera quincena de junio, período que muestra una elevada variabilidad entre años.

En la primera parte del ciclo del cultivo, que se extiende desde principios de septiembre a principios de noviembre –según las zonas– es frecuente que el cañaveral sufra de déficit hídrico. Esta situación se hace más crítica, tanto en duración como en magnitud, a medida que se avanza hacia el Este del área cañera de la provincia, donde las precipitaciones son más escasas. Luego de esta etapa, la lluvia se convierte gradualmente en una parte importante del agua requerida por la caña de azúcar y el riego se torna un recurso complementario.

### ■ ¿Es importante el riego en Tucumán?

Según resultados disponibles en Tucumán, la capacidad de respuesta del cultivo y de las variedades

actualmente existentes en la provincia al riego complementario es muy buena, observándose incrementos promedio del 8% al 45%, según la cantidad y distribución de las lluvias durante el ciclo y la edad del cañaveral. Se estima un aumento promedio de 12 t/ha de caña por cada 100 mm adicionales de aporte de agua. Estas mejoras derivan de incrementos sustanciales en la población y altura de los tallos en el momento de la cosecha y especialmente en el peso de los mismos.

Sin embargo, a pesar de que la caña de azúcar es el principal cultivo de la provincia, la superficie regada es baja. Solamente entre un 25% a 30% del área con caña es irrigada; el resto, se maneja en seco.

Al no estar integrada al sistema productivo, la práctica de riego se da, generalmente, de manera eventual. La mayoría de los cañeros recurren al riego cuando la situación hídrica es crítica, lo que queda reflejado en la variabilidad de los rendimientos según el comportamiento de las lluvias cada año.

En los últimos tres años, se han sumado más de 1900 ha de riego por goteo en Tucumán, especialmente en firmas que poseen grandes superficies, constituyendo una alternativa muy ventajosa para optimizar la producción de caña por unidad de superficie, a pesar del costo elevado que significa su implementación.



- B1. Enfermedades
- B2. Plagas
- B3. Malezas 1a parte
- B4. Malezas 2a parte
- B5. Heladas

# B

## Adversarios naturales de la caña de azúcar



Autores:

Ing. Agr. Funes, C.

Lic. Bertani, R. P.

Ing. Agr. Henriquez, D.

Lic. Joya, C. M.

Ing. Agr. González, V.

Dr. Ing. Agr. Ploper, L. D.

# B1

## Principales enfermedades en el cultivo de la caña de azúcar en Tucumán

### Introducción

La caña de azúcar es el principal cultivo de la provincia de Tucumán. Durante los últimos años los rendimientos culturales (toneladas de caña/ha) mejoraron notablemente debido a la incorporación de nuevas tecnologías.

Las enfermedades constituyen uno de los factores limitantes de la producción de los cañaverales. Sin embargo, es importante destacar que la mayor o menor incidencia de las enfermedades sobre la producción está relacionada con las características agroecológicas de cada lugar.

### ¿Cuáles son las principales enfermedades de los cañaverales en Tucumán?

Entre las principales enfermedades presentes en los cañaverales de Tucumán se destacan las causadas por:

#### 1. Hongos:

**Roya marrón de la caña de azúcar** (*Puccinia melanocephala*).

**Carbón de la caña de azúcar** (*Sporisorium scitamineum*).

#### 2. Bacterias:

**Raquitismo de las cañas socas** (*Leifsonia xyli* subsp. *xyli*).

**Escaldadura de la hoja** (*Xanthomonas albilineans*).

**Estría roja** (*Acidovorax avenae*).

#### 3. Virus:

**Mosaico de la caña de azúcar** (*Sugarcane Mosaic Virus* y *Sorghum Mosaic Virus*).

**Amarillamiento de la hoja** (*Sugarcane Yellow Leaf Virus*)

A continuación, se describen los aspectos más importantes de cada una de estas enfermedades.

## Enfermedades causadas por hongos

### A. Roya marrón de la caña de azúcar

La roya marrón es una enfermedad causada por el hongo *Puccinia melanocephala*, que afecta a las hojas de la planta de caña de azúcar, llegando a secarlas por completo en casos severos de infección.

La mejor medida de control para este hongo es el cultivo de variedades resistentes.

#### ¿En dónde se puede encontrar roya marrón?

Esta enfermedad se encuentra distribuida en todo el mundo. En la Argentina, y particularmente en la provincia de Tucumán, puede afectar a lotes cultivados con variedades de caña de azúcar susceptibles a la acción de este hongo, cuando se presentan las condiciones ambientales óptimas para la infección.

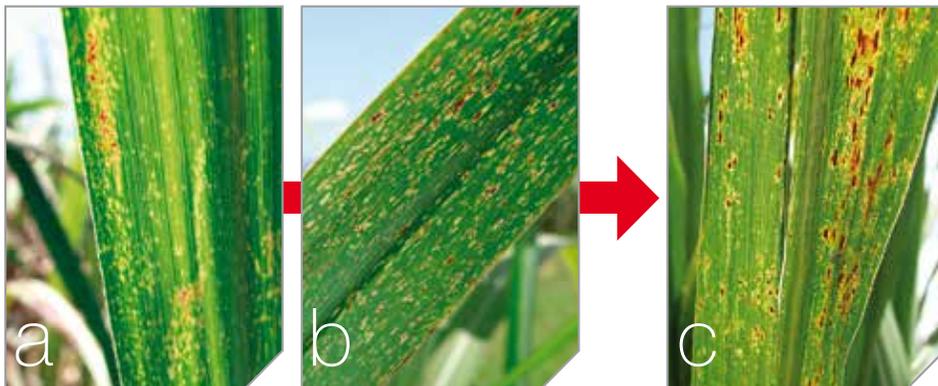
La fecha de aparición de esta enfermedad es a partir de diciembre hasta abril, época en la que se realizan las evaluaciones.

#### ¿Cómo se reconoce la roya marrón en el campo?

La roya marrón es una enfermedad que afecta a las hojas de las plantas. Los síntomas iniciales consisten en pequeñas manchas alargadas de color amarillo,



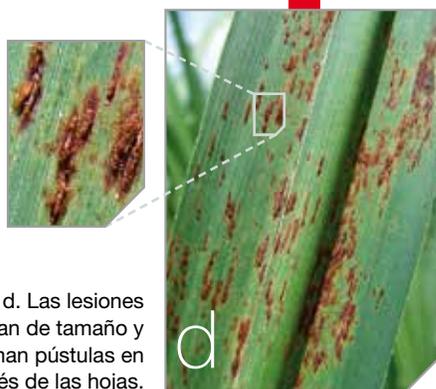
que aparecen en ambos lados de la hoja (Figura 1 a y b) y que, al aumentar de tamaño, toman un color marrón. Luego, en la región donde se encuentran estas manchas, pero en el reverso de la hoja, se forman pústulas (Figura 1 c y d) que se rompen y liberan esporas de color marrón, las cuales son fácilmente dispersadas por el viento a grandes distancias (Figura 1 e y f). Cuando el ataque es severo, las lesiones pueden unirse, formando grandes áreas de color marrón oscuro que llegan a secar partes de las hojas (Figura 1 g). **El período más sensible de la caña de azúcar al ataque de la roya marrón es entre los 3 y 6 meses.**



a y b. Síntomas iniciales de la roya marrón, puntuaciones y lesiones amarillentas visibles en ambas caras de las hojas.

Figura 1.

Evolución de los síntomas de la roya marrón en el tiempo (Fuente: Sección Fitopatología – EEAOC).



Detalle de pústulas

c y d. Las lesiones aumentan de tamaño y se forman pústulas en el envés de las hojas.



g. Las lesiones viejas pueden llegar a tener un color marrón oscuro.

e y f. Las pústulas se abren rompiendo el tejido de la planta y se liberan las esporas del hongo, que tienen una apariencia de polvo marrón.

### ¿Cuáles son las condiciones para la aparición y dispersión de la enfermedad?

- Tiempo fresco y húmedo (18° C a 22° C y humedad relativa mayor al 80%). En Tucumán, estas condiciones coinciden con el final del período de gran crecimiento de la caña de azúcar.
- Variedades susceptibles.
- Cañas plantas o de pocos meses de crecimiento.
- Suelos con alta fertilidad.

### ¿Cómo se controla la roya marrón?

- La mejor medida de control es el cultivo de variedades resistentes a la roya marrón.

Importante: reemplazar las variedades comerciales susceptibles por variedades más resistentes. No tener más de un 20% de la superficie total con una misma variedad.

- La aplicación de fungicidas es una práctica efectiva para controlar la enfermedad pero, dado que implica un aumento en los costos de producción, hasta el momento, no se realiza en los lotes comerciales.

### ¿Cómo es el comportamiento de las principales variedades cultivadas en Tucumán frente a la roya marrón?

| Variedades  | Roya marrón |
|-------------|-------------|
| LCP 85-384  | <b>S</b>    |
| TUCCP 77-42 | <b>S</b>    |
| TUC 97-8    | <b>MR</b>   |
| TUC 95-10   | <b>MR</b>   |
| TUC 95-37   | <b>MR</b>   |
| TUC 00-19   | <b>MR</b>   |

**S:** susceptible; **MS:** moderadamente susceptible; **MR:** moderadamente resistente.



## B. Carbón de la caña de azúcar

Esta enfermedad es causada por el hongo *Sporisorium scitamineum*.

La mejor medida de control es el uso de variedades resistentes.

### ¿En dónde se puede encontrar carbón?

Se encuentra distribuida en las principales áreas cañeras del mundo. En nuestro país, está presente en todas las áreas cultivadas con variedades de caña de azúcar susceptibles.

Los primeros síntomas del carbón aparecen en primavera, cuando el tiempo es cálido y seco, durante la etapa de brotación de la caña.

### ¿Cómo se reconocen sus síntomas en el campo?

El carbón es una enfermedad de fácil diagnóstico, debido a que las plantas enfermas presentan una estructura semejante a un "látigo", en la parte terminal de los tallos afectados (Figura 2 a), los cuales dejan de crecer y terminan por secarse.

Los látigos pueden medir desde pocos centímetros hasta más de 1 metro. En la parte central, están rodeados de una gran cantidad de esporas de color marrón oscuro o negro. Inicialmente, las esporas están cubiertas por una



capa membranosa (Figura 2 b), que luego se rompe (Figura 2 c) y las libera, diseminándolas a grandes distancias.

Los látigos comienzan a aparecer entre los 2 y 4 meses de edad (Figura 2 d y e), con un máximo crecimiento a los 6-7 meses. Las plantas se van deformando, con proliferación de brotes laterales (Figura 2 f) y disminución en el diámetro de los tallos.



Figura 2. a) Látigo de carbón, síntoma típico de la enfermedad; b) detalle de la masa pulverulenta de esporas; c) detalle de la ruptura de la membrana que protege las esporas; d y e) detalle de tallos y brote apical afectado por el patógeno y f) proliferación de brotes laterales enfermos (Fuente: Sección Fitopatología – EEAOC).

### ¿Cuáles son las condiciones que favorecen la aparición y dispersión de la enfermedad?

- El carbón es favorecido por condiciones ambientales cálidas y secas.
- Las esporas están adaptadas a la dispersión por aire y pueden diseminarse a grandes distancias por la acción del viento.
- Las cañas en pie se infectan a través de las yemas, que permanecen en un estado de dormición hasta que la caña es cortada y usada como semilla.
- El uso de caña semilla infectada.

### ¿Cómo se controla el carbón?

Para controlar el carbón de la caña de azúcar, se recomienda:

- Cultivo de variedades resistentes (en la actualidad las variedades más difundidas en Tucumán presentan niveles aceptables de resistencia a la enfermedad).
- Uso de caña semilla de alta calidad (sana) proveniente de lotes semilleros.
- En los semilleros, identificar las cepas enfermas, embolsarlas y eliminarlas.

### ¿Cómo es el comportamiento de las principales variedades cultivadas en Tucumán frente al carbón de la caña?

| Variedades  | Carbón |
|-------------|--------|
| LCP 85-384  | R      |
| TUCCP 77-42 | R      |
| TUC 97-8    | R      |
| TUC 95-10   | R      |
| TUC 95-37   | MR     |
| TUC 00-19   | R      |

**MR:** moderadamente resistente;

**R:** Resistente



## Enfermedades causadas por bacterias

### A. Raquitismo de la caña soca o RSD

Esta enfermedad es causada por la bacteria *Leifsonia xyli* subsp. *xyli*, que generalmente produce retraso en el crecimiento, disminución en el número de tallos por cepa y plantas con apariencia raquítica.

El uso de caña semilla sana, el tratamiento térmico de la semilla y la desinfección de las herramientas de corte son las principales medidas de control.

#### ¿En dónde se puede encontrar raquitismo de la caña soca?

El raquitismo de la caña soca (RSD) es una de las principales enfermedades de la caña de azúcar. Actualmente se encuentra ampliamente distribuida en todas las áreas cañeras del mundo.

En la provincia de Tucumán, todas las variedades comerciales son susceptibles, por lo que es imprescindible la utilización de caña semilla sana para las nuevas plantaciones.

#### ¿Cómo se reconocen sus síntomas en el campo?

El raquitismo de la caña soca es una enfermedad sistémica que no presenta síntomas externos específicos.



En general, las plantas afectadas sufren un retraso en el crecimiento, los tallos son más cortos y delgados (Figura 3 c) y el número de tallos por cepa tiende a disminuir. Aunque estos síntomas no son uniformes para todas las plantas afectadas, éstas finalmente toman una apariencia raquítica.

Otro síntoma de RSD son las coloraciones anaranjada-rojizas en la parte interna de los tejidos afectados, en la base de los nudos, aunque no se lo observa en todas las variedades (Figura 3 a y b).

Es importante tener en cuenta que la disminución del crecimiento es un síntoma que también aparece en casos de deficiencias nutricionales y sequías.

### ¿Cómo se transmite la enfermedad?

- Por el empleo de caña semilla enferma en las nuevas plantaciones.
- Por el uso de herramientas de corte contaminadas con la bacteria. Se ha encontrado que la bacteria puede sobrevivir hasta 18 días en herramientas y maquinarias.

### ¿Cómo se controla el raquitismo de la caña soca?

Las principales medidas para el control del raquitismo de la caña soca son:

- Implantación de semilleros saneados.
- Uso de caña semilla libre de la enfermedad.
- Desinfección de herramientas y maquinarias para prevenir la diseminación de la enfermedad.
- Control de la sanidad de la caña semilla antes de utilizarla.

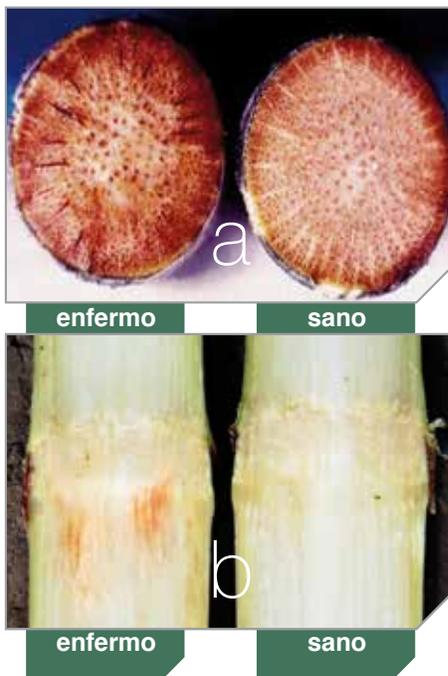


Figura 3.

Síntomas de RSD en tallo: a y b) coloración rojiza debido a la presencia del patógeno en la base de los nudos (corte longitudinal y transversal, respectivamente); c) diferencia de altura de tallos obtenidos en un ensayo con inoculación artificial (Fuente Sección Mejoramiento, EEAOC).

## ¿Cómo se evalúa a la caña semilla para las nuevas plantaciones?

Para controlar la sanidad de la caña semilla que se utilizará en nuevas plantaciones, deben tomarse muestras de tallos de los lotes cañeros y llevarlas al laboratorio para su análisis (Figura 4a y 4b).

Para ello deberá tener en cuenta lo siguiente:

### 1. Planificación del diagnóstico

La edad óptima del cultivo es entre siete y nueve meses desde el inicio de la brotación.



En Tucumán es a partir del mes de abril

### 2. Toma de muestras

Al azar, de diferentes cepas



Figura 4a. Esquema de muestreo para chequear la sanidad de muestras de caña semilla.

### 3. La muestra lista para llevarse a laboratorio

20 tallos atados y con todos sus datos



Recordar también que:

**Semilleros Registrados:**  
1 muestra (20 tallos) / ha.

**Semilleros Certificados:**  
1 muestra (20 tallos) / 3 ha.

**Lotes comerciales:**  
1 muestra (20 tallos) / 5 ha.

### 4. Laboratorio



Figura 4b. Esquema del procesamiento en invernáculo y en laboratorio de las muestras de caña semilla en la Sección Fitopatología de la EEAOC.

## B. Escaldadura de la hoja

Esta enfermedad es causada por la bacteria *Xanthomonas albilineans*. El uso de variedades resistentes y de caña semilla sana, así como el tratamiento térmico de la semilla y la desinfección continua de las herramientas de corte, son las principales medidas de control.

### ¿En dónde se puede encontrar escaldadura de la hoja?

La escaldadura de la hoja es una de las principales enfermedades de la caña de azúcar. Actualmente se encuentra ampliamente distribuida en las áreas cañeras de todo el mundo.

En la provincia de Tucumán, si bien se cultivan variedades resistentes a escaldadura de la hoja, es recomendable utilizar caña semilla sana para las nuevas plantaciones.

### ¿Cómo se reconocen sus síntomas en campo?

Es una enfermedad de difícil diagnóstico porque puede presentar diferentes tipos de sintomatologías. Existen tres síntomas básicos:

**a. Fase latente:** ocurre tanto en variedades resistentes como tolerantes. Se la identifica por cierta decoloración vascular interna, en la región nodal de los tallos maduros, parecida al síntoma del raquitismo de la soca. Para su diagnóstico se necesita la evaluación en laboratorio.



**b. Fase crónica:** se reconoce por la aparición de una o varias rayas blancas, finas y muy definidas, dispuestas de forma paralela a la nervadura de la hoja. Este síntoma es clásico de la enfermedad (Figura 5 a, b y c). En la fase crónica, una sola cepa puede tener tallos sanos y enfermos. Los tallos más viejos pueden producir brotes laterales o “lalas”, los cuales son generalmente cloróticos y no sobreviven (Figura 5 d, e y f).

**c. Fase aguda:** se caracteriza por la muerte súbita de la planta sin mostrar síntomas crónicos. Ocurre generalmente luego de un período de tiempo seco, favorable para el patógeno.



Figura 5. Síntomas de escaldadura: a, b y c) síntomas clásico, estrías en hojas; d, e y f) síntomas en brotes (Fuente: Sección Fitopatología – EEAOC).



### ¿Cómo se transmite la enfermedad?

- Por la utilización de caña semilla infectada. Esta es la principal forma de diseminación.
- El uso de herramientas de corte contaminadas. Se ha comprobado que la bacteria sobrevive durante seis días.

### ¿Cómo se controla la escaldadura de la hoja?

Las principales medidas utilizadas para el control de la escaldadura de la hoja son:

- Uso de variedades resistentes.
- Implantación de semilleros saneados.
- Uso de caña semilla libre de la enfermedad.
- Desinfección de herramientas y maquinarias.
- Control de la sanidad de la caña semilla antes de utilizarla.

### ¿Cómo es el comportamiento de las principales variedades cultivadas en Tucumán frente a la escaldadura de la hoja?

| Variedades  | Escaldadura de la hoja |
|-------------|------------------------|
| LCP 85-384  | <b>R</b>               |
| TUCCP 77-42 | <b>S</b>               |
| TUC 97-8    | <b>MS</b>              |
| TUC 95-10   | <b>MR</b>              |
| TUC 95-37   | <b>MR</b>              |
| TUC 00-19   | <b>R</b>               |

**S:** Susceptible; **MS:** moderadamente susceptible; **MR:** moderadamente resistente; **R:** resistente.

## C. Estría roja

Es una enfermedad causada por la bacteria *Acidovorax avenae*, que provoca estrías rojas en las hojas y la podredumbre de los tallos, llegando inclusive a provocar la muerte de la planta. La forma de control más efectiva es el uso de variedades resistentes.

### ¿En dónde se puede encontrar estría roja?

La estría roja es una de las principales enfermedades de la caña de azúcar. Actualmente se encuentra distribuida en algunas áreas cañeras del mundo, entre ellas Argentina. Puede causar significativas pérdidas económicas cuando afecta a variedades susceptibles. Esta patología antiguamente fue considerada como una enfermedad secundaria, sin embargo, hoy es considerada **una enfermedad potencialmente peligrosa**.

### ¿Cómo se reconocen sus síntomas en el campo?

Los síntomas de estría roja se pueden presentar de dos formas características:

**a. Estrías rojas:** aparición de líneas rojas, angostas, uniformes y paralelas a la nervadura principal de la hoja (Figura 6 a, b y c). Muchas veces, sobre estas estrías aparecen escamas blanquecinas, a través de las cuales se disemina el patógeno (Figura 6 d). En afecciones más severas, puede



verse un chorreado de líquidos amarillentos, que son los exudados bacterianos (Figura 6 e). Este último estado se da generalmente en plantas jóvenes y en el período de gran crecimiento del cultivo.

**b. Polvillo:** es cuando el patógeno afecta las hojas jóvenes que aún no se han desarrollado y produce la putrefacción del brote guía (Figura 6 f). Cuando la enfermedad avanza, el brote se desprende fácilmente, emanando un olor desagradable, debido a la descomposición de los tejidos de la planta.



Figura 6. Síntomas de estría roja: a, b y c) síntoma típico en hojas; d) presencia de escamas blanquecinas; e) exudados bacterianos sobre tallo; f) síntoma de polvillo (Fuente: Sección Fitopatología – EEAOC).

### ¿Cómo se transmite la enfermedad?

- La principal forma de diseminación es a través de los exudados bacterianos generados en las lesiones de las hojas.
- Por salpicaduras de lluvia o por el viento, que favorecen la diseminación a distancias mayores.

### ¿Cómo se controla la estría roja?

- El método más efectivo de control es el uso de variedades resistentes.

### ¿Cómo es el comportamiento de las principales variedades cultivadas en Tucumán frente a la estría roja?

| Variedades  | Estría roja |
|-------------|-------------|
| LCP 85-384  | <b>MR</b>   |
| TUCCP 77-42 | <b>S</b>    |
| TUC 97-8    | <b>MR</b>   |
| TUC 95-10   | <b>R</b>    |
| TUC 95-37   | <b>MS</b>   |
| TUC 00-19   | <b>MR</b>   |

**S:** Susceptible; **MS:** moderadamente susceptible; **MR:** moderadamente resistente; **R:** resistente.



## Enfermedades causadas por virus

### A. Mosaico de la caña de azúcar

Es una enfermedad causada por el virus del mosaico de la caña de azúcar (SCMV) y por el virus del mosaico del sorgo (SrMV), que afectan a las hojas de la planta, produciendo decoloraciones. La siembra de variedades resistentes constituye la mejor medida de control.

#### ¿En dónde se puede encontrar mosaico?

El mosaico es una de las enfermedades del cultivo de la caña de azúcar más ampliamente distribuida en el mundo. Está presente en los cañaverales de la provincia de Tucumán, pudiéndose encontrar en variedades susceptibles.

#### ¿Cómo se reconocen sus síntomas en el campo?

Los síntomas aparecen en las hojas. Es una enfermedad sistémica que se caracteriza por presentar decoloraciones en la hoja, en donde se observan zonas de color verde normal alternando con áreas verde amarillentas o blancuzcas (Figura 7 a - e). Estos síntomas son más evidentes en las hojas jóvenes. Las plantas afectadas tienen un retraso en el crecimiento, pudiendo disminuir su altura (Figura 7 f). Los síntomas pueden variar y hasta desaparecer debido al fenómeno de recuperación aparente.





Figura 7. a – f) Síntomas en hojas del mosaico de la caña de azúcar (Fuente: Sección Fitopatología – EEAO).





### ¿Cómo se transmite la enfermedad?

- Principalmente por los elementos de labranza, en especial por las herramientas de corte con las que se trocea la “caña semilla”.
- Por un insecto vector, el áfido *Rhopalosiphum maidis* que disemina la enfermedad.

### ¿Cómo se controla el mosaico?

Las medidas de control más comunes son:

- Uso de caña semilla libre de la enfermedad.
- Eliminación de plantas enfermas de los lotes.

- Uso de variedades resistentes.
- Control del insecto vector.

### ¿Cómo es el comportamiento de las principales variedades cultivadas en Tucumán frente al mosaico?

| Varietades  | Mosaico   |
|-------------|-----------|
| LCP 85-384  | <b>R</b>  |
| TUCCP 77-42 | <b>R</b>  |
| TUC 97-8    | <b>R</b>  |
| TUC 95-10   | <b>R</b>  |
| TUC 95-37   | <b>MS</b> |
| TUC 00-19   | <b>R</b>  |

**MS:** moderadamente susceptible;  
**R:** resistente.

## B. Amarillamiento de la hoja

Es una enfermedad que puede ser causada tanto por un virus (SCYLV) como por un fitoplasma (SCYLP). Afecta las hojas de las plantas, produciendo un amarillo intenso en la nervadura principal. La mejor medida de control es el uso de variedades resistentes.

### ¿En dónde se puede encontrar amarillamiento?

El amarillamiento de la hoja de la caña de azúcar es una enfermedad ampliamente distribuida en el mundo. Está presente en los cañaverales de la provincia de Tucumán, en variedades comerciales susceptibles.

### ¿Cómo se reconocen sus síntomas en el campo?

Es una enfermedad sistémica, cuyo síntoma principal es un amarillamiento intenso de la nervadura principal (Figura 8 a), que posteriormente

se extiende a la lámina de la hoja, comenzando desde la punta hacia la base (Figura 8 b y c). Eventualmente, puede haber un enrojecimiento de los bordes de la nervadura central.

### ¿Cómo se transmite la enfermedad?

- El amarillamiento de la hoja es una enfermedad que se transmite por los elementos de labranza.
- Por insectos vectores como los áfidos *Melanaphis sacchari* y *Rhopalosiphum maidis* que diseminan la enfermedad.

### ¿Cómo se controla el amarillamiento de la hoja?

Las medidas de control más comunes son:

- Uso de caña semilla libre de la enfermedad.
- Uso de variedades resistentes.
- Implantación de semilleros saneados.
- Control de los insectos vectores.



Figura 8. Síntomas de amarillamiento de la hoja de la caña de azúcar: a) en la nervadura principal de hojas; b y c) en la nervadura central de hojas y lámina foliar (Fuente: Sección Fitopatología – EEAOC).



Autores:

Mg. Agr. Salvatore, A. R.

Ing. Agr. Pérez, M. L. del P.

Ing. Agr. Isas, M. G.

Sr. Bravo Wurschmidt, D.

Sr. Figueroa, S. E.

Ing. Agr. Padilla, A. E.

Mg. Agr. Gastaminza, G. A.



# Las plagas que afectan al cultivo de caña de azúcar

## Introducción

La caña de azúcar se ve afectada por diferentes plagas a lo largo de su crecimiento y maduración, las cuales producen una disminución tanto en el rendimiento cultural (toneladas de caña por hectárea) como en el fabril (toneladas de azúcar por hectárea).

## ¿Qué se consideran plagas?

Todos los insectos o animales que se alimentan de las distintas partes de la planta de caña de azúcar (hojas, tallos o raíces) y causan una disminución del rendimiento del cultivo.

Además de los insectos la denominación de plagas también incluye a los ácaros, nematodos, caracoles, aves y roedores.

Cuando estos organismos perjudiciales atacan a los cultivos de interés económico se los agrupa bajo la denominación común de plagas agrícolas.

Por lo tanto una plaga agrícola se define como:

Una población de animales o insectos que se alimentan de los cultivos, que disminuyen el rendimiento, reducen el valor de la cosecha o incrementan sus costos de producción. Como se ve, se trata de un criterio esencialmente económico.

## ¿A qué se llama pérdida?

Se entiende por pérdida a la reducción de la cosecha en cantidad o calidad, en este caso, ocasionada por la acción de una plaga en toda un área cultivada.

En este capítulo se hará referencia, específicamente, a los insectos que afectan a los cañaverales en Tucumán.

Es fundamental saber que existen distintos insectos que atacan la caña de azúcar y que actúan en diferentes momentos de su crecimiento.

El ataque puede darse durante:

### La Brotación



**1 El gusano perforador del brote**  
(*Elasmopalpus lignosellus*)



**2 Oruga militar verdadera**  
(*Pseudaletia unipuncta*)

### El gran crecimiento



**3 El gusano cuarteador**  
(*Mocis latipes*)

### Durante todo el ciclo de la caña



**4 El gusano perforador de la caña de azúcar**  
(*Diatraea saccharalis*)



**5 Picudo perforador de la caña de azúcar**  
(*Acrotomopus atropunctellus*)

# 1 El gusano perforador del brote

*(Elasmopalpus lignosellus)*

Afecta a la caña durante el período de brotación.

El ataque de este insecto está asociado a temperaturas elevadas y baja humedad del suelo, condiciones que se presentan en las primaveras secas.



Figura 1. Brotes atacados observados sobre la superficie del suelo

Este gusano perfora primero la zona basal del brote, a unos 2 cm por debajo de la superficie del suelo, haciendo una galería y matando al brote guía (Figura 1). Luego sale al exterior y, fuera del brote, forma un capullo de donde emerge la polilla adulta (Figuras 2 y 3).



Figura 2. Brotes atacados observados sobre la superficie del suelo



Figura 3. *Elasmopalpus lignosellus* adulto

### ¿Qué daños ocasiona esta plaga?

- Reducción en la población de tallos por muerte del brote guía.
- Retraso en el cumplimiento de las fases fenológicas subsiguientes.
- Muerte de cepas en ataques intensos.

### ¿Qué pérdidas ocasiona esta plaga?

Según evaluaciones realizadas por la EEAOC, las pérdidas provocadas por el “gusano perforador del brote” pueden significar una reducción de hasta un 43% en el peso de los tallos, de un 12,9% en el pol% caña y de un 15,6% en el rendimiento fabril respecto al lote testigo sin ataque.

### ¿Dónde y cuándo se puede encontrar esta plaga?

Es importante monitorear el estado del cañaveral entre los meses de

septiembre y noviembre, a fin de evaluar el daño provocado por el gusano perforador del brote. Para ello, debe contarse el número total de brotes en 5 metros de surco y luego identificar la cantidad de brotes sanos y afectados. Con estos datos, se estima el porcentaje de brotes afectados en el número total de brotes (Fórmula 1).

### Recomendaciones para el manejo de esta plaga

- Dejar el residuo de la cosecha en verde del cañaveral sobre el suelo es la mejor alternativa de control de este gusano. El residuo cambia las condiciones ambientales de la superficie, provocando un aumento de la humedad y una disminución de la temperatura del suelo, situación desfavorable para la proliferación del gusano.
- Regar los lotes atacados en caso que fuese posible.

$$\% \text{ de brotes afectados} = \frac{\text{Número de brotes afectados}}{\text{Número total de brotes}} \times 100$$

Fórmula 1.

## 2 Oruga militar verdadera

(*Pseudaletia unipuncta*)

Al igual que en el caso anterior, este gusano ataca durante la brotación del cultivo. Se llama **oruga militar** porque avanza sobre el cultivo como un gran frente que puede abarcar varias hectáreas, devorando las hojas, brotes y tallos tiernos (Figura 4).

### ¿Cuándo aparece en el campo?

Esta plaga ataca durante la brotación, entre los meses de agosto y septiembre, fundamentalmente en lotes cosechados en verde al inicio de la zafra, donde se dejó la maloja sobre el suelo.



Figura 4. *Pseudaletia unipuncta*.

La **oruga militar verdadera** produce la defoliación de los brotes jóvenes, con una disminución del número de brotes y un retraso en el crecimiento del cañaveral.

En lotes muy atacados, las hojas más desarrolladas aparecen comidas, quedando, en algunos casos, solo las nervaduras centrales, mientras que los brotes tiernos aparecen cortados a pocos centímetros del suelo o totalmente destruidos. En las primaveras secas, los brotes crecen lentamente, permitiendo al gusano alimentarse con más facilidad, lo que genera una disminución en la cantidad de brotes en el campo. El ataque de este gusano produce fallas en la emergencia, que tiene lugar entre los meses de septiembre y octubre (Figura 5).



Figura 5. Brotes atacados observados sobre la superficie del suelo



Figura 6. Brote atacado por el gusano.

### ¿Dónde se debe buscar a este gusano?

La **oruga militar verdadera** se encuentra debajo de la maloja. Al retirar la misma del surco, es posible verlas en el suelo junto con los excrementos de color verde y los brotes tiernos comidos (Figura 6).

### Recomendaciones para el manejo de esta plaga

**Control cultural:** picar el residuo de la cosecha, de manera de dejar a los gusanos expuestos a la acción depredadora de las aves.

**Control químico:** debe realizarse al atardecer, porque es el momento en el que los gusanos salen de las grietas del suelo para comer. Los productos y dosis recomendados son:

Cipermetrina 120 a 150 cm<sup>3</sup>/ ha.

Clorpirifos 250 cm<sup>3</sup>/ ha.

En aplicaciones terrestres con 200-250 litros de caldo por hectárea.

### 3 El gusano cuarteador (*Mocis latipes*)

El **gusano cuarteador** ataca en forma repentina, alimentándose con gran rapidez de las hojas de las malezas y de la caña. Esto tiene lugar entre los meses de diciembre y marzo, lo que coincide con el período de gran crecimiento.

#### ¿Cuáles son las características de este gusano?

Este gusano se caracteriza por el tamaño de su cabeza y por cuartear para caminar, de allí su nombre. Se alimenta durante la noche y en el día se oculta en el suelo, debajo de las malezas.

#### ¿En qué plantas se encuentra principalmente?

El hospedero principal del gusano cuarteador es el pasto blanco, aunque también se lo puede encontrar en el



Figura 7. Gusanos alimentándose de las hojas de caña.



pasto ruso y la grama. Los lotes en los que están presentes estas malezas son los más propensos a ser atacados. Las malezas son el lugar donde se desarrollan las primeras generaciones del gusano, que luego dan origen a las grandes poblaciones de verano capaces de causar un considerable daño económico al cañaveral.

#### ¿Dónde se debe buscar esta plaga?

Para el monitoreo de esta plaga –que debe realizarse entre los meses de octubre y marzo–, hay que buscar al gusano debajo de las malezas, en caminos internos, trochas, surcos y cabeceras del cultivo (Figuras 7, 8 y 9).



Figura 8. Búsqueda del gusano en la maleza.



Figura 9. El gusano alimentándose de la maleza.



Figura 10. Hojas de caña afectadas por el ataque del gusano.

### ¿Qué daños ocasiona esta plaga?

En ataques intensos, en un corto período de tiempo, solo quedan las nervaduras centrales de las hojas de la caña (Figura 10).

Debe quedar claro que cuando este gusano ataca a la caña de azúcar, **LA PLANTA NO SE RECUPERA**. Para que esto ocurra, la caña debe formar nuevas hojas, con el consecuente retraso en el crecimiento del cañaveral, que se traduce en una disminución de la producción.

### Recomendaciones para el manejo de esta plaga

- **Control cultural:** mantener limpios los lotes y los caminos dentro de la finca.
- **Control químico:** aplicación terrestre de Clorpirifos (700 a 600  $\text{cm}^3/\text{ha}$ ) o Cipermetrina (150  $\text{cm}^3/\text{ha}$ ) con un volumen de caldo no inferior a 150 litros por hectárea.

## 4 El gusano perforador de la caña de azúcar

(*Diatraea saccharalis*)

Es el insecto más importante que ataca a la caña de azúcar durante todo su ciclo.

### ¿Dónde coloca los huevos?

La mariposa coloca los huevos en las hojas superiores de la caña. De los huevos, salen nuevos gusanos que se alimentan de la vaina de la hoja y, más tarde, del tallo, al que perforan (Figura 11) –de ahí el nombre– para seguir alimentándose y desarrollándose hasta convertirse en mariposa y reiniciar el ciclo. El gusano puede reproducirse hasta cinco veces en el año. La última camada pasa el invierno protegida en la cepa.

### ¿Qué daños ocasiona esta plaga?

Si el gusano ataca durante la brotación, puede ocasionar la muerte del brote apical, lo que se conoce como **“corazón muerto”**. En el campo, esta situación puede comprobarse al abrir el brote principal



Figura 11. Huevos de la mariposa en hoja.

seco y encontrar al gusano formando una pequeña galería (Figura 12).

Si el gusano perfora la caña en el momento de gran crecimiento y maduración, promueve la brotación de las yemas laterales. En consecuencia, la caña tiende a quebrarse, pudiendo generar pérdidas de rendimiento cultural y fabril (Figuras 13 y 14).



Figura 12. Gusano dentro del brote apical.



Figura 13. Brotación yema lateral.



Figura 15. Pudrición roja producida por el hongo.

El mayor daño que produce esta plaga es la disminución del rendimiento fabril, debido a la acción de los hongos que penetran por los agujeros realizados por el gusano. El síntoma es la pudrición roja a los costados de la galería (Figura 15).

De acuerdo con estudios de la EEAOC, por cada 1% de infestación, ocurre una pérdida en azúcar de 650 gr/t de caña.

### ¿Cómo se hace para encontrar el gusano en el campo?

Al retirar la vaina de la hoja pueden encontrarse los agujeros en los tallos y los excrementos del gusano como prueba de su alimentación (Figuras 16 y 17).

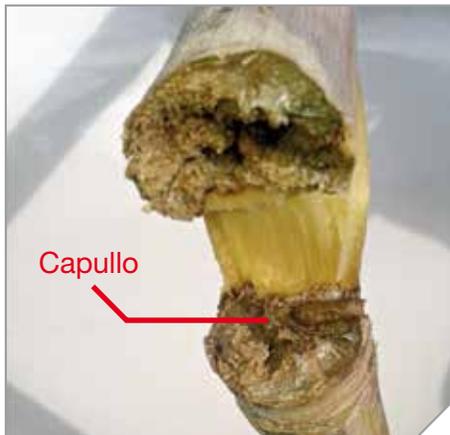


Figura 14. Quiebre de la caña.



Figura 16. Agujeros con excrementos del gusano.



Figura 17. Agujeros en brote apical.

## Recomendaciones para el manejo de esta plaga

La recomendación más importante que se puede hacer cuando existe infestación es cosechar en forma temprana los lotes que presenten más daño para evitar el mayor deterioro y disminución del rendimiento fabril.

Para saber cuánto está afectando el gusano al cañaveral debe hacerse un muestreo y calcular el porcentaje de infestación.

### ¿Cómo se realiza el muestreo?

Las evaluaciones, para ser efectivas, deben realizarse cada 5 ha. El productor debe ubicarse en la mitad del lote, caminar 20 pasos hacia el interior del mismo y cortar 10 cañas seguidas de la línea del surco. Una vez obtenida la muestra, se cuentan los canutos perforados y los totales y se realiza el cálculo del porcentaje de infestación (Figura 18).



Figura 18. Cuento de canutos sanos y perforados

### Ejemplo

Localidad: **La Ramada**  
 Variedad: **LCP 85-384**  
 Edad: **Soca 2**

| Nº de Cañas  | Nº de canutos |            |
|--------------|---------------|------------|
|              | totales       | perforados |
| 1            | 16            | 2          |
| 2            | 18            | 4          |
| 3            | 16            | 0          |
| 4            | 14            | 4          |
| 5            | 19            | 0          |
| 6            | 18            | 2          |
| 7            | 19            | 3          |
| 8            | 20            | 6          |
| 9            | 16            | 5          |
| 10           | 20            | 0          |
| <b>Total</b> | <b>176</b>    | <b>26</b>  |

Con estos datos se determina el porcentaje de infestación:

$$\% \text{ Infestación} = \frac{\text{número de canutos perforados}}{\text{número de canutos totales}} \times 100$$

$$\% \text{ Infestación} = \frac{26 \times 100}{176} = 15$$

### 15% de infestación en el lote evaluado

Si se tiene en cuenta que por cada 1% de infestación, la pérdida en azúcar es de 650 gr/t de caña, un lote que produce 66 t de caña/ha y tiene un 15% de infestación con gusano perforador, tendrá una pérdida de 643 kg de azúcar/ha.

## 5 Picudo perforador de la caña de azúcar

(*Acrotomopus atropunctellus*)

### ¿Cómo se reconoce esta plaga?

Es fácil de reconocer ya que mide aproximadamente 1 cm, posee un prominente pico y es de color ocre (Figura 19). Este picudo se reproduce una vez al año.

Durante las etapas de brotación, macollaje y gran crecimiento, puede encontrarse al picudo perforador en estado adulto, mientras que en maduración y cosecha, se lo encuentra como gusano dentro de las cepas (Figura 20).

El picudo coloca los huevos dentro de los brotes tiernos, de los que salen gusanos que se alimentan del tallo. Al acercarse el frío, los gusanos se trasladan a la cepa, donde pasan el invierno hasta que se convierten en adultos. Recién en los meses de noviembre a marzo salen a la superficie.

### ¿Qué daños ocasiona esta plaga?

El picudo produce daños en el estado de larva y de adulto. Como larva, se alimenta del interior de los tallos y de la cepa, acortando su longevidad. Como adulto, realiza perforaciones para alimentarse y para colocar huevos, de los cuales, a su vez, salen las larvas que matan los brotes jóvenes. Esto genera un retraso en el crecimiento, reflejado en el menor peso y altura de los tallos.

### Recomendaciones para el manejo de esta plaga

En caso de hallarse este insecto en un cañaveral, se recomienda dirigirse a la EEAOC para la realización de un monitoreo del lote y, de esta manera, decidir si es necesario un control químico o no.



Figura 19. Adulto de picudo alimentándose.



Figura 20. Gusano dentro de la cepa.





Autores:

Ing. Agr. Sánchez Ducca, A.

Dr. Agr. Romero, E. R.

Mg. Agr. Digonzelli, P.

M. Sc. Vinciguerra, H.

Ing. Agr. Scandaliaris, J.

Ing. Agr. Courel, G.

Ing. Agr. Casal, N.

# B3

## Manejo de malezas en caña de azúcar

### Introducción

En este capítulo se hará referencia a las características generales de las malezas de la caña de azúcar y de los herbicidas que se utilizan para su control.

### ¿Qué se entiende por malezas?

Maleza es toda planta distinta del cultivo que crece en un lugar y tiempo

inapropiado. Desde el punto de vista agronómico, se clasifica a una planta como maleza cuando interfiere en el crecimiento y desarrollo de un cultivo, afectando la producción.

Un cañaveral expuesto a la competencia con malezas sufre pérdidas de producción de hasta un 50%, además de la disminución de su longevidad, debido a que las malezas producen diferentes tipos de daños (Figura 1):

1. Compiten con el cultivo por agua, luz y nutrientes.
2. Son hospederos de plagas y enfermedades.
3. Algunas producen sustancias alelopáticas que afectan el crecimiento del cultivo.
4. Otras dificultan la cosecha (menor calidad y mayor costo).
5. Aumentan el material extraño (trash) de la cosecha.

Figura 1. Daños producidos por malezas.

### ¿Cuál es el período oportuno para realizar el control de las malezas?

Para lograr una elevada producción es necesario que el cañaveral se encuentre libre de la competencia de malezas desde la emergencia hasta el cierre. En ese período la caña de azúcar no puede competir eficazmente con las malezas.

Este período se conoce como “período crítico de competencia” y es cuando se deben realizar las medidas de control (Figura 2).

Una vez cerrado el cañaveral se deben monitorear las malezas trepadoras como el tupulo, que son las únicas que pueden prosperar con el cañaveral cerrado.

Para controlar las malezas, lo primero es conocerlas (Tabla 1). Para ello, hay que saber que se las clasifica según diferentes criterios.

Según la forma (morfología), las malezas se dividen en: malezas de hoja angosta, hoja ancha (latifoliadas) y ciperáceas. Las gramíneas o pastos, por ejemplo, son malezas de hoja angosta; el Ataco, la Verdolaga y el Tupulo, son de hoja ancha; mientras que el Cebollín y la Chufa, por

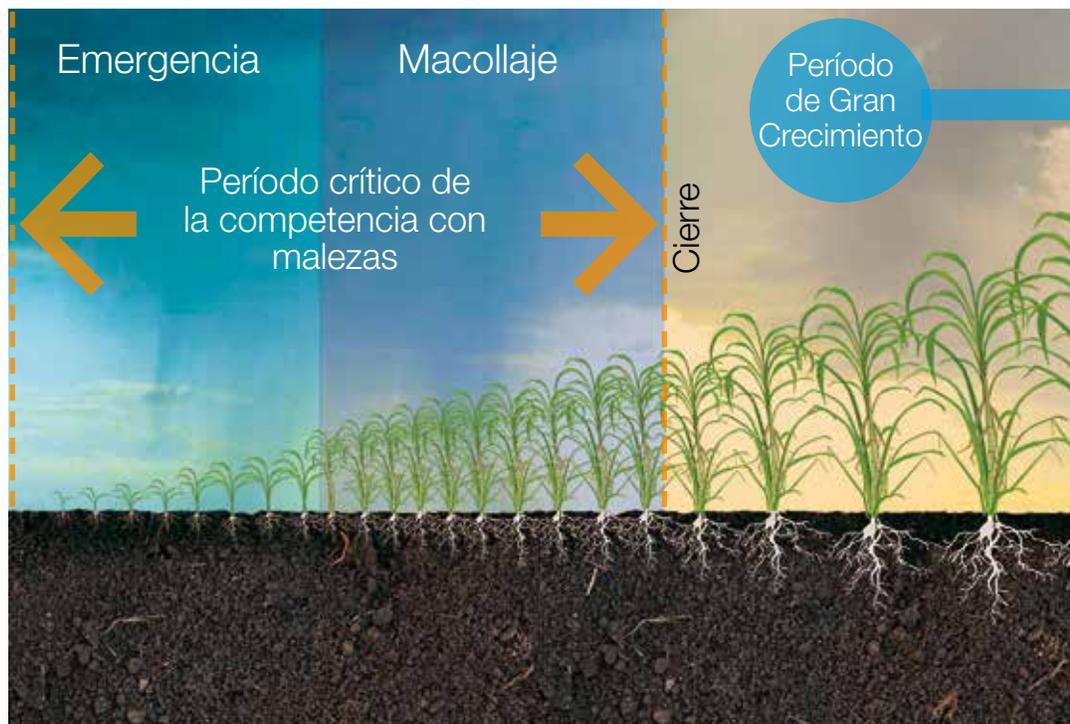


Figura 2. Período crítico de competencia con malezas.

su parte, están dentro de las ciperáceas. El hábito de crecimiento puede ser rastrero (Gramma), erecto (Pasto ruso), recostado o decumbente (Pasto blanco) o trepador (Tupulo).

El tipo de reproducción puede ser sexual, cuando es través de semillas, o asexual, cuando la multiplicación es por bulbos, estolones, rizomas u otro tipo de estructura vegetativa.

Hay malezas **anuales**, es decir, que completan su ciclo de vida –desde la germinación hasta la producción de nuevas semillas– en menos de un año (ej.: Ataco, Verdolaga, Pasto blanco, etc.).

También las hay **bianuales**, es decir, que completan su ciclo de vida en dos años. En el primero, producen una fase vegetativa y, en el segundo, emiten estructuras reproductivas –flores– (ej.: Nabo y nabón).

Las malezas **perennes** son aquellas que pueden vivir muchos años. Se reproducen por semillas y, en muchos casos, son capaces de diseminarse por estructuras vegetativas. Éstas últimas son las de más difícil control, debido a sus estructuras de multiplicación subterráneas (ej.: Gramma, Pasto ruso, etc.).

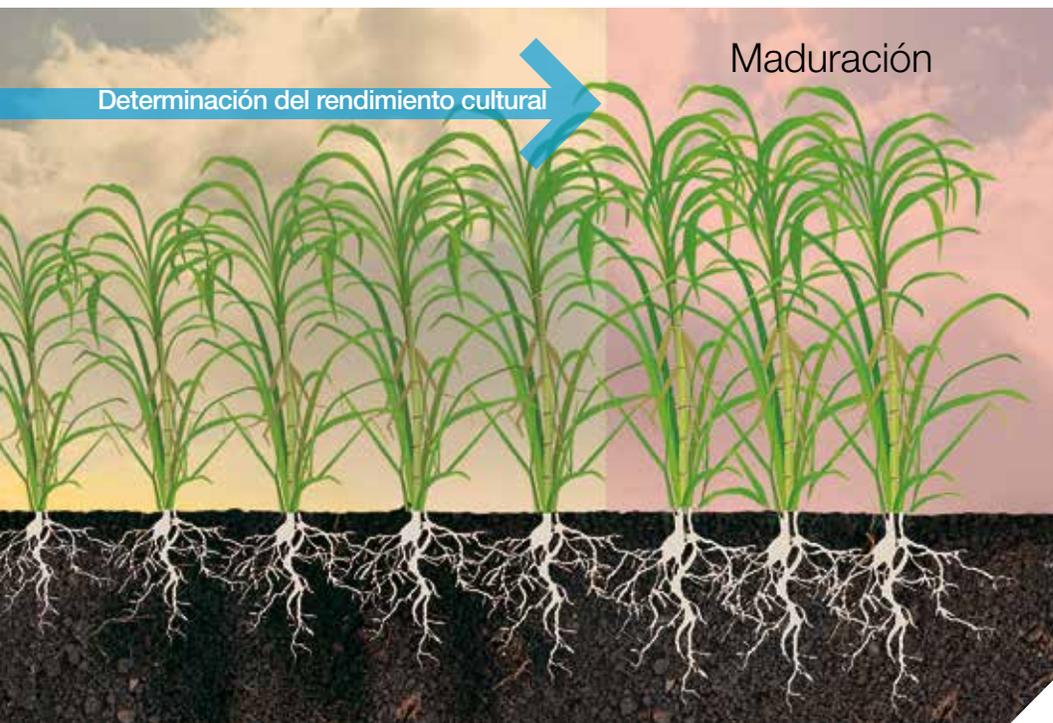


Tabla 1. Principales malezas de los cañaverales tucumanos.

| Nombre común                                       | Nombre científico            | Maleza                | Ciclo de vida | Hábito de crecimiento | Propagación                       |
|--|------------------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|-----------------------------------|
| <b>grama bermuda, pata de gallina, etc.</b>        | <i>Cynodon dactylon</i>      | hoja angosta gramínea | perenne       | rastrera              | sexual (semilla) estolón y rizoma |
| <b>Pasto ruso, sorguillo, sorgo de alepo, etc.</b> | <i>Sorghum halepense</i>     | hoja angosta gramínea | perenne       | erecto                | sexual (semilla) y rizoma         |
| <b>Camalote, pasto guinea, etc.</b>                | <i>Panicum maximum</i>       | hoja angosta gramínea | perenne       | erecto                | sexual (semilla) y rizoma         |
| <b>Tupulo</b>                                      | <i>Sicyos polyacanthus</i>   | hoja ancha            | anual         | trepador              | sexual (semilla)                  |
| <b>Cebollín</b>                                    | <i>Cyperus rotundus</i>      | ciperácea             | perenne       | erecto                | semilla, rizoma y tubérculo       |
| <b>Pasto blanco, pasto cuaresma</b>                | <i>Digitaria sanguinalis</i> | hoja angosta gramínea | anual         | decumbente            | sexual (semilla)                  |
| <b>Ataco</b>                                       | <i>Amaranthus quitensis</i>  | hoja ancha            | anual         | erecta                | sexual (semilla)                  |
| <b>Verdolaga</b>                                   | <i>Portulaca oleracea</i>    | hoja ancha            | anual         | rastrera              | sexual (semilla)                  |

## ■ Alternativas para el control de las malezas

Existen diferentes alternativas para el control de las malezas: manual, mecánico, químico o la combinación de estos. En este capítulo, se pondrá énfasis en el control químico, es decir, el realizado mediante la utilización de herbicidas.

Los herbicidas son sustancias químicas que afectan el normal crecimiento y desarrollo de las plantas y generalmente culminan con la muerte de la mismas.

## ■ ¿Cómo se clasifican los herbicidas?

Los herbicidas se clasifican en dos grupos, de acuerdo con el momento de aplicación y el estado de crecimiento de las malezas. Ellos son: herbicidas **pre-emergentes o residuales** y herbicidas **post-emergentes**, de contacto o de translocación.

Es importante saber que los herbicidas, no siempre cubren todo el espectro de

malezas presentes en un lote ni son efectivos en todos los estadios en que éstas puedan encontrarse. Por ese motivo, es frecuente que se realicen mezclas entre diferentes productos pertenecientes a los dos grupos descriptos.

## 1 Herbicidas residuales o pre-emergentes

Se aplican directamente al suelo, antes de la aparición de las malezas (gramíneas y latifoliadas), a las que controlan cuando comienzan a emerger luego de la germinación de las semillas. El momento óptimo para su aplicación es cuando el suelo está húmedo en la superficie, porque favorece la movilidad y penetración del herbicida. Los herbicidas residuales pueden aplicarse con suelos secos, siempre y cuando existan probabilidades de lluvias en el corto plazo.

El sistema más generalizado para el control de malezas en caña planta, en Tucumán, es el que utiliza sobrebordo. Éste permite que, al ser retirado mediante el desboquille (Figura 3), se



Figura 3. Caña planta después de la bajada de bordo/desboquille.

eliminen las malezas del surco y se deje sobre la caña semilla poca cantidad de tierra de manera de favorecer la emergencia de los brotes. Luego de esta operación de bajada de bordo o desboquille, resulta fundamental la aplicación de herbicidas residuales para impedir que las malezas que se originan por semilla, se establezcan en la línea del surco e impidan un buen macollaje de la caña.

## 2 Herbicidas post-emergentes

Se aplican directamente sobre las malezas emergidas y su penetración depende del tipo de superficie foliar, de las condiciones ambientales y del estado fenológico de las malezas. Dentro de los herbicidas post-emergentes pueden distinguirse dos tipos, según el sitio donde actúan y su capacidad de movilizarse dentro de la planta. Estos son:

**a) De translocación:** tienen la capacidad de movilizarse por toda la planta y de actuar lejos del lugar donde fueron absorbidos, pudiendo llegar a las raíces y otros órganos subterráneos (Ej.: 2,4-D, Asulam, Glifosato, etc.).

**b) De contacto:** actúan cerca del lugar donde son absorbidos, por lo tanto, requieren que el caldo herbicida moje la superficie de la maleza más abundantemente que los herbicidas de translocación (Ej.: MSMA, Paraquat, etc).

Cuando se aplican herbicidas post-emergentes, resulta fundamental el uso de humectantes, porque ayudan a que las gotas del caldo se extiendan mejor por la superficie de las hojas.

Se logra un mejor control de las malezas, cuando las aplicaciones de herbicida se realizan sobre malezas de tamaño pequeño y en activo crecimiento.

### Selectividad de un herbicida

La selectividad de un herbicida se refiere a su capacidad para no afectar el rendimiento del cultivo de interés sobre el que se aplica –en este caso, la caña de azúcar–, cuando se lo utiliza en las dosis recomendadas.

**a) Herbicidas selectivos:** afectan a las malezas y no al cultivo (Ej: Asulam, Atrazina, etc.).

Muchos herbicidas son selectivos en dosis bajas, pero se vuelven no selectivos cuando las dosis aumentan, por eso es importante leer el marbete del producto o consultar a un técnico para no causar daños al cultivo.

**b) Herbicidas no selectivos:** son aquellos que afectan tanto a las malezas como al cultivo. Un ejemplo es el Glifosato. El uso de este tipo de herbicidas en el cañaveral debe realizarse con suma precaución (aplicación dirigida), evitando tocar a la caña, debido a que producirán, indefectiblemente, la muerte de la cepa afectada.

La tolerancia de la caña de azúcar a un herbicida está relacionada con la variedad y el estadio fenológico en el que se encuentra.

||| También influyen las condiciones ambientales durante la aplicación del producto.

La susceptibilidad a un herbicida se expresa con síntomas que se pueden caracterizar como:

- Quemaduras por efecto del contacto del herbicida.

- Decoloración (albinismo).

- Deformaciones y fragilidad de tallos.

- Detención del crecimiento.

- Muerte de la planta.



Autores:

Ing. Agr. Sánchez Ducca, A.

Mg. Agr. Digonzelli, P. A.

Dr. Agr. Romero, E. R.

Mg. Agr. Leggio Neme, M. F.

Ing. Agr. Giardina, J.

Lic. Sabaté, S.

Ing. Agr. Cainzo, F.



## Manejo de malezas con herramientas químicas

Este capítulo se centrará en el manejo químico de las principales malezas que afectan a los cañaverales tucumanos. El manejo de las distintas malezas depende de su ciclo de vida y de su morfología.

### I. Malezas anuales (propagación por semillas):

#### 1. Control de gramíneas: Pasto blanco, Colas de zorros y similares

##### Manejo general:

Una estrategia elemental para el manejo de especies anuales es aplicar herbicidas residuales (pre-emergentes) que cubran todo el espectro de malezas presentes, utilizando dosis que aseguren el período de control deseado y evitando realizar labores mecánicas después de la aplicación, para no alterar los efectos de protección.

Se recomienda utilizar:

##### En Pre-emergencia

a **Metolaclor 96 % EC**  
(2,0 l/ha)

b **Acetoclor 90 % EC**  
(2,0 - 3,0 l/ha)

c **Atrazina 50 % SC**  
(4,0 - 5,0 l/ha)

Metolaclor y Acetoclor actúan sobre malezas gramíneas. La mezcla de uno de ellos con Atrazina 50% SC (3,0 - 5,0 l/ha) cubre todo el espectro de malezas anuales (latifoliadas y gramíneas). Luego del desboquille, las fórmulas citadas pueden aplicarse con la barra ancha de la pulverizadora, cubriendo toda la superficie.



Figura 1. a y b, *Digitaria sanguinalis*; c y d, *Setaria* sp.

Las fórmulas descritas anteriormente no son eficientes con pastos blancos en post-emergencia. En estos casos se debe utilizar Ametrina o Terbutrina, aunque la eficacia de estos herbicidas disminuye con el crecimiento de las malezas.

Se deben aplicar con la mochila manual o la barra con bajadores, buscando una selectividad posicional y evitando mojar la caña. En ambos casos es aconsejable el agregado de 2,4-D, porque mejora el

#### En Post-emergencia

a **Ametrina 50 % SC (2,5 l/ha)**

b **Terbutrina 50 % SC (2,5 l/ha)**

efecto de control sobre estas malezas y sobre las especies latifoliadas presentes.

Para prevenir posteriores emergencias de malezas anuales conviene utilizar la mezcla: Ametrina 50% SC o Terbutrina

50% SC (2,5 l/ha) + Atrazina 50% SC (3,0–4,0 l/ha).

## 2. Control de malezas de hojas anchas:

### Manejo general:

Puede suprimirse la germinación de la semilla empleando herbicidas residuales (pre-emergentes).

### En Pre-emergencia

a **Atrazina 50% SC**  
(4,0–5,0 l/ha)

b **Metribuzín 48% SC**  
(2,0 l/ha)

c **Diuron 50% SC**  
(2,0 - 4,0 l/ha)

### En Post-emergencia

a **Plantas chicas no resistentes al 2,4-D** (Ej.: Verdolaga común, atacos, etc.):

**2,4-D 60% SL (1,5 l/ha)**

b **Plantas grandes y especies tolerantes al 2,4-D excepto tupulo** (Ej.: Ataco espinudo, Verdolaga negra, Yuyos negros anuales, Porotillo, etc).

Se recomienda su control cuando son pequeñas y esto ocurre después de la cosecha de las cañas socas.

a **2,4-D 60% SL (1,5-2,0 l/ha) + Picloran 24% SL (0,2 l/ha)**

b **2,4-D 60% SL (1,5-2,0 l/ha) + Dicamba 58% SL (0,2 l/ha)**



Figura 2. A, Verdolaga (*Portulaca oleracea*) ; B, Ataco (*Amaranthus* sp.)

No se recomienda la aplicación de 2,4-D, MCPA, Picloran y Dicamba, cuando la caña comienza a descubrir sus entrenudos, porque actúan a nivel de los meristemas intercalares y pueden producir deformaciones y quebraduras de los tallos.

Se debe prestar especial atención a la existencia de cultivos sensibles en las proximidades del lugar de aplicación de estos productos, ya que pueden ocasionar daños en soja, tabaco, hortalizas, arándanos, árboles, citrus y plantas ornamentales.

### 3. Control de Tupulo (*Sycios polianthus*):

#### Manejo general:

Esta especie germina por "camadas", razón por la cual se debe verificar su presencia hasta el cierre completo del cañaveral.



Figura 3. Tupulo (*Sycios polianthus*).

#### Control químico

##### En Post-emergencia

a **Atrazina 50% SC (2,0 l/ha) + Dicamba 58% SL (0,5 l/ha)**

Agregar 2,4 D si se desea un volteo más rápido de las malezas latifoliadas consociadas.

No utilizar cerca de plantaciones de soja.

b **Atrazina 50 SC (2,0 l/ha) + Fluroxipir 48% EC (0,3 l/ha)**

Agregar 2,4 D si se desea el control de las malezas latifoliadas consociadas.

Se emplea la mezcla con Atrazina por los efectos sinérgicos que se producen. No debe esperarse idéntico resultado con la aplicación de uno solo de los componentes de la fórmula. La mezcla de Atrazina con 2,4-D también actúa sobre plantas muy pequeñas





Figura 3. Tupulo (*Sicyos poliacanthus*).

(hasta el primer par de hojas verdaderas). Las fórmulas a y b, consideradas como de alta eficiencia de control, se aplican en presencia de la maleza, pero muy especialmente antes del cierre del cañaveral, esperando que la sombra del mismo limite el crecimiento de las nuevas camadas.

### En Pre-emergencia

#### a Flumetsulam 12% SC (1,5 l/ha)

Hasta el presente, Flumetsulam es el herbicida con el período de control de tupulo más prolongado (30–40 días). Otros herbicidas tales como Tebuthiuron (2,5 l/ha) y Atrazina (6,0 l/ha) logran un período de protección inferior al indicado.

## II. Especies perennes:

### 4. Yuyos negros, Moras y Achiras

#### Generalidades:

Se originan de semillas, y una vez establecidas en la línea del surco, permanecen durante toda la vida del cañaveral. Son malezas resistentes al 2,4-D y, por tal motivo, debe mezclarse este herbicida con Dicamba o Picloran. Durante la época seca de la primavera, momento en el que la presencia en el surco de yuyos negros y moras es más notable, la extracción con pico y pala puede ser más eficiente.

#### Control químico:

**Pre-emergencia:** utilizar los mismos herbicidas y dosis recomendados para el control de malezas anuales latifoliadas.



Figura 4. a, Mora (*Morus* sp.); b, *Conyza* sp.; c, Achira (*Canna* sp.).

#### En Post-emergencia

a 2,4-D 60% SL (1,5 - 2,0 l/ha) +  
Picloran 24% SL (0,3 l/ha)

b 2,4-D 60% SL (1,5 - 2,0 l/ha) +  
Dicamba 58% SL (0,3 l/ha)

Resulta conveniente la aplicación localizada con mochilas manuales, sin mojar la caña

#### Manejo de especies perennes que poseen órganos subterráneos para su propagación

En Tucumán, son cinco las especies de malezas perennes a las que la plantación sucesiva del cañaveral (renovación) beneficia en la dispersión de sus órganos perennes de propagación. Ellas son:

**el Pasto ruso o Sorgo de alepo** (*Sorghum halepense*), **la Grama bermuda** (*Cynodon dactylon*), **el Cebollín** (*Cyperus rotundus*), **Camalote** (*Panicum maximum*) y **Cola de caballo** (*Equisetum* sp.). Esta última constituye un problema menos generalizado.

La plantación de caña de azúcar en un lote con alta infestación de malezas perennes, significa un grave inconveniente para el establecimiento del futuro cañaveral, por la competencia que implica para el cultivo y por el mayor consumo de herbicidas.

**Por eso no se recomienda realizar plantaciones sucesivas.**

### Manejo de pre-plantación con barbecho químico:

En campos muy invadidos con malezas perennes, se recomienda descepar y esperar hasta marzo del año siguiente para volver a plantar. Durante el verano, cuando las malezas están en activo crecimiento, es aconsejable aplicar Glifosato 48% SL (4,0-5,0 l/ha). En caso de que haya plantas sobrevivientes deberán realizarse manchoneos con el mismo herbicida.

El cultivo de variedades de soja resistentes a Glifosato permite disminuir costos de mantenimiento y se adapta al objetivo buscado con esta recomendación.

Es posible controlar el sorgo de alepo, el cebollín o la grama bermuda, antes del desboquille, mediante tratamientos con Glifosato 48% SL (4,0 l/ha). Este tipo de tratamiento debe hacerse antes de que empiecen a aparecer los brotes de la caña (Figuras 5 y 6), porque el herbicida mata los brotes emergidos y afecta la cepa.

### 5. Control químico de Pasto ruso

#### • Pre-emergencia:

Evite la germinación de semillas y la formación de nuevas plantas empleando herbicidas residuales (pre-emergentes)

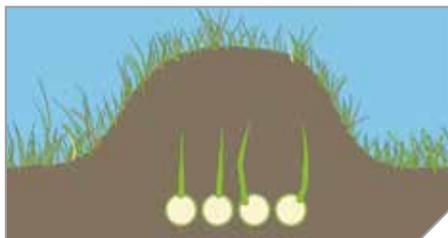


Figura 5. Momento oportuno para aplicar el glifosato en forma total.

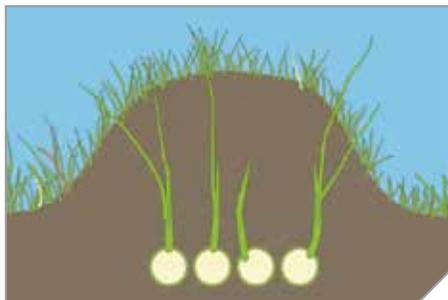


Figura 6. En este momento ya no se puede hacer el tratamiento con glifosato por la presencia de brotes emergidos.

en cañas plantas y socas. Una plántula originada de semilla, en un mes forma un rizoma perenne que arruina el manejo con barbecho químico realizado previamente. Por este motivo, en un campo infestado no puede obviarse el manejo preventivo, utilizando herbicidas residuales como los siguientes:

a **Metolaclor 96% EC**  
(2,0 l/ha)

b **Acetoclor 90% EC**  
(2,0-3,0 l/ha)

c **Atrazina 50% SC**  
(4,0-5,0 l/ha)



Figura 7. Pasto Ruso (*Sorghum halepense*)



- **Post-emergencia:**

Tanto en cañas planta como en socas, se recomiendan los siguientes herbicidas:

**a MSMA: los mejores resultados se obtienen con tratamientos realizados cuando el pasto ruso está próximo a florecer.**

No aplicar con volúmenes de agua inferiores a los 150 litros por hectárea en aplicaciones terrestres ya que es importante realizar un buen mojado con el herbicida.

Dosis: **MSMA 72% SL (0,9 a 1,3 l/ha).**

Formulación para manchoneos con mochila: 0,4 l de producto comercial en 200 litros de agua.

El empleo de este herbicida presenta el riesgo de producir efectos tóxicos en la caña de azúcar (quemaduras en las hojas). La ocurrencia de este tipo de situaciones depende, en gran medida, de las condiciones ambientales, la variedad de caña y la dosis empleada. Para disminuir riesgos, se indica no aplicarlo durante períodos de sequía, evitar pulverizar durante las horas del día con mayor insolación, no mezclarlo con herbicidas hormonales y no utilizar dosis superiores a las recomendadas.

Las plantas de semilla, antes de la formación de su rizoma primario, son tolerantes al MSMA en las dosis indicadas. Por este motivo, se lo debe mezclar con

Ametrina 50 F.W (2,0 l/ha), aunque se disminuye su selectividad, especialmente cuando la caña de azúcar se acerca al final de su macollaje. Por eso, el empleo de esta mezcla debe realizarse luego de una perfecta regulación de los bajadores de la pulverizadora, para evitar mojar la caña.

**b** **Asulam:** como consecuencia de su alto costo, está especialmente aconsejado para cañas plantas, en razón de su eficiencia y selectividad. Aplicarlo cuando el pasto ruso está en activo crecimiento y su altura es mayor a los 30 cm. Puede mezclarse con 2,4-D o Dicamba.

Dosis: **Asulam 40 % SL (8,0-9,0 l/ha).**

**c** **Glifosato** aplicado con guantes: para esta técnica se utilizan guantes con almohadillas absorbentes, las que son embebidas con Glifosato 48% SL en una solución al 20% (1,0 litro del herbicida en 4 litros de agua).

**Procedimiento:** aísle la planta de pasto ruso y humedézcala con el guante aplicador de Glifosato. Se debe quebrar ligeramente la planta para impedir su retorno inmediato y el contacto con la caña. No salpicar, ni volcar el producto formulado sobre la caña,

a la cual matará indefectiblemente. Deslice suavemente el guante aplicador sin oprimir al pasto ruso, en caso contrario dañará el guante y no mejorará la aplicación.

## 6. Control de Camalotes y Chacrillas (*Panicum* y *Paspalum* spp)

### Generalidades:

Se originan de semillas, son perennes y su aparición coincide con terrenos muy húmedos y bordes de campos enmalezados que actúan como semilleros.



Figura 8. Camalote (*Panicum maximum*).

Cuando se prepara el terreno para la plantación debe asegurarse que las matas existentes sean desarraigadas y se sequen. También hay que evitar que se formen cepas nuevas de estas malezas en la caña planta, impidiendo la germinación de sus semillas mediante el uso de herbicidas residuales (pre-emergentes).

■ **Arrancar manualmente las plantas ubicadas en el surco de la caña y limpiar los alambrados.**  
 ■ **Esto ayuda a limitar la producción de semillas.**

**Control químico en pre-emergencia:** se aconseja el manejo preventivo, especialmente en cañas planta, utilizando herbicidas residuales, de forma tal de impedir que las malezas originen su mata en la línea del surco. Para ello utilizar:

a **Metolaclor 96% EC**  
(2 l/ha)

b **Acetoclor 90% EC**  
(2-3 l/ha)

c **Atrazina 50% SC**  
(4-5 l/ha)

**Control químico post-emergente:**

Mediante aplicaciones de MSMA formulado al 1% (1 litro de MSMA en 100 litros de agua), utilizando mochilas provistas de pastillas 80-03 en sus lanzas y controlando mata por mata, deteniéndose para provocar el goteo del herbicida sobre

la corona basal de la planta. En lo posible, no mojar la caña. También puede utilizarse la mezcla de Ametrina y MSMA, aplicándola como se indicó anteriormente en el caso del pasto ruso.

**Guanteo:** con Glifosato, de manera similar a la indicada para el pasto ruso.

## 7. Control de Grama bermuda

■ **Consideraciones importantes:** un buen cañaveral, con “cierre temprano” constituye el mejor y más económico método para controlar la Grama bermuda. Debe impedirse la invasión de la grama en la caña planta mediante el agregado del herbicida TCA a la fórmula herbicida pre-emergente.



Figura 9. Grama (*Cynodon dactylon*)

En las cañas socas, deberá tenerse especial cuidado de no difundir la grama con los cinceles o paquetes de discos, desde la cabecera hacia el interior de los surcos.

Para ello, realice control químico en las cabeceras de los surcos.

#### Control químico en caña planta:

a. Con grama no florecida y con crecimiento horizontal en surco y trocha (aplicar con mochilas o pulverizadoras con bajadores):

**Ametrina 50% SC (2,0 l/ha)  
+ Atrazina 50% SC (3,0 l/ha)  
+ TCA 8,0 (kg/ha)  
+ 2,4-D 60% SL (1,5 l/ha).**

b. Con Grama muy entretrejida y no florecida: usar fórmula anterior, pero eliminando la Atrazina, y elevando la dosis de Ametrina 50% SC a 3,0 l/ha, regulando los bajadores para no mojar a la caña.

c. Si se dejó florecer la Grama: esperar que la caña supere los 70 cm de altura y aplicar con mochila o pulverizadora con bajadores (no mojar la caña)

**a Dalapón (5,0 kg/ha)  
+ 2,4-D 60% SL (1,5 l/ha)**

**b Ametrina 50% SC (2,5 l/ha)  
+ Dalapón (5,0 kg/ha)  
+ 2,4-D 60% SL (1,5 l/ha)**

#### Control químico en caña soca:

a. Manejo del crecimiento invierno–primavera: por sus menores requerimientos en temperatura y humedad de suelo, la Grama puede brotar antes que la caña. Vigilar los lotes cosechados temprano (incluidos semilleros), especialmente en aquellos donde se realice riego. Para lograr inhibir su crecimiento temprano (supresión), cuando la caña aún no muestra un crecimiento activo, aplicar sobre la banda del surco:

**Dalapón 2,5 kg/ha  
+ 2,4-D 60% SL 1,5 l/ha**

b. Control en post-emergencia: son válidas las fórmulas indicadas en los puntos a y b para caña planta, a las que se puede agregar la siguiente fórmula aplicada con bajadores:

**TCA 8,0 (kg/ha)  
+ Dalapón (5,0 kg/ha)  
+ 2,4-D 60% SL (1,5 l/ha).**

La variedad LCP 85-384 se ha mostrado muy susceptible al mojado directo con los herbicidas TCA y Dalapón, razón por la que estos productos deben ser aplicados utilizando bajadores muy bien regulados para no mojar los brotes de la caña.

## 8. Control de Cebollín (Totorilla)

**Consideraciones importantes:** cuando se practique el barbecho químico orientado al manejo de esta maleza, se debe tener en cuenta el efecto paraguas provocado por otras especies.

**Control químico (sobre Cebollín emergido):**

**a** 2,4-D 60% SL (2,0 l/ha) + Dicamba 58% SL (0,3 l/ha)

No remover el suelo durante 20 días y no aplicar cerca de cultivos de soja.



Figura 10. Cebollín (*Cyperus rotundus*)

**b** Ametrina 50 FW (2,0 l/ha) + 2,4-D 60% SL (1,5 l/ha)

En pre-emergencia se obtuvieron buenos resultados con Sulfentrazone 1,5 l/ha (registro en trámite). El herbicida Halosulfuron en la dosis de 0,1 kg/ha mostrando una alta eficiencia en el control, pero su abastecimiento está discontinuado en el país.



## 9. Control de Cola de caballo

Su difusión se produce casi en su totalidad a través de sus órganos subterráneos (rizomas). Libere de estos rizomas las áreas infestadas. También, evitar las condiciones de encharcamiento o excesiva humedad mediante la realización de desagües, drenajes, nivelación o cambio de orientación de los surcos.



Figura 11. Cola de caballo (*Equisetum* sp.)



Efectúe un programa de reducción de la población de estas malezas, utilizando la siguiente fórmula que no es selectiva con la caña:

**Metsulfuron 60% WG (10,0 g/ha)  
+ 2,4-D 60% SL (2,0 l/ha)**

**Control químico:** tallo por tallo, especialmente en el momento que comienzan a desarrollarse las hojitas horizontales del tercio medio de la planta. Aplicar con mochila provista de una pastilla 80-03, una solución preparada con:

**a 2,4-D 60% SL (2,0 l/ha)  
+ Picloran 24% SL (0,3 l/ha)**

**b 2,4-D 60% SL (2,0 l/ha)  
+ Dicamba 58% SL (0,3 l/ha)**

## Calibración para la aplicación de herbicidas

La calibración es el conjunto de operaciones que aseguran la distribución de la cantidad correcta (dosis) del herbicida en un área determinada, logrando una cobertura mínima y la uniformidad en la aplicación. La eficiencia de un tratamiento herbicida en caña de azúcar radica, en gran medida, en la calibración del equipo pulverizador.

### Determinación del volumen de agua aplicado por superficie

Conocer el volumen de agua que se aplica por superficie resulta fundamental para una correcta dosificación del herbicida. El empleo de la fórmula 1, que utiliza las variables descarga de la pastilla (l/min), distancia entre picos en la barra (cm) y velocidad de la máquina pulverizadora (km/h), constituye el método más utilizado. Para determinar el volumen de aplicación, es necesario conocer los siguientes factores:

**Descarga de la pastilla (l/min):** se puede estimar mediante la colocación de una jarra graduada debajo de una boquilla en funcionamiento,

a la presión de trabajo durante un minuto (Figura 12).



Figura 12. Cálculo de la descarga (l/m).

Lo correcto es medir todas las boquillas y luego promediar la descarga. De esta forma, se conocerá además el estado de las boquillas y se sabrá si es necesario reemplazar alguna o el juego completo.

**Velocidad de trabajo:** si el equipo utilizado para pulverizar no tiene velocímetro es posible calcular la velocidad de trabajo controlando

$$l/ha = \frac{60.000 \times \text{descarga de la pastilla (l/min)}}{\text{Velocidad (km/h)} \times \text{dist. entre picos (cm)}}$$

Fórmula 1. Para aplicación total.

el tiempo que demora el equipo en recorrer una distancia conocida. Estos datos son usados en la siguiente ecuación:

$$\text{velocidad} \frac{\text{km/h}}{\text{km/h}} = \frac{3,6 \times \text{distancia (m)}}{\text{tiempo (s)}}$$

La Fórmula 1 es para el caso de aplicaciones totales como se puede observar en la Figura 13.

Utilizando la fórmula indicada precedentemente, se calcula el

volumen de agua que aplica un equipo pulverizador que posee la barra indicada en la Figura 13. Por ejemplo, si el equipo opera a una velocidad de 10 km/h, la distancia entre picos es de 50 cm y la descarga promedio de un pico es de 0,7 l/min, el volumen descargado por hectárea será de 84 litros (Ecuación).

Ese valor es el que se utiliza para la formulación del tanque. Por ejemplo, si la capacidad del tanque es de 840 litros y la dosis del herbicida es de 1 kg/ha, se pondrán 10 kilos del producto para aplicar en 10 ha.

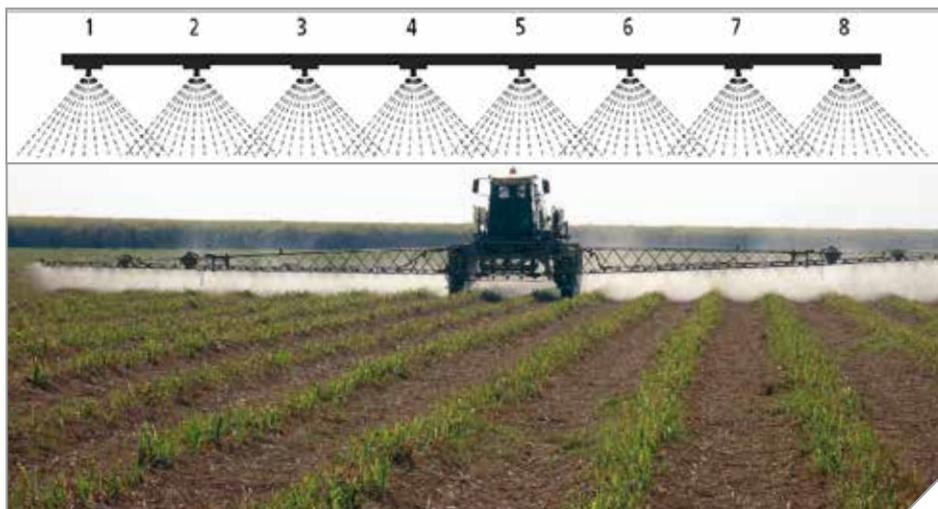


Figura 13. Aplicación total.

$$\text{l/ha} = \frac{60.000 \times 0,7}{10 \times 50} = \frac{42.000}{500} = 84 \text{ l/ha}$$

## Aplicación con bajadores

Para el caso de una aplicación dirigida o en bandas (Figura 14) se utiliza la Fórmula 1 pero con algunas modificaciones (Fórmula 2), se debe sumar la descarga realizada por las boquillas de cada banda y conocer el ancho de la banda aplicada.

### ¿Cómo se calibra una mochila manual?

La mochila manual puede ser una excelente herramienta para la distribución de los herbicidas, pero para tener éxito en

el control de malezas es preciso conocer cuál es el volumen de aplicación (l/ha) y de esta forma dosificar correctamente.

### Pasos para calibrar una mochila:

- 1) Verificar el funcionamiento de la mochila.
- 2) Agregar un volumen conocido de agua limpia a la mochila, por ej.: 4 litros.
- 3) Marcar un cuadrado de 10 m x 10 m (100 m<sup>2</sup>).
- 4) Pulverizar el sector marcado,

$$l/ha = \frac{60.000 \times \sum \text{descarga de la pastilla por surco (l/min)}}{\text{Velocidad (km/h)} \times \text{ancho de la banda (cm)}}$$

Fórmula 2. Para aplicación dirigida.



Ancho de la banda de aplicación



Figura 14. Aplicación con bajadores.

manteniendo la misma velocidad y bombeo constante (Figura 15).

5) Medir el volumen de agua gastado, para lo cual se debe medir el volumen de agua que queda en el tanque y el que queda en la bomba (para esto se debe descargar la bomba).

6) Repetir esta operación más de dos veces.

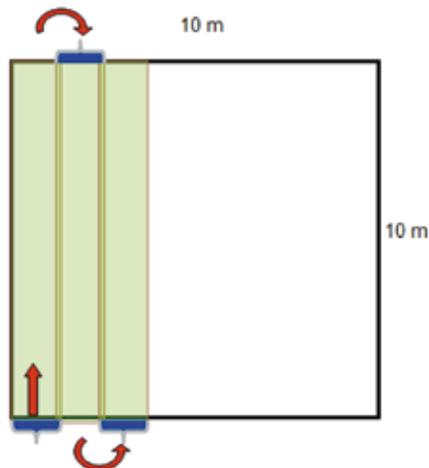


Figura 15. Como se debe pulverizar la superficie.

Si se cargó la mochila con 4 l y luego de aplicar los 100 m<sup>2</sup> quedó un remanente de 2,4 l (el líquido que quedó en el tanque + el que quedó en la bomba), quiere decir que se aplicó 1,6 l en 100 m<sup>2</sup>. Para llevarlo a hectáreas debe multiplicarse por 100:

$$\text{volumen de aplicación} = 1,6\text{l} \times 100 = 160 \text{ Litros/ha}$$

De esta forma, se conoce la cantidad de agua que se utiliza para distribuir una dosis de herbicida determinada. Así, si la mochila tiene un tanque de 20 l, para establecer el número de mochilas por hectárea, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Mochilas/ha} = \frac{\text{volumen de aplicación (l/ha)}}{\text{volumen de la mochila (l)}}$$

$$\text{Mochilas/ha} = \frac{160 \text{ l/ha}}{20\text{l}} = 8 \text{ mochilas/ha}$$

Entonces, si la dosis a aplicar es de 4 l de Atrazina 50% por hectárea, la operación a realizar es la siguiente:

$$\text{Producto / mochila} = \frac{4 \text{ l/ha de atrazina}}{8 \text{ mochilas / ha}} = 0,5 \text{ l/ mochila}$$

**De acuerdo con este ejemplo, cada mochila debe contener 0,5 l de Atrazina 50% y se utilizarán 8 mochilas para cubrir toda la hectárea.**



Autores:

Mg. Agr. Leggio Neme, M. F.

Dr. Agr. Romero, E.R.

Mg. Agr. Digonzelli, P. A.

Ing. Agr. Giardina, J.

Ing. Agr. Fernández de Ullivarri, J.

Mg. Agr. Tonatto, J.

Ing. Agr. Casen, S.D.

Ing. Agr. Fernández González, P.



# Heladas

## Introducción

Uno de los factores climáticos que, con mayor frecuencia, afecta el normal desarrollo de la zafra, en Tucumán, es la ocurrencia de heladas. Con distintos niveles de severidad, prácticamente toda el área cañera tucumana está expuesta a ellas, ocasionando efectos negativos sobre los cañaverales e importantes pérdidas en la producción de azúcar.

Las pérdidas de la producción de azúcar por heladas severas oscilan entre un 10% y un 25%, como consecuencia de la reducción en la cantidad de caña y, especialmente, del deterioro de la calidad de la materia prima y de las dificultades que provoca en la recuperación fabril del azúcar. Además, el frío limita la disponibilidad de caña semilla apta para la realización de las renovaciones y/o plantaciones comerciales.

## ¿Cuándo ocurre una helada?

Desde el punto de vista meteorológico, se considera la ocurrencia de heladas cuando la temperatura del aire, registrada en el abrigo meteorológico (es decir a 1,50 metros sobre el nivel del suelo) es de 0°C o menos. Sin embargo, la temperatura de la superficie del suelo puede llegar a ser 3 a 4°C menor que la registrada en el abrigo meteorológico.

## ¿Qué es una helada agrícola?

Las heladas agrícolas o agronómicas ocurren cuando los descensos de temperatura producen daño en los vegetales; estos valores pueden estar por encima de 0°C, como sucede en el caso de los cultivos tropicales. La mayor parte del área cañera de Tucumán está expuesta a la ocurrencia de heladas, de distinta severidad, que ocasionan un efecto adverso sobre la producción de azúcar y sobre la disponibilidad de caña semilla.

## Efecto de las bajas temperaturas sobre la caña de azúcar

La ocurrencia de heladas paraliza la maduración de los cañaverales y reduce progresivamente el contenido de azúcar.

Estudios realizados por la EEAOC evidencian que la magnitud de los daños ocasionados por las heladas depende, en primera instancia, de su intensidad y duración. Sin embargo, la magnitud final de las pérdidas de azúcar está condicionada por la incidencia de otros factores, entre los que se destacan: la influencia de las condiciones ambientales que se registran luego de las heladas, el comportamiento de los cultivares comerciales (nivel de maduración, capacidad productiva y

estado de crecimiento), la oportunidad de la cosecha, el sistema de recolección empleado y la eficiencia de su organización y control, entre otros. La consideración y manejo de estos factores permitirá minimizar las pérdidas potenciales.

En la Tabla 1 se muestran los efectos visibles provocados por heladas de diferente severidad, sobre los cañaverales.

Esta información resulta muy útil a fin de efectuar la revisión post heladas de los cañaverales y estimar los niveles de daño.

El impacto negativo de las heladas sobre el rendimiento fabril depende de dos efectos sobre el cultivo, como se observa en la Figura 1. El primero

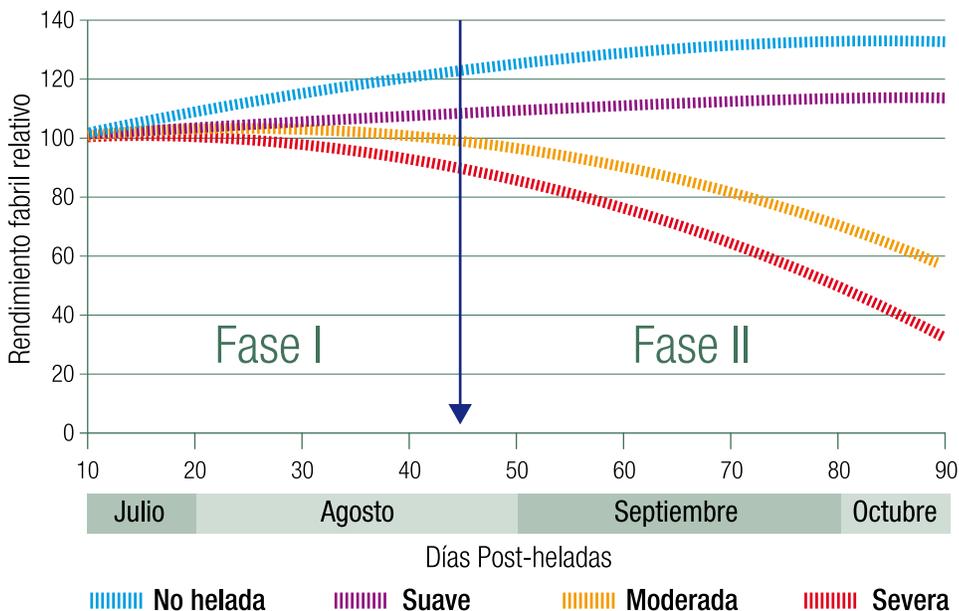


Figura 1. Efecto de heladas de diferente intensidad sobre el rendimiento fabril de la caña de azúcar.

Tabla 1. Daños ocasionados al cañaveral según la severidad de las heladas.

| Helada                   | Intensidad y duración (horas acumuladas) | Daños  |
|--------------------------|--|--|
| <b>Helada suave</b>      | 0 a -2°C<br>< 10 hs                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Amarillamiento del follaje.</li> <li>Quemaduras localizadas.</li> <li>Brote guía no afectado.</li> </ul>                |
| <b>Helada moderada</b>   | -2 a -3,5°C<br>10 a 20 hs                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Follaje totalmente afectado.</li> <li>Brote guía dañado.</li> <li>Ennegrecimiento de tejidos.</li> </ul>                |
| <b>Helada severa</b>     | -3,5 a -6°C<br>20 a 35 hs                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Destrucción del follaje.</li> <li>Daño en brote guía, yemas y porciones apicales del tallo (3 entrenudos).</li> </ul>  |
| <b>Helada muy severa</b> | -3,5 a -6°C<br>> 35 hs                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Destrucción del follaje.</li> <li>Daño en brote guía y daños en más de seis yemas y entrenudos.</li> </ul>            |

deriva del daño que el frío provoca en el follaje de los cañaverales, afectando la fotosíntesis y paralizando la maduración. De esta manera, el contenido máximo de azúcar en campo queda prácticamente determinado por el nivel

que alcanzó el cañaveral antes de la ocurrencia de las heladas.

El otro gran efecto perjudicial se expresa en el período post heladas e implica el progresivo deterioro de los jugos,

reduciéndose el contenido de sacarosa, aumentando el de las sustancias no deseables y afectando la recuperación del azúcar y su calidad.

Cabe mencionar que las pérdidas finales de azúcar dependerán, también, de las condiciones ambientales que se registren luego de las heladas (temperatura, humedad y lluvias), del comportamiento de las variedades comerciales (nivel de maduración, capacidad productiva, cobertura, vuelco y tolerancia al deterioro), y del momento y la calidad de la cosecha. Siendo estos últimos factores los más decisivos.

Cuando las heladas son severas, el proceso de deterioro se inicia a los pocos días de su ocurrencia, pero hasta mediados o fines de agosto la disminución del rendimiento fabril es menor. Desde fines del invierno y con el inicio de la primavera –asociado con el aumento de las temperaturas y las lluvias–, las pérdidas diarias de azúcar se intensifican. Si a esta situación se agrega un manejo inadecuado de la cosecha (uso del fuego, estacionamiento, mal despuntado, etc.), el deterioro puede significar la pérdida total del valor económico de la materia prima. Por esta razón, se debe priorizar la cosecha de estos cañaverales durante julio y agosto.

**Los esfuerzos del sector productivo deben orientarse a minimizar las pérdidas de azúcar mediante el ordenamiento y control de las prácticas de cosecha, especialmente evitando la quema y el estacionamiento.**

## ¿Cómo afectan las heladas a la caña que se usará como semilla?

El otro aspecto de gran importancia que se debe evaluar frente a la ocurrencia de heladas es el efecto sobre los lotes semilleros. Las yemas de la caña de azúcar también resultan afectadas en forma variable según la severidad de la helada, la variedad, el estado de crecimiento del lote, el vuelco, etc.

En los cañaverales destinados a semilla, los daños más significativos son:

1. Destrucción del follaje.
2. Muerte del brote guía.
3. Diferentes grados de daño a las yemas a lo largo del tallo.

Esta situación requiere extremar las precauciones, en el caso de querer emplear la caña como semilla para las plantaciones y/o renovaciones comerciales.

## ¿Qué medidas se deben tomar para asegurar el éxito de la plantación?

- a. Revisar cuidadosamente la caña que se desea utilizar como semilla, controlando el estado de las yemas a lo largo del tallo. Si se encuentran necrosadas (color marrón oscuro) o flácidas, estas yemas están muertas o son de dudosa brotación (Figura 2).
- b. En caso de que sólo las yemas apicales presenten este estado, se debe eliminar toda la porción del tallo dañada.

- c. Colocar en los surcos una cantidad de semilla mayor que la habitual, para subsanar posibles fallas en la brotación.
- d. La caña que está caída sufre en mayor medida los efectos de las heladas, ya que las temperaturas a nivel del suelo son más bajas. En este caso, las yemas que quedan en contacto con la superficie del suelo resultan más afectadas.
- e. El efecto de las horas con temperaturas inferiores a 0°C es acumulativo, y por lo tanto, cada nueva helada empeora la situación del cañaveral. Por ello, la evaluación del lote debe hacerse en el momento en que se decide cortar la caña para plantar.
- f. Cuando el semillero muestra una elevada cantidad de yemas dañadas o en dudosas condiciones, no emplear este cañaveral como caña semilla.

La plantación es una operación muy costosa, por lo tanto se debe garantizar la capacidad de brotación del material que se emplea en la misma.

### ¿Qué hacer para prevenir los daños por heladas?

Para prevenir o minimizar los daños en zonas con altas probabilidades de ocurrencia de heladas, tener en cuenta:

- a. Las variedades a implantar (tipo madurativo y tolerancia al frío). El empleo de variedades de maduración extra-temprana y temprana, permitirá lograr buenos niveles iniciales de acumulación de azúcar, facilitando una cosecha temprana de estos lotes. Escoger preferentemente variedades con buen comportamiento post heladas. En áreas de probabilidad de heladas moderadas se pueden emplear variedades de maduración intermedia, pero priorizando una alta capacidad productiva y tolerancia a las heladas.
- b. Implementar técnicas de manejo (diseños de plantación, riego, fertilización, control de malezas, etc.) que aseguren elevados niveles productivos y de cobertura vegetal.



Figura 2. Yemas afectadas por las heladas.

c. Prever y planificar la cosecha, considerando la época más adecuada según los riesgos de heladas, como también la aplicación de maduradores químicos para anticipar la maduración.

### ¿Cuáles son los criterios a considerar para el manejo de cañaverales afectados por heladas?

Frente a la ocurrencia de heladas, tanto cañeros como industriales deben realizar los esfuerzos necesarios para reordenar el desarrollo de la zafra, acelerar y optimizar el ritmo de molienda y efectuar un estricto control de la cosecha, el transporte y la molienda con el propósito de disminuir al máximo las pérdidas de azúcar.

Cada lote es una situación particular y, por lo tanto, nada reemplaza al monitoreo cuidadoso para tomar la decisión más acertada.

Resulta fundamental ordenar la cosecha según el grado de afección de los cañaverales.

En cuanto a las variedades, se debe considerar su nivel madurativo actual y la tolerancia de los jugos al deterioro post helada.

### Orden de cosecha

En las áreas en las que se registraron las heladas de mayor duración e intensidad es conveniente iniciar rápidamente la cosecha de:

1. Las variedades más sensibles (RA 87-3; TUCCP 77-42, CP 65-357, otras) y luego LCP 85-384 que evidencia una mayor tolerancia al deterioro post helada.
2. Los cañaverales más inmaduros al momento de las heladas.
3. Los lotes de menor producción de caña, que resultan más afectados por el frío.
4. Los cañaverales caídos, ya que de acontecer nuevas heladas, resultarán mucho más dañados.

Respecto de la cosecha, es fundamental evitar, restringir y controlar al máximo la quema de los cañaverales y reducir el estacionamiento de la materia prima en el campo, durante el transporte y en la fábrica.

La quema y el estacionamiento post cosecha de la caña afectada por heladas intensifican las pérdidas de azúcar (se producen mayores pérdidas de peso de los tallos y se acelera el deterioro de los jugos), provocando importantes pérdidas en la recuperación del azúcar en la fábrica.

Considerando que los mayores efectos negativos de las heladas ocurren en la porción superior de los tallos, por estar más expuesta y ser más sensible al frío, su eliminación mediante un despuntado más exigente evita el procesamiento de materia prima con altos contenidos de impurezas y sustancias indeseables, componentes que afectan la

recuperación fabril de azúcar y generan un producto de baja calidad (Figura 3).

La ejecución de un despuntado más severo en la cosecha de cañaverales afectados por heladas tiene una importancia significativa para mantener la calidad de la materia prima, al favorecer una mayor recuperación de azúcar y minimizar las pérdidas. En general, el despuntado de caña helada puede significar la eliminación de dos a cuatro entrenudos adicionales al nivel convencional, aunque convendrá ajustarlo en cada situación.

Por lo tanto, al momento de la cosecha conviene recordar los siguientes aspectos:

1. Revisar el campo y coordinar con el ingenio la cosecha.
2. Priorizar la cosecha de los lotes más afectados.
3. No apresurarse, respetar el turno y controlar la cosecha del cañaveral.

En la cosecha:

1. Cada día, cosechar únicamente lo asignado por el ingenio, para evitar pérdidas de azúcar por demoras y estacionamiento.
2. Realizar un despuntado más bajo, eliminando las porciones dañadas.
3. No estacionar la caña cosechada.
4. Si se utiliza un sistema semi-mecanizado:
  - a- Controlar y cuidar la quema en el apilado.



Figura 3. Daños por heladas en la porción apical del tallo.

b- Solo quemar lo que se enviará a fábrica en el día.

#### 5. Evite que el fuego ingrese a su cañaveral

- a- Limpiar callejones y alambrados.
- b- Realizar brechas cortafuegos en sus lotes y con los de sus vecinos.

#### 6. Nunca quemar caña en pie.

Todos los esfuerzos que se realicen para optimizar la cosecha de los cañaverales afectados por heladas habrán evitado, al final de la zafra, la pérdida de importantes cantidades de azúcar.

- C1. Variedades
- C2. Caña semilla
- C3. Calidad industrial

# C

La caña  
de azúcar como  
materia prima



Autores:

Ing. Agr. Cuenya, M. I.

M. Sc. Chavanne, E. R.

M. Sc. Ostengo, S.

Ing. Agr. García, M. B.

Ing. Agr. Costilla, D.

Ing. Agr. Díaz Romero, C.

Ing. Agr. Espinosa, M. A.

Ing. Agr. Díaz, J. V.



# Variedades de caña de azúcar

## Introducción

Las variedades constituyen una herramienta tecnológica clave para lograr elevados niveles de producción y rentabilidad en una explotación cañera. El proceso para crear nuevos cultivares de caña de azúcar es muy complejo y se extiende durante un período de, al menos, 12 años. Producir una nueva variedad resulta difícil, debido a que en esta deben confluir diversas características favorables que, en conjunto, expresen niveles de producción iguales o superiores al de los cultivares ya existentes. Entre estas características, se destacan principalmente: elevada producción de caña/ha, alto contenido sacarino del jugo, buena acumulación de sacarosa durante los meses de zafra, precocidad madurativa (fundamental en Tucumán, donde se producen heladas tempranas), resistencia a las enfermedades de mayor incidencia regional y buenos niveles de producción a través de los sucesivos cortes.

Desde su creación hasta el presente, la EEAOC se ha ocupado de importar cultivares desde el extranjero y probar su adaptación local, así como también de crear sus propias variedades.

El Subprograma de Mejoramiento Genético de la EEAOC se encarga de la producción de nuevas variedades (cuya sigla identificadora es TUC), adaptadas al área cañera de Tucumán. En los últimos años, la EEAOC liberó nuevos cultivares altamente productivos, con el propósito de mejorar los niveles de producción de las explotaciones cañeras y diversificar la oferta varietal en la provincia.

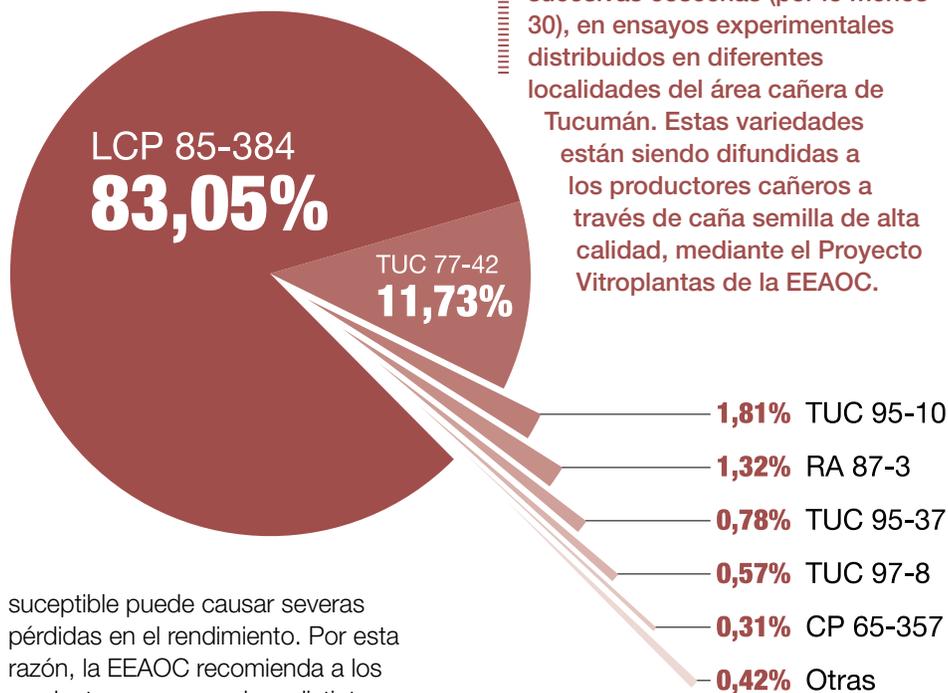
## ¿Cómo es la distribución actual de las variedades de caña de azúcar cultivadas en Tucumán?

A través de encuestas realizadas a productores cañeros, el Subprograma de Mejoramiento Genético de la EEAOC estimó la distribución actual de las principales variedades en el área cultivada

con caña de azúcar de Tucumán. Esta distribución está representada en la Figura 1, mediante un gráfico de “torta”, en el que cada “porción” o “tajada” representa la proporción o porcentaje que cada variedad ocupa en la superficie cañera de la provincia.

Como puede verse en la Figura 1, una sola variedad (LCP 85-384) domina la mayor parte de los cañaverales de la provincia. Esta situación no es aconsejable porque, como ya ha sucedido en Tucumán y en otras zonas cañeras del mundo, el ataque de una enfermedad a la que esa variedad es

diversificación de variedades resultará más conveniente, puesto que los cañaverales serán menos vulnerables al ataque de enfermedades ya presentes o de nuevas enfermedades provenientes de otras áreas cañeras del mundo.



susceptible puede causar severas pérdidas en el rendimiento. Por esta razón, la EEAOC recomienda a los productores que prueben distintas variedades en sus fincas e identifiquen las que se adaptan mejor a esas condiciones particulares. Una mayor

Entre 2009 y 2013, el Subprograma de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar liberó comercialmente cuatro nuevas variedades, totalmente desarrolladas en la EEAOC. Estos nuevos cultivares, antes de ser puestos a disposición de los cañeros, fueron evaluados en sucesivas cosechas (por lo menos 30), en ensayos experimentales distribuidos en diferentes localidades del área cañera de Tucumán. Estas variedades están siendo difundidas a los productores cañeros a través de caña semilla de alta calidad, mediante el Proyecto Vitroplantas de la EEAOC.

Figura 1. Distribución de variedades de caña de azúcar en la provincia de Tucumán. Encuesta 2013/2014.

## Características de las principales variedades de caña de azúcar cultivadas en Tucumán

### LCP 85-384

Es una variedad que presenta un elevado rendimiento cultural, con una excelente capacidad de macollaje por unidad de área. Sus tallos son livianos, de diámetro delgado y una altura que va de media a baja. Sus cepas tienen un porte erecto. En caña planta, la brotación de LCP 85-384 es lenta y su macollaje, sensiblemente menor al registrado luego del primer corte (soca 1). Presenta una muy buena longevidad de cepa.

Las vainas de sus hojas se encuentran fuertemente adheridas a sus tallos, por eso el porcentaje de “materia extraña” en la cosecha mecanizada puede ser mayor que el de otras variedades.

LCP 85-384 es un cultivar de maduración temprana que, en condiciones climáticas buenas (heladas suaves o ausencia de estas), exhibe un excelente comportamiento con respecto a la acumulación de sacarosa hasta finales de la zafra. Esta condición permite que esta variedad pueda ser cosechada desde el inicio hasta el final de la zafra. El jugo de esta variedad presenta, además, buena resistencia al deterioro por heladas. El contenido de fibra varía entre el 11% y 12%.

LCP 85-384 es moderadamente sensible al Dalapón, MSMA y TCA, en las dosis adecuadas y con los sistemas de aplicación usualmente empleados a nivel comercial. LCP 85-384 es altamente susceptible a la roya marrón. El follaje de

esta variedad puede ser severamente afectado por esta enfermedad, especialmente en cañas planta y en suelos con alta fertilidad.

**La EEAOC no recomienda seguir difundiendo LCP 85-384, porque ya se encuentra ocupando el 83% de la superficie cañera de Tucumán. Esta situación representa una gran amenaza por su alta susceptibilidad a la roya marrón y por el posible ingreso, desde otros países, de nuevas enfermedades que pudieran afectar severamente a esa variedad.**

### TUCCP 77-42

Esta variedad presenta un excelente rendimiento cultural, con una muy elevada producción de tallos por unidad de área. Los tallos son pesados, altos y con diámetro intermedio. Esta variedad se caracteriza por tener un crecimiento muy erecto, con una notable resistencia al vuelco. La brotación y el crecimiento son acelerados, motivo por el cual los cañaverales “cierran” temprano, lo que significa un notable ahorro en la aplicación de herbicidas. Por otra parte, tiene un muy buen comportamiento productivo en suelos de baja fertilidad. TUCCP 77-42 es una variedad de maduración intermedia. No resulta aconsejable su cosecha tardía por el característico ahuecamiento que sufre y por la baja resistencia al deterioro luego de heladas. TUCCP 77-42 posee un contenido de fibra con valores que oscilan entre el 12% y 13%.

Esta variedad es resistente al mosaico y al carbón y susceptible a la escaldadura de la hoja, la estría roja y la roya marrón.

TUCCP 77-42 presenta una amplia tolerancia a los herbicidas aplicados usualmente en el cultivo de la caña de azúcar.

**¿Cuáles son las nuevas variedades de caña de azúcar producidas por la EEAOC, puestas a disposición de los productores?**

### TUC 95-37

Es una de las nuevas variedades liberada por la EEAOC en 2009. Posee un elevado rendimiento de caña por hectárea, que se manifiesta plenamente en suelos de buena fertilidad y adecuada disponibilidad de agua. Presenta tallos altos, de diámetro intermedio y entrenudos largos. Las cepas tienen un porte erecto y las hojas se desprenden fácilmente del tallo, cualidades que la hacen apta para la cosecha mecanizada en verde. (Figura 2). Tiene una brotación y un crecimiento inicial acelerados, por lo cual el cañaveral tiene un “cierre” rápido. Es de maduración temprana, lo que permite cosecharla desde el inicio de la zafra. El contenido de fibra en caña es del 13%. Esta variedad posee, además, una buena respuesta a maduradores químicos y una buena tolerancia a los herbicidas utilizados más frecuentemente en caña de azúcar.



Figura 2. (a) Cepa; (b) diámetro y entrenudos; (c) altura de tallos comparada con LCP 85-384 (d) yema de la variedad TUC 95-37.



TUC 95-37 tiene en general buenos niveles de resistencia a las enfermedades, destacándose su moderada resistencia a la roya marrón.

La roya marrón es un hongo, que se disemina e infecta las hojas de las plantas de caña de azúcar a través de **esporas** (pequeños órganos, invisibles a simple vista). Estas esporas se esparcen principalmente por el aire y, en condiciones ambientales favorables, pueden atacar en mayor o menor medida a las distintas variedades. Si una variedad es altamente susceptible a la roya marrón, sufre un severo ataque, convirtiéndose a su vez en “fábrica” de una enorme cantidad de nuevas esporas que se dispersan por el ambiente.

Las dos principales variedades cultivadas en Tucumán, LCP 85-384 y TUCCP 77-42, que ocupan casi el 95% del área de cultivo, **son altamente susceptibles a la roya marrón**. Por lo tanto, en años en que las condiciones ambientales son favorables para el desarrollo de esta enfermedad, la casi totalidad de los cañaverales de la provincia se convierten en “fábricas” que producen una extraordinaria cantidad de esporas del hongo, que tienden a atacar al resto de las variedades en cultivo. En consecuencia, el hecho de obtener una nueva variedad, como TUC 95-37, con moderada resistencia a la roya marrón, es positivo porque la enfermedad se manifiesta con menor incidencia en sus hojas.

## TUC 97-8

Es otra nueva variedad liberada por la EEAOC en 2009. Presenta un elevado rendimiento de caña por hectárea y posee tallos de porte erecto con altura y diámetro intermedios (Figura 3). La arquitectura de la cepa la hace apta para la cosecha mecanizada en verde. Presenta una brotación y crecimiento inicial acelerados, por lo que el cañaveral tiene un “cierre” rápido.

TUC 97-8 posee una maduración temprana, con muy buena tasa de acumulación de azúcar durante los meses de zafra. En la Figura 4, se presenta la curva de acumulación de sacarosa (por % caña) de TUC 97-8 y LCP 85-384, entre principios de mayo y setiembre. Se puede observar que el contenido de sacarosa de la nueva variedad es casi idéntico al de LCP 85-384 desde mayo hasta principios de agosto, por lo cual, se recomienda realizar la cosecha de esta nueva variedad preferentemente dentro de este período.

TUC 97-8 posee una buena respuesta a maduradores químicos y es tolerante a los herbicidas más habitualmente utilizados en caña de azúcar. El contenido promedio de fibra es del 12%.

Esta variedad presenta resistencia al mosaico y al carbón, moderada resistencia a la roya marrón y a la estría roja y moderada susceptibilidad a la escaldadura de la hoja.



Figura 3. (a) Cepa; (b) altura de tallos comparada con LCP 85-384; (c) diámetro y entrenudos; (d) yema de la variedad TUC 97-8.

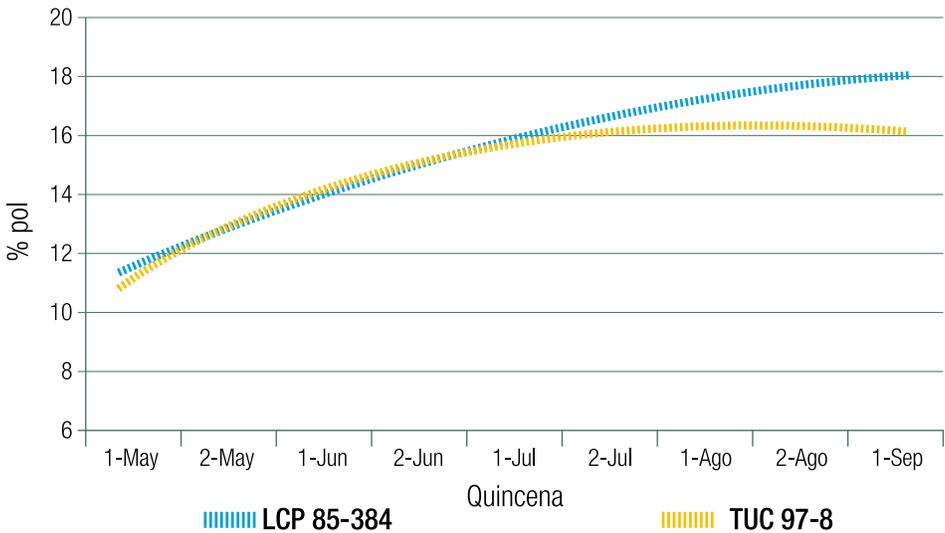


Figura 4. Evolución de pol % caña de TUC 97-8 y de LCP 85-384 durante los meses de zafra.

## TUC 95-10

Esta nueva variedad fue liberada por la EEAOC en 2011. Presenta un muy elevado rendimiento de caña por hectárea, superior al de LCP 85-384 en un 13%, y una muy buena adaptación a todas las zonas del área cañera de Tucumán. Este comportamiento superior se registra aun en años con severas deficiencias hídricas.

Los tallos de TUC 95-10 son altos y macizos (sin médula hueca ni corcho), de diámetro intermedio y entrenudos largos. La arquitectura de la cepa es erecta, lo que la hace apta para la cosecha mecanizada en verde. El collar de la vaina de la hoja es de color púrpura, característica que permite su rápida identificación (Figura 5). Posee una brotación y crecimiento inicial rápidos, lo que favorece el “cierre” temprano del cañaveral.

La maduración de TUC 95-10 es temprana, presentando ya en el mes de mayo contenidos de sacarosa similares a los de LCP 85-384 (Figura 6). Por lo tanto, puede ser cosechada desde el inicio de la zafra.

**Es importante destacar que la superioridad en toneladas de caña/ha de TUC 95-10 con respecto a LCP 85-384 permite alcanzar mayores rendimientos de azúcar/ha durante todos los meses de zafra.**



Figura 5. (a) Cepas; (b) diámetro y entrenudos; (c) altura de tallos comparada con LCP 85-384; y (d) yema de la variedad TUC 95-10.



En cuanto al contenido de fibra, TUC 95-10 alcanza un promedio del 12%. La respuesta ante el uso de madurativos es muy buena, al igual que la tolerancia a los herbicidas de uso frecuente. Esta nueva variedad presenta una muy buena sanidad, mostrándose resistente al mosaico, al carbón y a la estría roja; y, moderadamente resistente, a la roya marrón y la escaldadura de la hoja.

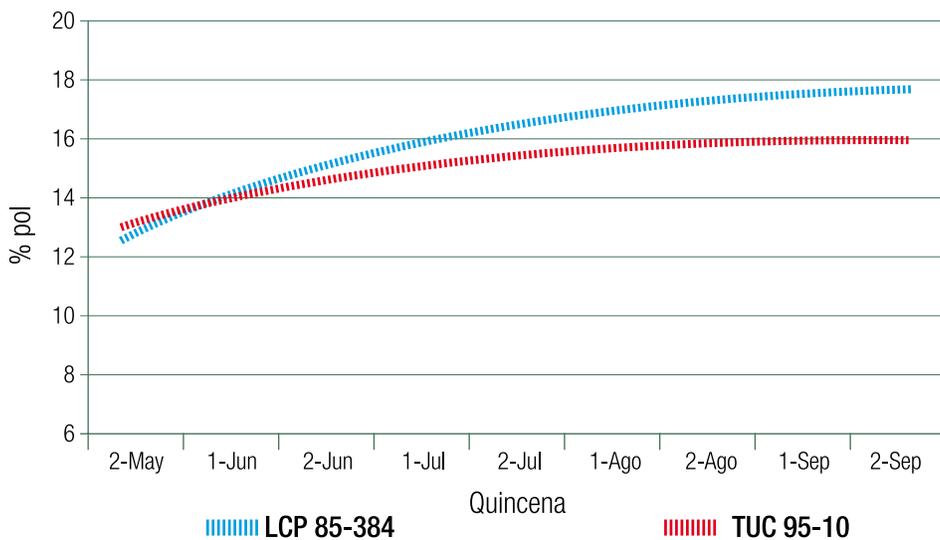


Figura 6. Evolución de pol % caña de TUC 95-10 y de LCP 85-384 durante los meses de zafra.

## TUC 00-19

Esta nueva variedad fue liberada por la EEAOC en 2013. Presenta un muy elevado rendimiento de caña/ha. Posee tallos de altura media con hábito de crecimiento erecto, resultando apta para la cosecha mecanizada en verde. Una característica particular de esta variedad, útil para identificarla, es la presencia de una mancha rojiza elongada en la vaina de la hoja (Figura 7). Presenta una brotación y crecimiento inicial rápidos, favoreciendo así el “cierre” temprano del cañaveral.

Tiene una maduración temprana, con muy buenos niveles de sacarosa al inicio de la cosecha y una excelente curva de acumulación de azúcar con valores similares, y hasta superiores, a los de LCP 85-384 a lo largo de los meses de zafra (Figura 8). El contenido promedio de fibra en caña es del 12%.

Con respecto al comportamiento sanitario, TUC 00-19 es resistente al mosaico, al carbón y a la escaldadura de la hoja y moderadamente resistente a la roya marrón y a la estría roja.



Figura 7. (a) Cepa; (b) diámetro y entrenudos; (c) yema; (d) altura de tallos comparada con LCP 85-384; (e) mancha rojiza elongada en la vaina de la hoja de la variedad TUC 00-19.

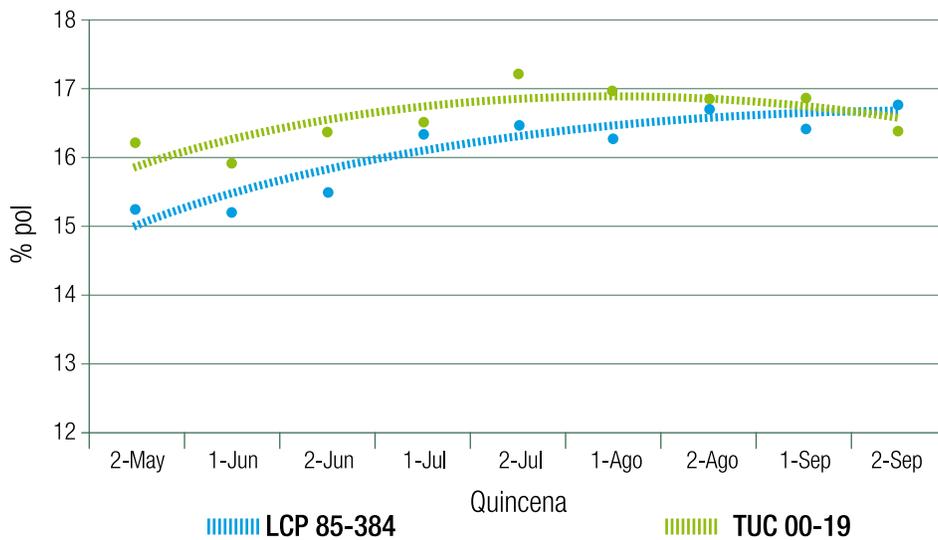


Figura 8. Evolución de pol % caña de TUC 00-19 y de LCP 85-384 durante los meses de zafra.



## A tener en cuenta...

**TUC 95-10, TUC 95-37, TUC 97-8 y TUC 00-19 se encuentran a disposición de los productores cañeros. Estas nuevas variedades presentan alta producción de caña y de azúcar por hectárea y una buena sanidad, con moderada resistencia a la roya marrón.**

**Resulta muy importante diversificar las variedades en el área de cultivo de caña de azúcar de Tucumán, porque de esta manera, los cañaverales serán menos vulnerables al ataque de enfermedades ya presentes o de nuevas enfermedades que puedan ingresar al país.**

Una zona cañera con distintas variedades implantadas, cuyas proporciones no superen el 25%, resulta más “segura” que una zona con una o muy pocas variedades.

### ¿Cuál es el comportamiento de las nuevas variedades frente a las heladas?

Durante las campañas en las que se produjeron heladas en la zona cañera de Tucumán, el Subprograma de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar de la EEAOC evaluó el comportamiento de las nuevas variedades, comparándolas con LCP 85-384 y TUCCP 77-42.

Durante esas campañas, se determinó el nivel del deterioro del jugo luego de ocurridas las heladas.

En la Tabla 1 se presenta el comportamiento frente a heladas del conjunto de las variedades descriptas en este Capítulo.

Cabe aclarar que estos comportamientos en las nuevas variedades resultan preliminares y deben tomarse como orientativos, ya que son los resultados de evaluaciones realizadas en las campañas que presentaron esta inclemencia climática, las que no resultan suficientes para determinar en forma definitiva el comportamiento de las variedades frente a las heladas.

Tabla 1. Comportamiento de las variedades de caña de azúcar frente a las heladas.

| Variedad           | Tolerancia frente a heladas |
|--------------------|-----------------------------|
| <b>LCP 85-384</b>  | Buena                       |
| <b>TUC 97-8</b>    | Buena                       |
| <b>TUC 00-19</b>   | Buena                       |
| <b>TUC 95-10</b>   | Intermedia                  |
| <b>TUC 95-37</b>   | Intermedia                  |
| <b>TUCCP 77-42</b> | Baja                        |





Autores:

Mg. Agr. Digonzelli, P. A.

Ing. Agr. Giardina, J.

Ing. Agr. Medina, M.

Ing. Agr. Fajre, S.

Ing. Agr. Duarte, D.

Sr. Pérez Alabarce, F.

Ing. Agr. Criado, A.

Ing. Agr. Romero, M.



## Caña semilla de alta calidad

### Introducción

La multiplicación comercial de la caña de azúcar se realiza mediante trozos de tallo llamados “caña semilla”. Este tipo de propagación asexual favorece la difusión de enfermedades cuando se emplea “caña semilla” enferma en las plantaciones. Las enfermedades ocasionan importantes pérdidas de producción en los cañaverales.

Durante años, en Tucumán no se prestó atención a la calidad de la caña semilla que se usaba en las plantaciones comerciales, utilizando como “semilla” la misma caña que se enviaba a la industria. La falta de “caña semilla” de alta calidad limitó el aumento de la productividad de los cañaverales.

### ¿Cuáles son las enfermedades que se pueden transmitir con la caña semilla?

Entre las enfermedades más importantes que se transmiten con el uso de caña semilla enferma podemos mencionar: la escaldadura de la hoja (*Xanthomonas albilineans*), el mosaico de la caña de azúcar (SCMV), el carbón (*Sporisorium scitamineum*) y el achaparramiento de la caña soca o RSD (*Leifsonia xyli subsp. xyli*).

Probablemente, el achaparramiento de la caña soca o RSD sea la enfermedad más importante de los cañaverales tucumanos y las principales variedades cultivadas en la provincia son susceptibles a esta enfermedad (Tabla 1).

Tabla 1. Comportamiento varietal frente a las principales enfermedades que se transmiten con la caña semilla.

| Enfermedad             | Variedades |           |           |            |             |           |
|------------------------|------------|-----------|-----------|------------|-------------|-----------|
|                        | TUC 95-10  | TUC 95-37 | TUC 97-8  | LCP 85-384 | TUCCP 77-42 | TUC 00-19 |
| RSD                    | <b>S</b>   | <b>S</b>  | <b>S</b>  | <b>S</b>   | <b>S</b>    | <b>S</b>  |
| Mosaico                | <b>R</b>   | <b>MS</b> | <b>R</b>  | <b>R</b>   | <b>R</b>    | <b>R</b>  |
| Escaldadura de la hoja | <b>MR</b>  | <b>MR</b> | <b>MS</b> | <b>R</b>   | <b>S</b>    | <b>R</b>  |
| Carbón                 | <b>R</b>   | <b>MR</b> | <b>R</b>  | <b>MR</b>  | <b>R</b>    | <b>R</b>  |

S, susceptible; R, resistente; MR, moderadamente resistente; y, MS, moderadamente susceptible.

El RSD puede producir disminuciones de la producción de caña que pueden ir de un 5% a un 60% de pérdidas, dependiendo de la variedad y la edad del cañaveral, ya que la enfermedad se potencia a medida que avanza la edad de las socas. Situaciones de sequía y la presencia de otras enfermedades, como por ejemplo el mosaico de la caña de azúcar, también aumentan el daño producido por el RSD.

Para evitar la difusión de estas enfermedades y evitar las pérdidas de producción que ocasionan (especialmente el RSD), la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) produce caña semilla de alta calidad de las variedades difundidas en la provincia y de las nuevas variedades.

### ¿Cuáles son las características de la caña semilla de alta calidad?

La caña semilla de alta calidad tiene tres cualidades (Figura 1):

- La identidad genética (responde exactamente a las características de la variedad que se quiere multiplicar y no hay mezclas de variedades).
- La sanidad (está libre o con mínima incidencia de patógenos y plagas).
- El vigor (tiene elevada capacidad de brotación y crecimiento).

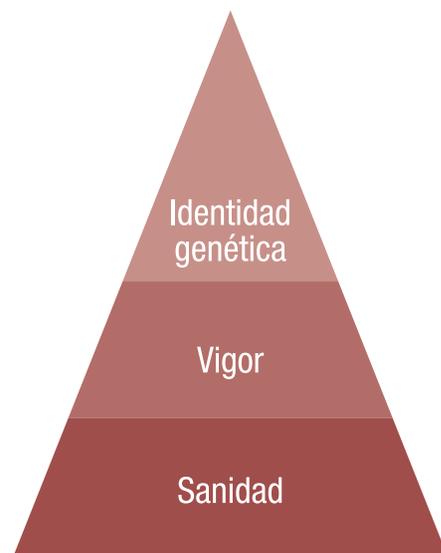


Figura 1. Cualidades que caracterizan a la caña semilla de alta calidad.

## ¿Cómo se obtiene la caña semilla de alta calidad en la EEAOC?

El proceso de producción de la caña semilla de alta calidad se inicia en los laboratorios de la EEAOC utilizando técnicas que permiten obtener, en poco tiempo y en un espacio reducido, un gran número de plantines de caña de azúcar que tienen identidad genética, son muy vigorosos y están sanos, es decir, que cumplen con las características definidas para una **“caña semilla de alta calidad”** (Figura 2).



Figura 2. Plantines de caña de azúcar en el laboratorio de la EEAOC.

En el laboratorio, los plantines crecen en frascos que contienen todos los nutrientes, con humedad y en condiciones de temperatura y luz controladas. Para poder llevar este material al campo, hay que lograr que se adapte gradualmente en una etapa que se denomina “rusticación”, la cual se realiza en los invernáculos de la EEAOC (Figura 3).

Los plantines rusticados son implantados en el campo, en los semilleros Básicos que la EEAOC tiene en las localidades de Colonia Luisiana (Dpto. Cruz Alta) y Acherl (Dpto. Monteros).



Figura 3. Invernáculo - EEAOC con los plantines en rusticación.

La semilla del semillero Básico se utiliza para establecer los semilleros Registrados y, a partir de estos, los Certificados.

En la Figura 4, se resumen las etapas que comprende la producción de caña semilla de alta calidad.

### Etapas del proceso de producción de caña semilla de alta calidad

**1.** Producción de plantines en el laboratorio

**2.** Crianza y rusticación de los plantines en los invernáculos

**3.** Multiplicación en campo de la caña semilla de alta calidad en tres tipos de semilleros:

**Semilleros Básicos**

**Semilleros Registrados**

**Semilleros Certificados**

Figura 4. Etapas del proceso de producción de caña semilla de alta calidad.

La producción de caña semilla de alta calidad comprende etapas de laboratorio e invernáculo y, finalmente, la multiplicación de la semilla en campo en tres tipos de semilleros: Básicos, Registrados y Certificados.

#### ¿Por qué es importante utilizar caña semilla de alta calidad?

La principal ventaja del empleo de caña semilla de alta calidad es que permite

aumentar la producción de caña por hectárea (mayor rendimiento cultural del cañaveral).

En general, y según la variedad, la edad del cañaveral y las condiciones ambientales del año considerado, con el uso de semilla de alta calidad la producción de caña/ha puede aumentar entre un 10% y un 20%, lo que representa de 6 a 20 toneladas más de caña por hectárea.

Además, el empleo de semilla de alta calidad y la realización de buenas prácticas de plantación permiten disminuir la cantidad de caña semilla destinada a las plantaciones comerciales.

La caña semilla de alta calidad tiene mayor capacidad de brotación y crecimiento que la semilla no saneada, por lo tanto, con 15-16 yemas por metro en las plantaciones comerciales (plantación a dos cañas), es suficiente para asegurar el establecimiento de un buen cañaveral. Si se tiene presente que en Tucumán es común colocar de 30 a 35 yemas por metro en las plantaciones comerciales otoño-invernales (plantación a 3 ó 4 cañas), con la caña semilla de alta calidad se emplea la mitad, lo cual significa una gran reducción del costo de plantación. Se disminuye la cantidad de caña semilla y, con ello, los costos de manipuleo y transporte. Por otro lado, permite reducir la superficie destinada a la producción de semilla y aumentar la destinada a la producción de caña para la industria.

1. **Mayor producción de caña por hectárea (6 a 20 toneladas más de caña/ha).**
2. Menor cantidad de caña semilla en las plantaciones comerciales (15 - 16 yemas/m).
3. Menores costos de manipuleo y transporte de caña semilla.
4. Menor superficie destinada a la producción de caña semilla.
5. Mayor superficie destinada a la producción de caña para la industria.

Figura 5. Ventajas del empleo de caña semilla de alta calidad.

En la Figura 5, se resumen las ventajas del empleo de caña semilla de alta calidad.

### ¿Qué son los semilleros de caña de azúcar?

Un semillero de caña de azúcar es un lote que se destina especialmente a la producción de caña semilla de alta calidad, manteniendo los atributos de identidad genética, sanidad y vigor que la caracterizan.

En Tucumán, se utilizan tres tipos de semilleros: Básicos, Registrados y Certificados.

Los diferentes tipos de semilleros tienen como objetivo incrementar la producción de caña semilla de alta calidad hasta alcanzar las cantidades necesarias para satisfacer los requerimientos de las renovaciones y plantaciones comerciales.

En la Figura 6, se muestra el esquema de semilleros utilizado en Tucumán.



Figura 6. Esquema de semilleros utilizado en Tucumán.

## El semillero Básico

El semillero Básico se implanta con los plantines que se produjeron en el laboratorio y se rusticaron en el invernáculo de la EEAOC. Desde el inicio del Proyecto Vitroplantas, este semillero estuvo ubicado en Colonia Louisiana (Dpto. Cruz Alta) y, en este último año, se inició la implantación de otro semillero Básico en la localidad de Acheral (Dpto. Monteros). **El manejo y control de este tipo de semillero es realizado exclusivamente por personal técnico de la EEAOC.**

El semillero Básico es la primera multiplicación en campo de la caña semilla de alta calidad y, con la simiente producida allí, se plantan los semilleros Registrados. El manejo del semillero Básico es muy exigente. Incluye un estricto control de malezas mecánico y químico y la aplicación de fertilizantes, insecticidas, fungicidas y riego. Además, en este semillero se realizan controles permanentes de la sanidad. Entre abril y mayo, se toman muestras de las cañas y, en el laboratorio de Fitopatología-EEAOC, se realizan análisis para determinar la presencia de RSD y/o escaldadura de la hoja.

**En el semillero Básico se tolera hasta un 1% de incidencia de RSD o escaldadura de la hoja como nivel máximo.**

**Desde el 2005 hasta la fecha, el semillero Básico de la EEAOC ha presentado niveles de incidencia de estas enfermedades entre 0 y 0,2%.**

En el Básico se dispone de semilla de alta calidad de las variedades **LCP 85-384, TUCCP 77-42, TUC 95-37, TUC 97-8, TUC 95-10 y TUC 00-19.** Las Figuras 7 y 8 muestran imágenes del semillero Básico-EEAOC.



Figura 7. Plantines en el semillero Básico EEAOC.



Figura 8. Semillero Básico-EEAOC.

## Los semilleros Registrados

Los semilleros Registrados son la segunda etapa en la multiplicación en campo de la caña semilla de alta calidad. Estos se plantan a partir de la caña planta y la soca 1 del semillero Básico.

Los Registrados se ubican en distintas localidades del área cañera de Tucumán, en lotes que pertenecen a ingenios, cooperativas y productores.

### **El manejo y control de los semilleros Registrados son responsabilidad compartida entre la EEAOC y los semilleristas.**

Actualmente, existe en la provincia de Tucumán una red compuesta por 73 semilleros Registrados que proveen caña semilla de alta calidad para la plantación de semilleros Certificados.

En los semilleros Registrados se realiza el mejor manejo agronómico posible, que incluye la adecuada preparación del suelo y las mejores prácticas de plantación, el control de malezas desde la brotación hasta el cierre del cañaveral, fertilización, aplicación de insecticidas en caso de ser necesario, entre otras cosas.

En los Registrados, al igual que en el Básico, se controla permanentemente la sanidad. Entre abril y mayo se toman muestras para realizar, en el laboratorio de la sección Fitopatología-EEAOC, la evaluación de la incidencia de RSD y de escaldadura de la hoja. La Figura 9 muestra algunos de los semilleros Registrados de la provincia de Tucumán.

### **En los semilleros Registrados la EEAOC se compromete a:**

- Asesorar a los productores y ayudarlos a estimar sus necesidades de superficie destinada a semilleros.
- Proveer la caña semilla del semillero Básico para plantar los semilleros Registrados.
- Asesorar en la elección del lote y supervisar la plantación.
- Visitar periódicamente los semilleros Registrados y supervisar su manejo agronómico.
- Monitorear y realizar los análisis sanitarios correspondientes para determinar la calidad de la caña semilla producida en los semilleros Registrados.
- Estimar la producción del lote semillero.
- Informar a los semilleristas sobre la calidad de su semilla y capacitarlos sobre la producción, manejo y empleo de la caña semilla de alta calidad.

### **El semillerista asume el compromiso de:**

- Destinar un terreno de aptitud adecuada para el semillero.
- Preparar el suelo para la plantación y realizar fertilización de base en caso de ser necesario.
- Plantar, regar, cultivar y fertilizar el lote semillero de acuerdo a las indicaciones técnicas.
- Cosechar y distribuir la caña semilla producida en el semillero Registrado.
- Participar activamente de todas las actividades de capacitación.



Figura 9. Semilleros Registrados en la provincia de Tucumán.



### Semilleros Certificados

Los semilleros Certificados son la última etapa de multiplicación en campo de la caña semilla de alta calidad. Estos semilleros se ubican en fincas de ingenios, cooperativas y productores, responsables del manejo y control de los mismos, con el apoyo y asesoramiento del personal técnico de la EEAOC.

Estos semilleros se plantan con la semilla obtenida de la caña planta y soca 1 de los semilleros Registrados. Con la semilla producida en los semilleros Certificados se hacen las plantaciones y/o renovaciones comerciales. Los semilleros Certificados se plantan con 15-16 yemas por metro lineal de surco, lo que equivale a una plantación a 2 cañas.

Como en el caso de los otros tipos de semilleros (Básicos y Registrados), su manejo agronómico debe ser el óptimo con la finalidad de obtener la mayor cantidad posible de caña semilla. También se los debe monitorear

sanitariamente y muestrear entre abril y junio para evaluar la presencia de RSD, antes de utilizar la semilla en las plantaciones comerciales.

### Recomendaciones para el establecimiento y manejo de semilleros de caña de azúcar

#### ¿Qué características debe reunir un lote para ser semillero?

En la elección del lote hay que considerar algunos aspectos:

**1 Origen:** El lote para semillero debe provenir de un barbecho químico de 6 meses o de una rotación con otro cultivo (soja, papa, batata, etc.).

**Es fundamental que, por los menos durante 6 meses, no haya tenido caña,** a fin de asegurar la eliminación del inoculo del RSD que puede quedar en los restos del cañaveral anterior. Además, se erradican las cepas extrañas para evitar la mezcla de variedades y se logra

una importante reducción de la población de malezas perennes (grama bermuda, pasto ruso, etc.).

**Entre los lotes posibles, se deben elegir aquellos que tengan las mejores características de fertilidad del suelo, sin problemas de anegamiento, salinidad y/o calcáreos, y, de ser posible, con disponibilidad de riego.**

**2 Ubicación:** El lote debe estar ubicado en una zona estratégica que permita un fácil acceso y distribución de la caña semilla y, preferentemente, en una zona de baja probabilidad de ocurrencia de heladas.

**3 Riego:** El riego es muy importante para asegurar la mayor producción del semillero. Tucumán se caracteriza por tener una primavera seca, coincidente con la emergencia y el macollaje del

cañaveral. Disponer de riego en esa época permite asegurar mayores producciones de caña semilla.

**4 Tamaño:** El tamaño del semillero depende de las expectativas de rendimiento de la caña semilla (tasa de multiplicación) y de las necesidades de renovación de las plantaciones comerciales. En la Figura 10, se muestra un ejemplo de la multiplicación de caña semilla a partir de un semillero Registrado.

Como se observa en la Figura 10, a partir de una hectárea de semillero Registrado disponible en 2014, se podrá renovar 112 ha de plantaciones comerciales en 2017 (56 ha, usando semilla en edad de caña planta, y otras 56 ha, con caña semilla soca 1).

La hectárea de semillero Registrado disponible en 2014 se compondrá de 1/2

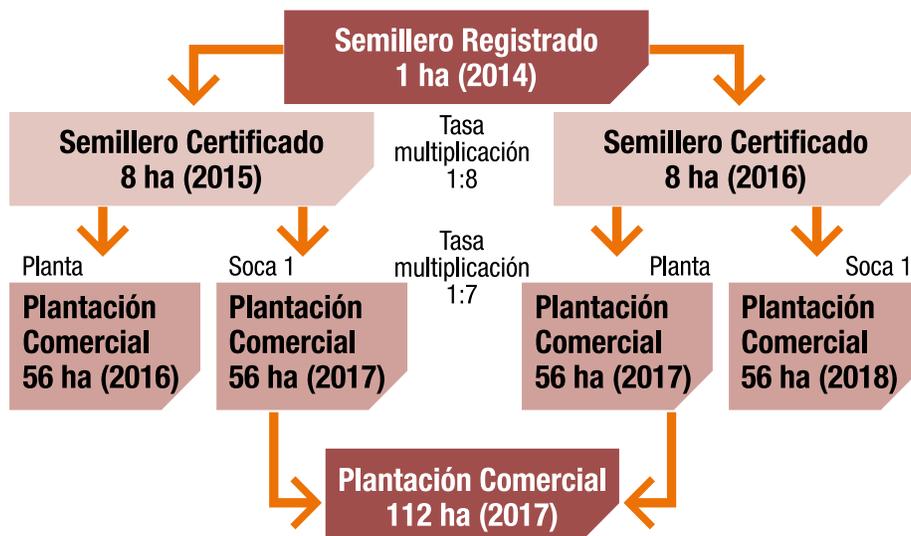


Figura 10. Esquema de multiplicación de la caña semilla a partir del semillero Registrado.

ha plantada en 2012 (soca 1 en 2014) y otra 1/2 ha plantada en 2013 (caña planta en 2014).

Este ejemplo sirve para calcular el tamaño del semillero Registrado y/o Certificado que debería plantarse cada año, en función de las necesidades de plantación y/o renovación comercial.

**La caña semilla proveniente de lotes semilleros se utiliza durante dos años (caña planta y soca 1), por lo que cada año se debe plantar la mitad de la superficie de semillero necesaria, de esta manera, una vez armada la cadena, siempre se dispondrá de la superficie total requerida, una mitad en edad de caña planta y la otra, en edad de soca 1.**

**5 Fecha de plantación:** Lo ideal al momento de la plantación es que la caña semilla sea joven, ya que tendrá mayor capacidad de brotación. Al pensar en la fecha de plantación, debe considerarse especialmente la posible ocurrencia de heladas, de manera de anticipar las plantaciones en aquellas zonas de mayor riesgo y no perder la semilla.

**6 Elección de variedades:** Las variedades a multiplicar en el semillero deben responder a los requerimientos de los productores quienes, de las variedades disponibles, seleccionarán aquellas que mejor se adapten a las condiciones particulares de su campo.

En los últimos 5 años, la EEAOC liberó 4 variedades: TUC 95-37, TUC 97-8, TUC 95-10 y TUC 00-19. De las tres primeras, ya existen semilleros Registrados y Certificados y hay semilla Básica, Registrada y Certificada disponible para la implantación de nuevos semilleros y de lotes comerciales. La variedad TUC 00-19 está siendo multiplicada en el semillero Básico y se distribuirá desde 2015, para la plantación de semilleros Registrados.

**Es muy recomendable que los productores comiencen a probar la adaptación de las nuevas variedades a las condiciones de su zona y al manejo particular realizado por cada uno de ellos.**

### ¿Cómo debe manejarse el semillero?

#### 1 Plantación

El terreno debe estar bien preparado, sin terrones grandes y bien mullido, para mejorar el contacto de la caña semilla con el suelo y favorecer su brotación.

**Preparar bien el suelo es fundamental para el éxito de las plantaciones, tanto de los lotes semilleros como de los lotes comerciales.**

El semillero Registrado se planta con una densidad de 9 a 10 yemas por metro (una caña) o hasta 14 a 16 yemas/m (dos cañas), si las condiciones durante la plantación son más limitantes (por ej. problemas de suelo, inconvenientes en la preparación del suelo, condiciones de sequía, etc.) (Figura 11).



Figura 11. Densidad de plantación de un semillero Registrado con 9-10 yemas por metro (1 caña) y 15-16 yemas/m (dos cañas).

Debido a que se trata de caña semilla de alta calidad, brota y crece mejor, lo que asegura una adecuada población final de tallos en el lote semillero. El lote Certificado se planta con una densidad de 14 a 16 yemas/m (dos cañas). En las plantaciones comerciales realizadas con semilla de alta calidad y, cuidando las prácticas de preparación del suelo, surcado, semillado, troceado y tapado, no debería utilizarse más de 14 a 16 yemas/m. En Tucumán, se emplean grandes cantidades de caña semilla (30 a 35 yemas/m, esto es, de 3 a 4 cañas) para cubrir la falta de calidad de la semilla y/o las prácticas de plantación inadecuadas, lo que significa un importante costo adicional para el productor, que se puede evitar con el uso de semilla de alta calidad y buenas prácticas de plantación.

## 2 Troceado

La caña semilla debe trocearse en estacas de 3 a 5 yemas (trozos de aproximadamente 50-60 cm) (Figura 12). Si las estacas son muy largas, algunas

de las yemas permanecerán sin brotar y si son muy cortas, se corre el riesgo de perder yemas por deshidratación.

El troceado cuidadoso y prolijo de la caña semilla es clave para lograr una emergencia uniforme y sin fallas del cañaveral.



Figura 12. Caña semilla troceada en estacas de 50-60 cm (3-5 yemas).

### 3 Desinfección de herramientas y maquinarias

Todas las herramientas y maquinarias utilizadas en la plantación, manejo y cosecha de los semilleros deben ser cuidadosamente desinfectadas (Figura 13). Esta desinfección se realiza sumergiendo las herramientas o rociando las maquinarias y equipos de transporte con Amonio Cuaternario o lavandina al 30%, por lo menos durante 5 minutos. En el caso de usar Amonio Cuaternario, con una concentración del 80% de principio activo, debe ponerse 30 ml en 10 litros de agua; si el Amonio empleado no es de esta calidad, se debe aumentar la concentración al 1,5% (es decir, 150 ml en 10 litros de agua). En el caso de la lavandina, para preparar 10 litros de solución desinfectante se deben mezclar 3 litros de lavandina con 7 litros de agua. Es aconsejable disponer de más de un juego de herramientas para intercambiarlos durante la plantación o cosecha del semillero.



Figura 13. Desinfección de los machetes utilizados en la plantación y de los carros que trasladan la caña semilla.

La desinfección de las herramientas y maquinarias evita la reinfeción de la caña semilla con la bacteria causante del RSD.

### Manejo cultural

El manejo de los semilleros debe ser una prioridad para el productor cañero, así podrá aprovechar al máximo las ventajas de la caña semilla de alta calidad y los beneficios económicos derivados del uso de este tipo de semilla. Un buen manejo agronómico significará más cantidad de simiente por hectárea, lo que permitirá plantar más hectáreas comerciales por cada hectárea de semillero (aumentará la tasa de multiplicación del semillero).

### 1 Control de malezas

El control de malezas se puede realizar en forma manual, mecánica y/o química, según las posibilidades y modalidad de trabajo de cada productor. Es muy importante que el semillero permanezca limpio desde la brotación hasta el cierre del cañaveral, ya que



durante este período la caña de azúcar no puede competir eficazmente con las malezas.

**Mantener el semillero libre de competencia durante este tiempo, permitirá el establecimiento rápido de un buen número de tallos y el logro de altas producciones de caña semilla/ha.**

## **2 Fertilización**

Se recomienda la realización de un análisis de suelo previo a la plantación del lote semillero, para conocer algunos aspectos fundamentales para el éxito de la plantación. Resulta especialmente importante determinar si existen problemas de salinidad o sodicidad (presencia excesiva de sodio) en los lotes. En caso de detectarse estos inconvenientes, los terrenos deberán ser descartados para la implantación de semilleros.

Con relación a los aspectos nutricionales, es importante, especialmente en el Este del área cañera tucumana, verificar la adecuada disponibilidad de fósforo antes de la plantación del semillero. En caso necesario, se debe fertilizar con fósforo en el momento de plantar (fertilización de base). En Tucumán, la aplicación de 2,5 a 3 kg de superfosfato triple por surco resulta suficiente para abastecer con fósforo al cañaveral durante toda su vida productiva (planta y 4 socas). El productor puede asesorarse sobre estos temas en la Sección Suelos y Nutrición Vegetal de la EEAOC y solicitar los análisis de suelos pertinentes. La fertilización con nitrógeno puede efectuarse dividiendo la dosis. En

estos casos, puede agregarse nitrógeno, en dos aplicaciones (2 kilos de urea por surco en cada aplicación) haciendo un primer aporte entre mediados de octubre y mediados de noviembre y una segunda aplicación a fines de diciembre. De esta manera, se conseguirán cepas bien desarrolladas, con elevada población de tallos y con un gran número de yemas por tallo.

**La indicación de dividir la dosis de fertilizante nitrogenado en dos aplicaciones es solo para los lotes semilleros donde se pretende producir un elevado número de yemas y no se busca la calidad industrial de la caña de azúcar.**

**En el caso de lotes semilleros es recomendable fertilizar tanto la caña planta como la soca 1. Una alternativa interesante y efectiva es el empleo de biofertilizantes para reemplazar o reducir la dosis de urea.**

## **3 Riego**

Teniendo en cuenta que las primaveras en Tucumán son habitualmente secas y a fin de asegurar una buena brotación y macollaje, es importante que el semillero cuente con algún sistema de riego, especialmente, entre septiembre y diciembre, para asegurar una elevada y sostenida producción de caña semilla. En general, en el verano, dado que las lluvias alcanzan para cubrir las necesidades del cañaveral, el riego no es necesario, excepto en aquellos años en los que las precipitaciones son inferiores a las normales y se requiere suplir ese faltante de agua.

## ¿Cómo se controla la sanidad en los semilleros?

En primer lugar, es importante recorrer los semilleros para detectar la presencia de cepas con síntomas de carbón y/o escaldadura de la hoja (ver capítulo de enfermedades). **En caso de hallarse cepas aparentemente enfermas, se recomienda consultar con los especialistas de la EEAOC para corroborar el diagnóstico.** Una vez establecida la existencia de cepas con carbón y/o escaldadura de la hoja, estas deben arrancarse y quemarse, cuidadosamente y en un lugar seguro, para no provocar un incendio accidental. En el caso del carbón, antes de retirarse la cepa se recomienda cubrir con una bolsa el látigo negro característico, para evitar romperlo y esparcir la enfermedad en el lote.

Los semilleros deben muestrearse entre abril y junio de cada año para

determinar el nivel de incidencia de RSD y escaldadura de la hoja en el caso de los semilleros Básicos y los Registrados y de RSD, en los semilleros Certificados.

El muestreo se realiza tomando una muestra por cada hectárea en los semilleros Registrados y una muestra por cada tres hectáreas en los Certificados. Para ello, deberá considerarse los tallos de igual variedad, edad y manejo. Cada muestra se conforma del tercio basal de 20 tallos, tomados al azar dentro del lote semillero. Cada tallo debe provenir de una cepa diferente y debe recorrerse el lote tratando de tomar tallos de todos los sectores. En la Figura 14, se pueden observar dos formas de recorrer los semilleros y realizar la toma de muestras.

Las muestras tomadas en el semillero y perfectamente identificadas son llevadas al Laboratorio de Fitopatología de la EEAOC donde se determinará el nivel de incidencia de RSD y/o escaldadura de la



Figura 14. Muestreo en zigzag o en diagonal para la evaluación sanitaria del semillero.

hoja en el lote semillero y se realizarán las recomendaciones sobre el uso de esa caña semilla (Figura 15).

La evaluación sanitaria de los semilleros –y de cualquier caña que se destine como semilla– debe realizarse todos los años antes de la plantación. Solo debe usarse caña semilla que cumpla con los requisitos de sanidad. Por eso, es importante la consulta a los técnicos de la EEAOC antes de plantar.



Figura 15. Muestra preparada para la realización de la evaluación sanitaria del semillero.



Autores:

Mg. Agr. Digonzelli, P. A.

Mg. Agr. Leggio Neme, M. F.

Dra. Zossi, S.

Lic. Sorol, N.

Ing. Agr. Scandaliaris, J.

Ing. Agr. Giardina, J.

Ing. Agr. Fernández de Ullivarri, J.

Dr. Agr. Romero, E. R.

Ing. Agr. Sánchez Ducca, A.



# Calidad industrial de la caña de azúcar

La caña de azúcar es la materia prima de la agroindustria azucarera y su calidad afecta en forma directa el éxito de la actividad productiva.

Para el productor cañero tucumano, el objetivo consiste en maximizar la producción de azúcar por hectárea, con la mejor calidad en el producto final y el menor costo.

## ¿Qué entendemos por calidad de la materia prima?

La calidad comprende una serie de características **intrínsecas** de la planta (caña de azúcar), **alteradas por el manejo agrícola e industrial**, que definen su potencial para la **producción de azúcar y energía**.

En esta definición de calidad se destacan algunos aspectos:

**1** La calidad tiene un componente **intrínseco**, es decir, propio de la planta, y depende de la genética de la variedad. Así, existen variedades que tienen mejores características para el uso industrial que otras.

**2** La calidad está, además, fuertemente afectada por el **manejo agrícola e industrial**. La oportunidad y eficiencia con que se realizan las diferentes labores en el campo y en las fábricas durante el proceso de industrialización de la materia prima, definen en gran medida la calidad.

**3** De la calidad de la materia prima depende el **potencial para la producción de azúcar y energía**, lo que determinará el éxito de la actividad agroindustrial.

### ¿Qué se entiende por calidad de la materia prima?

Una materia prima de alta calidad tendrá una serie de características:

1. Alto contenido de azúcar (sacarosa)
2. Bajo contenido de sustancias no deseables
3. Bajo nivel de materia extraña o trash
4. Sin problemas de deterioro

### ¿Cómo se controla la calidad de la materia prima en las fábricas?

El control de calidad de la materia prima en los ingenios se puede realizar siguiendo dos métodos:

#### A. Método Indirecto

#### B. Método Directo

### A El método Indirecto de control de calidad

En Tucumán, el método de control de calidad utilizado por la mayoría de los ingenios es el Indirecto, que se basa en el análisis del **Jugo de Primera Presión**. Este método de evaluación funciona correctamente cuando la materia prima tiene bajos niveles de trash y no sufrió procesos de deterioro.

Para que el método Indirecto de control de calidad no arroje resultados erróneos, se requieren de ciertas condiciones:

1. Buen manejo de la cosecha
2. Buen manejo de la post-cosecha
3. Evitar la mezcla de caña de diferentes productores para mantener la individualidad de la muestra de jugo de cada productor

### ¿Cuáles son los parámetros de calidad que se utilizan?

Para aplicar el método Indirecto es necesario realizar algunas determinaciones en la muestra de jugo, estas son:

**1 Brix %:** es una medida del contenido de sólidos solubles totales del jugo. En una caña madura y sin procesos de deterioro, el sólido soluble que se encuentra en mayor proporción en el jugo es la sacarosa. Por este motivo, el valor del Brix% se utiliza como una medida para estimar el nivel de maduración de la caña.

Para determinar el Brix% se emplea el Brixómetro (densímetro), que tiene una escala en grados Brix, cuya lectura se corrige considerando la temperatura (Figura 1).



Figura 1. Brixómetro (densímetro).



Figura 2. Refractómetros o Brixómetros de mano para medir el Brix en el campo.



También puede medirse el Brix% utilizando un refractómetro como es el caso, por ejemplo, del brixómetro manual que utilizan los productores en el campo (Figura 2).

El refractómetro es una herramienta muy útil para el productor, porque le permite seguir la evolución de la maduración de la caña en sus lotes.

### Calibración del refractómetro

Antes de realizar una medición, es muy importante calibrar el refractómetro con agua destilada. Para ello, se levanta la tapa y se colocan de 2 a 3 gotas de agua destilada en la parte superior del prisma. Luego, se cierra la tapa para que el agua se distribuya homogéneamente sobre la superficie del prisma, sin que se formen burbujas. Se espera aproximadamente 30 segundos para que la muestra alcance la temperatura ambiente (Figura 3).

A continuación, se sostiene el refractómetro en dirección a la fuente de luz natural (Figura 4).



Figura 3. Calibración del refractómetro con agua destilada.

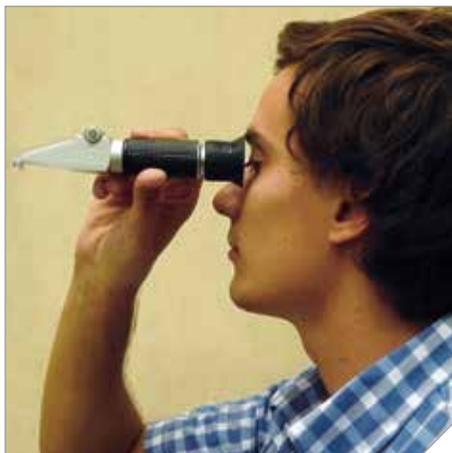


Figura 4. Observando por el refractómetro.

Paso seguido, se observa el campo circular que tiene una escala graduada. Si la línea no está exactamente en el punto cero se gira el tornillo de calibración hasta que coincida con este (Figuras 5, 6 y 7).

Una vez que el refractómetro está calibrado, se limpia el prisma con papel absorbente y se colocan de 2 a 3 gotas de la muestra para tomar la lectura (Figura 8).

**2 Pol% jugo:** es el contenido aparente de sacarosa en la muestra de jugo. Los instrumentos para realizar esta determinación son los polarímetros ópticos y digitales (Figura 9).

**3 Pol% caña:** se calcula indirectamente, utilizando el Pol% jugo y el Factor Java (factor que se usa para estimar el contenido de fibra de la caña), lo que le quita mucha precisión a la determinación y la convierte en la principal limitante del método Indirecto.



Figura 5. Imagen del campo del refractómetro sin muestra presente.



Figura 6. Imagen del campo del refractómetro con agua destilada.



Figura 7. Tornillo para calibrar el refractómetro.

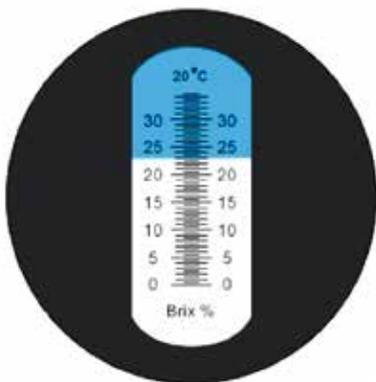


Figura 8. Imagen del campo del refractómetro con una muestra de jugo de caña de azúcar.



Figura 9. Polarímetro digital.

**4 Pureza%:** conceptualmente expresa el porcentaje de sacarosa en los sólidos solubles del jugo. Se determina en forma indirecta utilizando el **Pol% Jugo y el Brix%**.

**Pureza%:  $\text{Pol\% Jugo} \times 100 / \text{Brix\%}$**

## B El método Directo de control de calidad

En este método, la evaluación de la calidad se realiza sobre una muestra de caña tomada del transporte, antes de la molienda, lo que garantiza la individualidad de la muestra. Además, con este método es posible determinar el residuo insoluble de cada muestra (fibra de la caña más trash). El método Directo resulta más confiable que el Indirecto, porque representa con mayor precisión la calidad real de la materia prima que llega a la industria.

En el método Directo, la muestra tomada del transporte pasa primero por un desfibrador. Luego, una submuestra, perfectamente identificada, es prensada en una prensa hidráulica donde se separan dos productos: el jugo y el residuo sólido insoluble (fibra+ trash). En el jugo se determina **Brix% y Pol% Jugo** (Figuras 10, 11 y 12).



Figura 10. Toma de muestra en el método Directo.



Figura 11. Muestra de caña después del desfibrado.



Figura 12. Prensa hidráulica para separar el jugo del residuo sólido.

## ¿Cómo optimizar la calidad de la materia prima?

Para optimizar la calidad de la materia prima que se envía a la industria y maximizar el retorno económico se deben combinar estrategias que apunten a:

### 1. Maximizar el contenido de azúcar.

### 2. Minimizar aquellos aspectos que involucren pérdidas de azúcar.

Con relación al primer punto, es importante conocer y aprovechar las ventajas productivas que ofrecen las nuevas variedades de caña de azúcar (ver capítulo de variedades). Es importante que el productor pruebe las nuevas variedades, para encontrar aquellas que mejor se adapten a las condiciones de su lote y al manejo que pueda suministrarles.

Al conocer los requerimientos de cada genotipo, el productor puede ubicarlos en el ambiente adecuado, que permita expresar todo el potencial productivo de la variedad y, de esta manera, aprovechar al máximo sus ventajas comparativas.

La planificación adecuada de la cosecha es otro aspecto clave, para maximizar el contenido de azúcar de la materia prima. Para ello, es fundamental tener en cuenta varias cuestiones como: el hábito de maduración de cada variedad (extra-tempranas, tempranas,

intermedias), la evolución de la acumulación de azúcar durante la zafra, la probabilidad de ocurrencia de heladas en cada zona productiva, etc.

La aplicación de madurantes es otra herramienta para mejorar la producción. Los madurantes son productos químicos que restringen el crecimiento y favorecen la acumulación temprana de sacarosa en la caña de azúcar. El objetivo de su aplicación es adelantar la acumulación de azúcar y, por ende, la cosecha. Esto resulta especialmente útil en las zonas donde las heladas se producen con mayor frecuencia e intensidad.

Otra estrategia para optimizar la calidad de la materia prima, consiste en reducir todas aquellas situaciones que impliquen pérdidas del azúcar producida durante el ciclo del cultivo.

En este sentido, mejorar la eficiencia de la cosecha y controlar y minimizar las pérdidas de materia prima, son aspectos

de gran importancia que ya han sido desarrollados en el capítulo de cosecha.

Otros temas a considerar son: reducir los niveles de trash, disminuir el tiempo de estacionamiento y evitar la quema.

### ¿Qué es la materia extraña o trash?

Se define como materia extraña o trash a todo el material no molible de origen vegetal o mineral que acompaña a los tallos maduros aptos para la cosecha (Figura 13).

Alto porcentaje de trash en la caña cosechada reduce la calidad de la materia prima, porque disminuye la pureza del jugo, el Pol% jugo, el Pol% caña e incrementa los azúcares reductores, la fibra y otras sustancias no deseables en la fábrica. Además, aumenta los costos de carga y transporte (carga y flete falso), al trasladar a la industria material sin calidad fabril.

#### Maximizar el contenido de azúcar

- ➔ Nuevas variedades
- ➔ Optimizar la distribución de variedades
- ➔ Adecuado plan de cosecha
- ➔ Optimizar plantación y manejo
- ➔ Maduración química

#### Minimizar las pérdidas de azúcar

- ➔ Mejorar la eficiencia de cosecha
- ➔ Disminuir pérdidas de materia prima
- ➔ Reducir el trash
- ➔ Minimizar el estacionamiento
- ➔ Evitar la quema

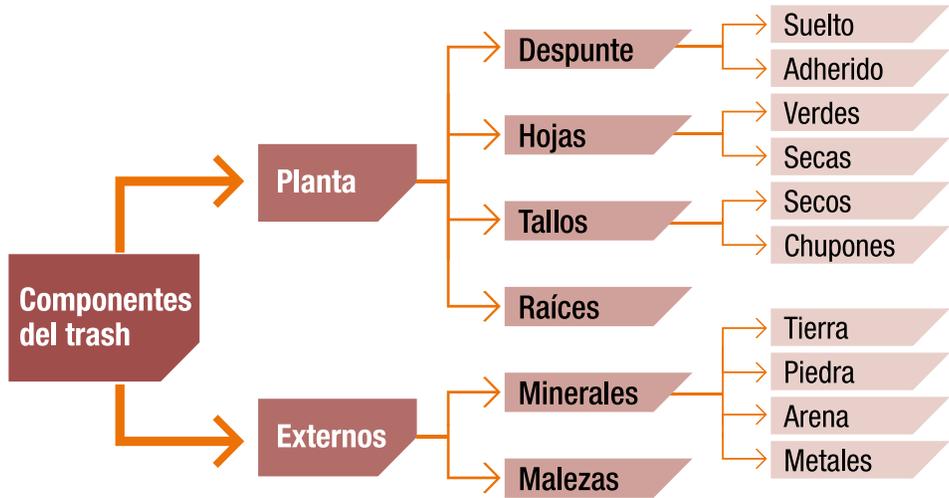


Figura 13. Componentes del trash.

De los componentes del trash, la tierra es la que mayor daño causa, porque ocasiona importantes pérdidas de azúcar y, además, daña las maquinarias del ingenio.

El despunte es el segundo elemento dañino del trash, porque contiene poca sacarosa y, en cambio, presenta altos contenidos de humedad, almidón, azúcares reductores, oligosacáridos y fibra, que disminuyen la calidad de la materia prima.

**Todo entrenado con valores de Brix menores a 13% no tiene calidad industrial y debe quedar en el campo como despunte.**

En tercer y cuarto lugar, en cuanto a capacidad de deterioro de la calidad de la materia prima, se ubican las hojas secas y las hojas verdes, respectivamente.

**Para que una cosecha sea considerada eficiente, los niveles de trash tolerables deberían rondar el 6-7%, para la cosecha integral, y menos del 4%, para la cosecha semi-mecánica.**

### El estacionamiento

Se denomina estacionamiento a la demora entre la cosecha de la caña de azúcar y su molienda. El estacionamiento produce pérdidas variables del azúcar acumulado en la caña.

Cuando la caña se estaciona ocurren:

- 1** Pérdidas de peso, debidas a la deshidratación de los tallos.
- 2** Pérdidas de azúcar, debidas a la acción de enzimas propias de la caña y de microorganismos.

### **3** Aparición de sustancias producidas por microorganismos, llamadas dextranas, altamente perjudiciales para el proceso fabril.

La magnitud de las pérdidas causadas por el estacionamiento depende de diversos factores, como: la duración del estacionamiento, las condiciones ambientales durante el estacionamiento (el deterioro se acelera cuando la temperatura y humedad se elevan), el tipo de cosecha (la caña troceada tolera menos el estacionamiento que la caña entera y la caña quemada se deteriora más que la sin quemar), entre los factores más importantes.

#### **La quema**

Durante muchos años, la quema estuvo asociada a la cosecha de la caña de azúcar, sin embargo, es causante de importantes pérdidas de azúcar y afecta negativamente a la calidad de la materia prima.

Cuando se quema la caña, se producen lesiones por las que se pierde sacarosa en forma directa y por las que, a su vez, pueden ingresar microorganismos que degradan la sacarosa (Figura 14).



Figura 14. Efectos de la quema en la caña de azúcar.

La mejora de la calidad es un compromiso en el que deben estar involucrados todos los sectores de la cadena productiva, ya que no se lograrán mejoras sustanciales si no se realizan controles de calidad frecuentes y efectivos en cada etapa de la producción.

- D1. Plantación
- D2. Cultivo mecánico
- D3. Fertilización
- D4. Cosecha
- D5. Seguridad y buenas prácticas en el uso de agroquímicos

# D

## Manejo del cañaveral



Autores:

Ing. Agr. Giardina, J.

Mg. Agr. Digonzelli, P.

Dr. Agr. Romero, E. R.

Ing. Agr. Alonso, L. G.

Ing. Agr. Medina, M.

Ing. Agr. Fajre, S.

Ing. Agr. Duarte, D.

Sr. Pérez Alabarce, F.



## Plantación de la caña de azúcar

La plantación es una de las etapas más críticas de la producción de caña de azúcar e involucra una inversión cercana al 20% del costo total de producción. Los errores que se cometan en la selección de la semilla, en la preparación del suelo, en la elección de la variedad, diseño, época y densidad de plantación, se reflejarán en toda la vida del cañaveral.

La plantación es una de las etapas de mayor importancia e inversión económica del cultivo de la caña de azúcar.

### ¿Qué permite una buena plantación y para qué se hace?

Una buena plantación permitirá:

- Obtener adecuados niveles de emergencia
- Lograr una población inicial óptima y temprana
- Conseguir una distribución uniforme de tallos y mínimas fallas
- Alcanzar una elevada población de tallos molibles
- Obtener cepas vigorosas y bien establecidas

## Operaciones previas a la plantación. ¿Cuáles son y para qué se las realiza?

**1 Descepado:** esta operación consiste en la destrucción e incorporación en el suelo de las cepas de caña del cultivo anterior. La misma puede realizarse en forma mecánica o química.

El descepado mecánico tiene como finalidad la remoción, triturado y exposición de las cepas para su desecación. Esta operación se puede realizar con dos o más pasadas de un equipo de cultivo (Ej.: rastra pesada).

El descepado químico consiste en la aplicación de herbicidas (Ej.: Glifosato 7–10 l p.c/ha), para eliminar en forma eficiente las cepas viejas, provocando la muerte de las mismas. También con esta práctica se logrará disminuir significativamente la población de malezas perennes del lote antes de la implantación del cañaveral.

**2 Sistematización del terreno:** es el movimiento de tierra efectuado en el terreno basado en un relevamiento planialtimétrico. Tiene como objetivo la disminución de la velocidad del escurrimiento superficial, la eliminación de excesos de agua, la implementación eficiente del riego, etc.

En las áreas con pendientes fuertes es necesario el control del escurrimiento superficial para evitar la pérdida de suelo por erosión, esto puede conseguirse con la implantación racional de obstáculos. Por ejemplo, el cultivo en contorno o en

curvas de nivel es una práctica simple y de gran eficacia para el control de la erosión.

**3 El desagüe o drenaje superficial:** tiene como objetivo eliminar el agua que no infiltró al saturarse el horizonte superficial del suelo por exceso de lluvias. Es importante tener en cuenta la orientación y longitud de los surcos, la ubicación de los callejones, caminos, etc., para lograr un mejor desagüe del lote.

**4 Drenaje interno:** consiste en la eliminación del exceso de agua del perfil del suelo y, también, en el descenso de la capa freática cercana a la superficie. Esto mejora la aireación del suelo y la mineralización de la materia orgánica, aumentando la disponibilidad de nutrientes para la planta y favoreciendo el desarrollo radicular.

**5 Preparación de suelo:** involucra una serie de labores que tienen como finalidad lograr un ambiente adecuado para una buena brotación de la caña semilla, favorecer un buen desarrollo radicular y conformar una cepa vigorosa. Además, con estas labores se busca reducir la infestación de malezas y manejar los residuos de cultivos anteriores, aumentar la capacidad de infiltración y retención de agua del suelo, mejorar las condiciones de aireación del suelo, favorecer la mineralización de la materia orgánica, mejorar la disponibilidad de nutrientes para el cultivo y romper capas compactadas que impidan el buen desarrollo radicular de la caña.

- En la preparación de suelo se deben incluir las labores estrictamente necesarias para cada condición y que favorezcan el mejor crecimiento del cañaveral.

- El suelo constituye un recurso no renovable, que es imprescindible conservar con el objetivo de alcanzar una producción de caña de azúcar sustentable.

El subsolador y el cincel son implementos que se utilizan en la preparación del suelo, para realizar un laboreo vertical en profundidad.

El subsolador se utiliza para romper capas compactadas en profundidades entre 35-60 cm. El cincel rompe capas compactadas a menor profundidad –aproximadamente 20-30 cm– (ver capítulo de cultivo mecánico) (Figura 1 a y b).

**Al romper las capas compactadas, se busca, entre uno de los efectos más importantes, favorecer el crecimiento de las raíces de la caña de azúcar (Figura 2).**

La rastra de disco es un implemento que rompe los terrones superficiales que pueden afectar la brotación de la caña, al impedir un íntimo contacto caña semilla-suelo. Esta labor busca dejar el suelo bien mullido para formar una buena cama de siembra (Figura 3).

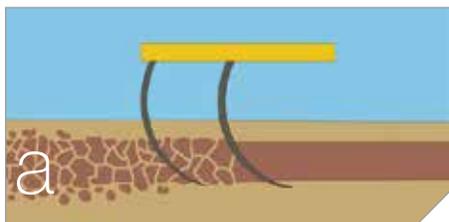


Figura 1. Esquema de la acción del cincel (a) y el subsolador (b) fracturando capas compactadas de suelo.

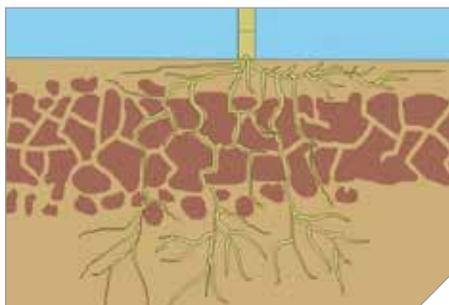


Figura 2. Esquema de las raíces penetrando en el suelo, a través de la capa compactada fracturada por el subsolador o el cincel.



Figura 3. La rastra en la preparación de suelo para la plantación de caña de azúcar.

## ¿Cuáles son las épocas de plantación y qué características presenta cada una?

En Tucumán, se distinguen tres épocas típicas de plantación:

- 1- verano
- 2- otoño-invierno
- 3- primavera

Cada una de ellas presenta diferencias en cuanto a:

- Estado y disponibilidad de caña semilla.
- Condiciones ambientales.
- Disponibilidad de mano de obra y maquinarias.
- Posibilidades para la preparación de suelo.
- Disponibilidad de lotes.
- Densidad de plantación y tiempo hasta la emergencia de los brotes.

En la Tabla 1 se presentan las ventajas y desventajas de cada época de plantación.

La **época de plantación**, en función del **escenario ambiental** que define, acelera o retrasa el ritmo y la duración de la emergencia.

La velocidad de la brotación está directamente regulada por el comportamiento de cada variedad frente a la temperatura.

## ¿Qué son los diseños de plantación? ¿Por qué se planta en surcos de base ancha?

El diseño de plantación es una de las prácticas más utilizadas para mejorar la brotación y emergencia y optimizar la capacidad productiva del cañaveral. Los mejores resultados obtenidos en Tucumán son con el diseño de plantación en surcos de base ancha (0,40-0,60 m en la base de surco, distanciados a 1,60 m) (Figuras 4 y 5).

### Surco de base ancha

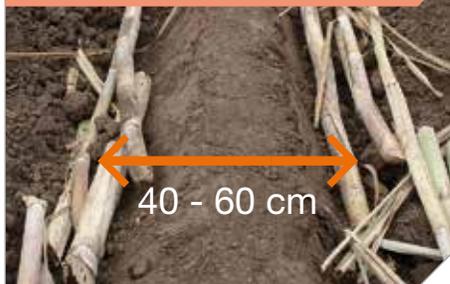


Figura 4. Diseño de plantación en surco de base ancha.

### Distancia entre surcos



Figura 5. Distanciamiento entre surcos.

Tabla 1. Ventajas y desventajas de las épocas de plantación en Tucumán.

| Época de plantación   | Ventajas   | Desventajas   |
|-----------------------|--|---|
| <b>Verano</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caña semilla fisiológicamente óptima y disponibilidad segura.</li> <li>- Adecuada temperatura y humedad para la brotación.</li> <li>- Buena disponibilidad de mano de obra y de maquinarias.</li> <li>- Menor densidad de semillado.</li> <li>- Rápida emergencia de los brotes.</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Problemas de preparación de suelos (falta de piso).</li> <li>- Menor producción de semilla.</li> <li>- Utilización de terrenos que no se cosecharán en ese año.</li> <li>- Corte temprano del cañaveral para la extracción de la simiente.</li> </ul>  |
| <b>Otoño-invierno</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Buena y segura disponibilidad de caña semilla, sobre todo previo a la época de ocurrencia de las heladas.</li> <li>- Calidad intermedia de la simiente.</li> <li>- Aprovechamiento inmediato de terrenos recién cosechados.</li> <li>- Mejores condiciones para la preparación de los suelos.</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Condiciones no óptimas de temperatura y humedad.</li> <li>- Importante demora entre la plantación y brotación.</li> <li>- Menor disponibilidad de mano de obra y maquinarias por ser este un período de gran actividad en cosecha.</li> <li>- Mayor densidad de semillado.</li> </ul>                                |
| <b>Primavera</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejores condiciones de temperatura.</li> <li>- Humedad variable según años y posibilidades de riego.</li> <li>- Menor demora entre plantación y brotación.</li> <li>- Suelos en mejores condiciones para la labranza en relación con la época estival.</li> <li>- Densidades intermedias de siembra.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baja disponibilidad y calidad de caña semilla (heladas).</li> <li>- Riesgos de sequías primaverales con problemas en brotación si no se riega.</li> <li>- Disponibilidad de mano de obra y maquinaria, según la duración de la cosecha.</li> <li>- Menor ciclo de crecimiento hasta la siguiente cosecha.</li> </ul> |

Este diseño permite una mejor distribución de la caña semilla, mejora el contacto de la semilla con el suelo y cada brote que emerge dispone de más espacio para crecer, por estos motivos el surco de base ancha logra incrementos promedios de producción del 15% al 20% (Figura 6).

### Características del diseño de plantación más utilizado en Tucumán:

- **Ancho de la base del surco:**  
40-60 cm
- **Distancia entre surcos:**  
1,60 m
- **Profundidad de surcado:**  
10-20 cm

La operación de sembrado consiste en distribuir de manera uniforme la caña semilla en los surcos con la finalidad de obtener una brotación pareja (Figura 7).



Figura 7. Sembrado y troceado en la plantación de caña de azúcar.

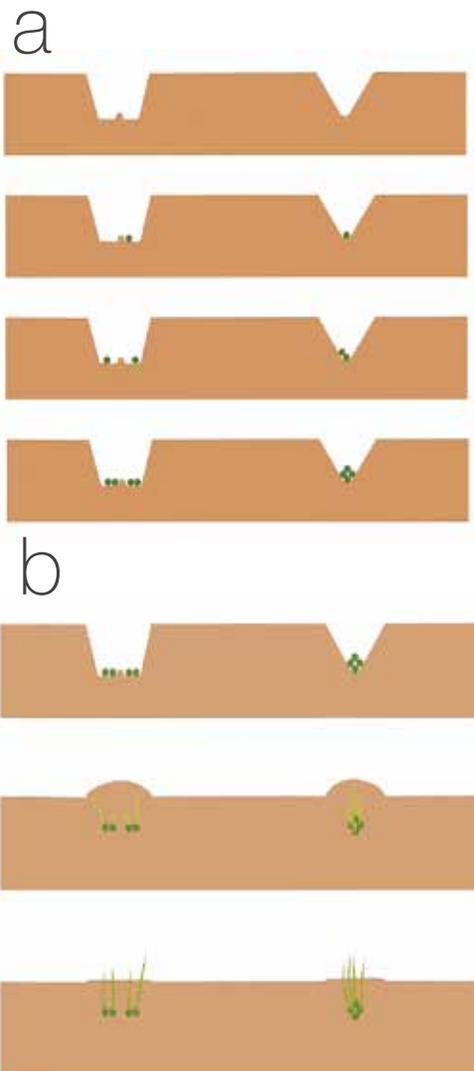


Figura 6. Diferencia entre el surco de base ancha y el surco convencional en la distribución (a) y emergencia (b) de la caña semilla.

### ¿De qué depende la cantidad de caña semilla que se coloca en el surco y por qué se lo hace?

La densidad de plantación se expresa como número de yemas plantadas por metro lineal de surco y es uno de los principales factores determinantes del número de brotes emergidos en la caña de azúcar. El número de brotes, a su vez, influirá en la población final de tallos y en el rendimiento cultural. La cantidad de yemas que se colocan por metro lineal de surco depende, fundamentalmente, de la época de plantación y de la calidad de la caña semilla.

La Tabla 2 muestra la densidad de yemas utilizada y la recomendada para Tucumán según la época de plantación.

### ¿Por qué se cruza y trocea la caña semilla?

El cruce consiste en superponer la porción basal del tallo con yemas más lignificadas con la porción apical con yemas más tiernas a fin de evitar fallas en la plantación y lograr una brotación uniforme.

El troceado de la caña semilla es una práctica muy importante, que se realiza

para favorecer la brotación de todas las yemas disponibles. Esto permite una emergencia uniforme y sin fallas (Figura 8). Las mejores respuestas se obtienen con trozos de 3 a 5 yemas, en cañas de buen desarrollo y entrenudos largos; o porciones de 55 a 60 cm de longitud, en tallos de poco desarrollo, con entrenudos cortos.



Figura 8. Caña semilla troceada en el fondo del surco en una plantación de caña.

### ¿Por qué se tapa y se desboquilla?

La altura del bordo con que se tapa a la caña semilla depende de la época de plantación. En las plantaciones de verano y primavera el tapado de la caña semilla debe efectuarse con poca tierra. En las plantaciones de otoño-invierno, para

Tabla 2. Densidad de plantación más usada en Tucumán y la recomendada con el empleo de semilla de alta calidad, para cada época de plantación.

| Época de plantación   | Densidad de plantación más usada en Tucumán (yemas/m) | Densidad de plantación recomendada para caña semilla de alta calidad (yemas/m) |
|-----------------------|---|--|
| <b>Verano</b>         | <b>15-20*</b>   | <b>9-12*</b>   |
| <b>Otoño-invierno</b> | <b>25-35*</b>   | <b>15-20*</b>  |
| <b>Primavera</b>      | <b>20-30*</b>   | <b>12-15*</b>  |

\*El mayor número de yemas/m corresponde a aquellas variedades de entrenudos más cortos.

conservar la humedad y facilitar el control de malezas en el período inicial de brotación, se acostumbra tapar la semilla haciendo un bordo alto (Figura 9).



Figura 9. Caña semilla tapada con un bordo alto (plantación otoño-invernal).

Cuando aumenta la temperatura ambiente, para permitir el calentamiento del suelo y favorecer la emergencia, se debe bajar el bordo. El bordo alto retrasa la brotación, por lo cual, se puede utilizar como estrategia para realizar un control de malezas en pre-brotación, por ejemplo, aplicando Glifosato antes de que aparezcan los brotes de la caña.

La Tabla 3 indica la altura aproximada de la capa de tierra con que se debe tapar la caña semilla según la época de plantación.

Tabla 3. Altura aproximada del tapado de la caña semilla dependiendo de la época de plantación.

| Plantaciones de verano | Plantaciones de invierno |
|------------------------|--------------------------|
| 8 - 10 cm              | 15 - 30 cm               |

### ¿Por qué en algunas situaciones se corta y tapa la caña semilla?

Los cañaverales tucumanos sufren los efectos de las heladas, las cuales pueden afectar a las yemas de la caña semilla en grado variable. Así, muchos lotes destinados a producir semilla pueden perder su condición de semillero. Por este motivo, en parte del área cañera tucumana, se ha generalizado la práctica de cortar la caña semilla, formar parvas y taparla con hojas y despunte como una alternativa para conservar la simiente, preservándola del efecto de las heladas (Figura 10).



Figura 10. Caña semilla cortada y tapada.

Cuando se corta y tapa la caña semilla hay que tomar ciertas precauciones:

- El tapado debe ser con una capa importante de maloja y despunte ya que la caña semilla hachada y mal tapada sufrirá más el efecto del frío que la semilla en pie.
- Es necesario verificar el estado de la semilla almacenada antes de usarla para corroborar que las yemas se encuentran en buen estado y la caña no está muy deshidratada.
- Si se observan efectos de deshidratación en la caña semilla se debe eliminar la capa superior (normalmente la más deshidratada) y utilizar las capas inferiores que se encuentren en buenas condiciones.



Autores:

Ing. Agr. Fernández de Ullivarri, J.

Mg. Agr. Digonzelli, P.

Ing. Agr. Giardina, J.

Dr. Agr. Romero, E. R.

Ing. Agr. Sánchez Ducca, A.

Ing. Agr. Criado, A.

Ing. Agr. Romero, M.

Ing. Agr. Mitrovich, N.



# Cultivo mecánico de la caña de azúcar

## Introducción

En este capítulo se hará referencia al manejo de la caña de azúcar y, en forma particular, a las operaciones mecánicas que se realizan para el manejo del cañaveral.

## ¿Qué se entiende por manejo?

El manejo comprende un conjunto interrelacionado de **labores manuales, mecánicas y químicas** que se realizan después de la plantación (en caña planta) o después de la cosecha (en caña soca), **con la finalidad de maximizar los rendimientos de caña y azúcar por hectárea y contribuir a la implementación de un sistema de producción sustentable.**

## ¿Qué se busca conseguir con las labores de manejo?

Las labores de manejo se realizan para lograr los siguientes objetivos (Figura 1).

1. Mejorar las condiciones físicas del suelo
2. Mejorar la infiltración, la captación y retención de agua y la aireación del suelo
3. Acondicionar el campo para el riego y la cosecha
4. Controlar malezas
5. Aplicar fertilizantes

Figura 1. Objetivos de las labores de manejo en caña de azúcar.

## ¿Existen diferentes alternativas para el manejo del cañaveral?

Para realizar el cultivo de la caña de azúcar, se pueden utilizar diferentes estrategias, las cuales se clasifican según se realicen o no movimientos de suelo.

Así tenemos:



El **manejo con remoción** de suelo se refiere a las prácticas mecánicas con las que, además del control de malezas, se pretende modificar condiciones físicas del suelo, para favorecer la expresión de la capacidad productiva del cañaveral. En esta categoría se incluyen labores tradicionales como: picado de trocha, cincelado, subsolado, aporque, entre otras.

En el **manejo sin remoción de suelo**, se incluye el manejo químico con el empleo de herbicidas para el control de malezas.

Finalmente, el **manejo mínimo** combina operaciones de cultivo mecánico y de cultivo químico.

En Tucumán, lo más frecuente es combinar labores mecánicas y químicas (manejo mecánico-químico), mediante la realización de tareas mecánicas en la trocha y la aplicación de herbicidas en la banda del surco.

A continuación se describen las labores mecánicas más frecuentes que se llevan a cabo en el cultivo de la caña de azúcar. El control de malezas con el empleo de herbicidas y las labores que se realizan para aplicar fertilizantes se tratan en los capítulos específicos.

## ¿Cuáles son las labores mecánicas tradicionales más frecuentes en el cultivo de la caña de azúcar?

Las prácticas mecánicas que se realizan con mayor frecuencia en los cañaverales tucumanos son:

- 1- desboquillado
- 2- picado de trocha
- 3- cincelado
- 4- subsolado
- 5- aporque y desaporque

### 1 ¿Qué es el desboquillado, cómo y para qué se lo hace?

El desboquillado es una labor que se realiza solamente en las plantaciones de otoño/invierno. Su objetivo es eliminar el exceso de tierra con que se tapó la caña semilla, a fin de permitir el calentamiento del suelo y favorecer la emergencia de los brotes (Figura 2).



Figura 2. Desboquillado en plantación invernal.

Esta tarea también permite realizar un control de malezas en el surco al quitar la tierra. El desboquillado se puede realizar con un implemento especial, llamado desboquillador, con el equipo de dos paquetes de discos o con una rastra liviana de discos pequeños (15 a 17 pulgadas).

Esta operación de cultivo puede realizarse en una, dos y hasta tres pasadas del equipo mecánico.

## 2 ¿Qué es el picado de trocha, para qué se lo hace y qué implemento se utiliza?

Esta operación mecánica es una labor superficial, que se realiza en la trocha del cañaveral con la finalidad de controlar malezas y romper la capa superficial del suelo que está endurecida (encostramiento superficial). De esta manera, se favorece la infiltración y

conservación del agua de lluvia o del riego.

Esta labor se realiza con el equipo de 4 paquetes de discos. Cada paquete de discos está formado por tres discos de 24 pulgadas cada uno. El equipo de 4 paquetes es uno de los implementos más usados para el cultivo de la caña de azúcar. Se puede modificar la inclinación de los discos con respecto al suelo y, por ejemplo, realizar tareas como arrimar tierra al surco, sacar tierra del surco y picar trocha. Para el picado de trocha, los discos deben colocarse en forma perpendicular al suelo –ángulo de 90° respecto al suelo– (Figura 3).

El equipo de 4 paquetes no requiere del empleo de tractores de gran potencia, es suficiente con tractores de 60-90 HP.



Figura 3. Picado de trocha.



Figura 4. Equipo Cincel.

### 3 ¿Qué es el cincelado, para qué se hace y qué implemento se utiliza?

El cincelado es una labor de cultivo vertical (no se da vuelta el pan de tierra), cuyo objetivo es romper capas compactadas de suelo que afectan negativamente tanto el crecimiento del cañaveral (desarrollo de las raíces), como el movimiento y la conservación del agua en el suelo.

Esta labor se realiza con un implemento llamado cincel, útil para romper las capas

compactadas a una profundidad de entre 15 y 25 cm (Figura 4).

El cincelado requiere una potencia de tractor de 10-15 HP por arco del cincel.

Cuando un suelo presenta capas compactadas, las raíces de la caña no pueden atravesarlas, el crecimiento del sistema radicular se restringe y queda limitado a las áreas no compactadas del suelo (Figuras 5 y 6).

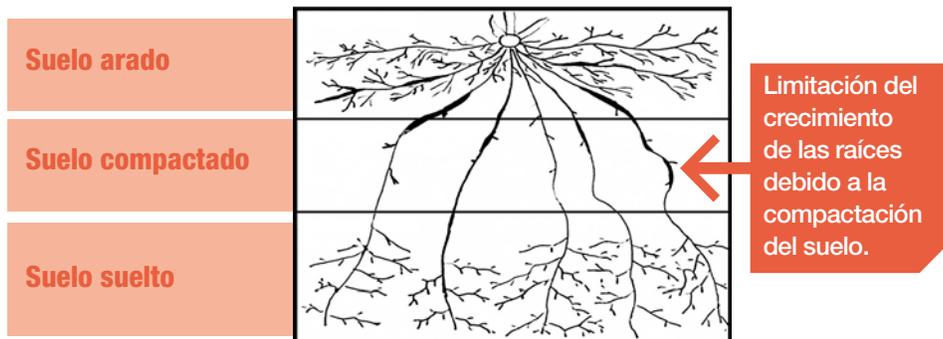
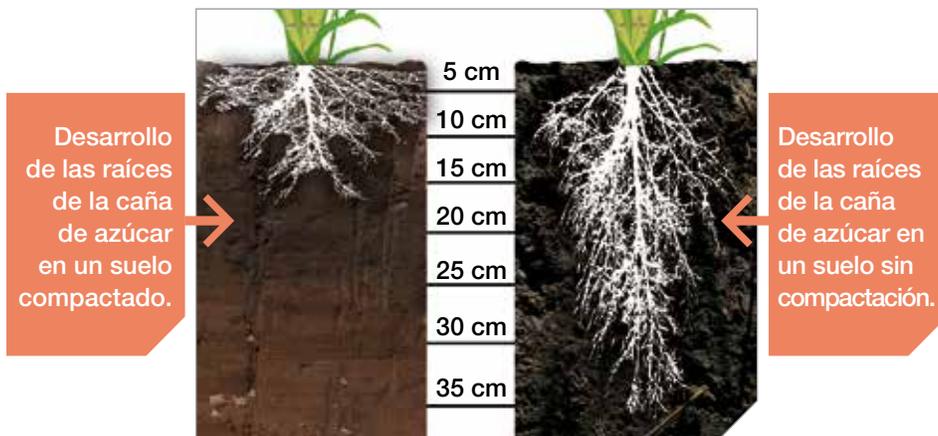


Figura 5. Crecimiento de las raíces de la caña de azúcar en suelo suelto y suelo compactado.



Desarrollo de las raíces de la caña de azúcar en un suelo compactado.

Desarrollo de las raíces de la caña de azúcar en un suelo sin compactación.

Figura 6. Crecimiento de las raíces de la caña de azúcar en suelo suelto y suelo compactado. Vasconcelos y Garcia, 2005.

Si las raíces de la caña no se desarrollan en profundidad, el cañaveral es más susceptible al vuelco y, además, se ve limitada la absorción de agua y nutrientes, lo que provoca un menor crecimiento de las plantas. Es importante tener en cuenta que el suelo no debe encontrarse demasiado seco ni muy húmedo para que el cincelado cumpla con el objetivo buscado.

**Es de gran importancia favorecer un buen desarrollo del sistema radicular de la caña de azúcar, ya que influye en aspectos muy importantes para la productividad del cañaveral, tales como:**

- Eficiencia en la absorción de agua y nutrientes,
- Resistencia a la sequía,
- Resistencia al vuelco,
- Anclaje del cañaveral.

#### 4 ¿Qué es el subsolado, cómo y para qué se lo hace?

Es otra labor vertical cuya finalidad es romper capas compactadas a mayor profundidad, entre 35 a 60 cm, a las que el cincel no puede llegar (Figura 7). El subsolado es una labor cara y requiere del empleo de tractores de gran potencia; aproximadamente 30-60 HP por timón del subsolador, dependiendo de las condiciones del suelo y la profundidad a la que se quiera llegar.



Figura 7. Equipo Subsolador.

Debido al alto costo del subsolado, se recomienda realizarlo solamente cuando es necesario, por la condición de compactación del suelo, y teniendo en cuenta que el contenido de humedad sea el adecuado, para que el suelo se fracture al pasar el subsolador. Si el subsolado se hace en un suelo muy seco, este se pulveriza; y, si el contenido de humedad es excesivo, el subsolador solo realiza un corte vertical del suelo y el resultado del trabajo no es eficiente.

El mejor momento para realizar el subsolado es durante la preparación de suelo, antes de la implantación del cañaveral. Con el cañaveral ya implantado y para que la labor sea eficiente, es necesario acercar el subsolador al surco, lo que suele ocasionar daños al sistema radicular del cañaveral.

## **5** ¿Qué son el descostillado y el aporque, para qué se los hace y qué implemento se utiliza?

El descostillado es la tarea de retirar tierra del costado del surco (costilla del surco) y se realiza para controlar las malezas, abrir una pequeña zanja para colocar el fertilizante y para rearmar el surco.

El aporque consiste en arrimar tierra al surco y se realiza para controlar malezas, tapar el fertilizante y acondicionar el surco para la cosecha mecánica. Ambas labores, el descostillado y el aporque, se efectúan con el equipo de 4 paquetes, al que se le modifica la inclinación de los paquetes según se necesite arrimar o retirar tierra.

## **■ Cuando se cosecha la caña sin quema, ¿cómo se realiza el manejo del cañaveral?**

La cosecha en verde del cañaveral tiene consecuencias positivas, por un lado, por lo que significa que no haya quema de la caña –con el consecuente beneficio para el medio ambiente– y, por otro lado, porque queda en el campo una cobertura importante de residuo agrícola de la cosecha (RAC). La cantidad de RAC depende de la variedad, el estado de crecimiento del cañaveral, la época de cosecha, etc., pero generalmente, en las condiciones de producción de la provincia de Tucumán, quedan entre 10 y 20 toneladas de RAC por hectárea.

Existen diferentes alternativas para el manejo de este residuo: 1) mantenerlo en el campo como cobertura (“mulching”); 2) incorporarlo en los primeros centímetros del suelo mediante labores mecánicas; o, 3) retirarlo del campo utilizando máquinas enfardadoras.

**Recordar que está prohibida y penada por ley la quema de los residuos de cosecha.**

Dejar el residuo sobre la superficie como cobertura, aporta materia orgánica, mejora la infiltración del agua en el suelo y la conservación de la humedad en el perfil, recicla nutrientes, protege de la erosión y limita el crecimiento de algunas malezas (anuales de semilla), entre los beneficios más importantes. Por estas razones, el mantenimiento del RAC en superficie es una práctica

recomendable en muchos lugares del área cañera tucumana.

En este caso, el manejo del cañaveral implicará: 1) realizar la fertilización nitrogenada y 2) controlar las malezas que pueden aparecer a pesar de la cobertura.

Para realizar la fertilización en estas condiciones, se utilizan equipos especiales que tienen una cuchilla que corta el residuo y, al mismo tiempo, aplica el fertilizante sólido o líquido a una profundidad de 7 a 15 cm (Figura 8). Cuando se utiliza este tipo de equipos es fundamental la desinfección de las cuchillas con Amonio Cuaternario, puesto que se pueden producir heridas en la cepa durante la labor y se corre el riesgo de difundir enfermedades, especialmente el RSD.

Otro equipo disponible para esta tarea es el llamado **equipo multipropósito**, que tiene: dos paquetes de discos

que cortan el residuo; cultivadores con tubos que descargan el abono sólido o líquido a una profundidad de 10 a 15 cm; un subsolador, tipo *paratill*, que rompe las capas compactadas a 40-45 cm de profundidad; y, finalmente, unos rolos que reacomodan el residuo de manera que queda tal como estaba anteriormente. Este equipo requiere de tractores de gran potencia (180-220 HP) y tiene una capacidad de trabajo de 75 surcos/hora (Figura 9).

Cuando se mantiene la cobertura de RAC, el control de malezas es más sencillo, ya que muchas especies no son capaces de sobrevivir en esta condición. Las malezas más importantes que pueden aparecer, a pesar de la cobertura, son: la Grama (*Cynodon dactylon*), el Tupulo (*Sicyos polyacanthus*), el Cebollín (*Cyperus rotundus*), y especies del género Ipomoea. Para el control de estas malezas, se pueden realizar manchoneos



Figura 8. Fertilizadora cubana.



Figura 9. Equipo multipropósito.

con formulaciones post-emergentes (ver capítulo de malezas).

En las situaciones donde, debido al exceso de humedad del suelo no es posible dejar el RAC como cobertura sobre la superficie –como ocurre en zonas de la Llanura Deprimida tucumana–, se puede incorporar el residuo en los primeros centímetros del perfil.

Para realizar esta tarea, se utilizan equipos mecánicos de arrastre, que tienen cuatro paquetes de tres discos dentados, más pesados que los equipos de cuatro paquetes convencionales (Figura 10). Para tirar estos equipos, se necesitan tractores de 100-120 HP y, a veces, se deben realizar más de una pasada. La capacidad de trabajo es de 70 surcos/hora.

La tercera alternativa para manejar el RAC, es retirarlo parcial o totalmente del campo, para lo que se pueden utilizar máquinas enfardadoras. El RAC que se retira del campo puede emplearse para la obtención de energía (usándolo en las calderas), como “mulching” de otros cultivos (arándanos, palta, etc.) o para alimentación del ganado.

**Para el cultivo del cañaveral no existe una receta, por ello es importante conocer por qué y para qué se realizan las diferentes tareas de cultivo. Sabiendo esto, el productor puede elegir la secuencia de labores que cumpla con sus objetivos y se adapte mejor a sus posibilidades.**



Figura 10. Equipo de 4 paquetes para incorporación de RAC.

**En esta decisión los productores deben tomar en cuenta aspectos tales como: tipo de suelo, existencia o no de capas compactadas, profundidad a la cual se encuentran estas capas, presencia de encostramiento superficial, población de malezas presentes, equipamientos disponibles para realizar las labores, requerimientos energéticos, etc.**

**Realizar las labores de cultivo en el momento oportuno es clave para lograr los objetivos buscados. Efectuarlas cuando no son necesarias y/o en momentos inadecuados representará un costo extra y no contribuirá a una producción sustentable.**

| Labores mecánicas más usuales en el cultivo de la caña de azúcar |  |   |   |
|--|--|---|---|
| Labor  | Objetivo   | Implemento  | Observaciones   |
| <b>Desboquillado</b>   | Eliminar el exceso de tierra de la plantación invernal.  | Desboquillador, equipo de dos paquetes de discos, rastra liviana. | Solo en caña planta de otoño/invierno.  |
| <b>Picado de trocha</b>  | Romper el encostramiento superficial del suelo, controlar malezas, mejorar infiltración y conservación del agua del suelo. | Equipo de 4 paquetes de discos.                                   | Posición de los discos perpendicular al suelo. Potencia de tractor: 60-90 HP. |
| <b>Cincelado</b>   | Romper capa compactada entre 15-25 cm de profundidad.  | Cincel.   | Potencia de tractor: 10-15 HP por arco del cincel.                            |
| <b>Subsolado</b>   | Romper capa compactada a 35-60 cm de profundidad.  | Subsolador.   | Potencia de tractor: 30-60 HP por timón del subsolador.                       |
| <b>Descostillado</b>   | Retirar tierra del costado del surco para controlar malezas, abrir surco para el fertilizante, armar el surco.             | Equipo de 4 paquetes de discos.                                   | Modificar la posición de los discos para que retiren tierra.                  |
| <b>Aporque</b>   | Arrimar tierra al surco para controlar malezas, tapar el fertilizante y acondicionar el surco para la cosecha.             | Equipo de 4 paquetes de discos.                                   | Modificar la posición de los discos para que arrimen tierra.                  |



Autores:

Ing. Agr. Alonso, L. G.

Dr. Agr. Romero, E. R.

Mg. Agr. Leggio Neme, F.

Dra. Cs. Biol. Tórtora, L.

Ing. Agr. Fernández González, P.

Lic. Grellet Naval, N.

Lic. Vera, L.

Ing. Agr. López Guzmán, J. A.

# D3

## Fertilización de la caña de azúcar

### Introducción

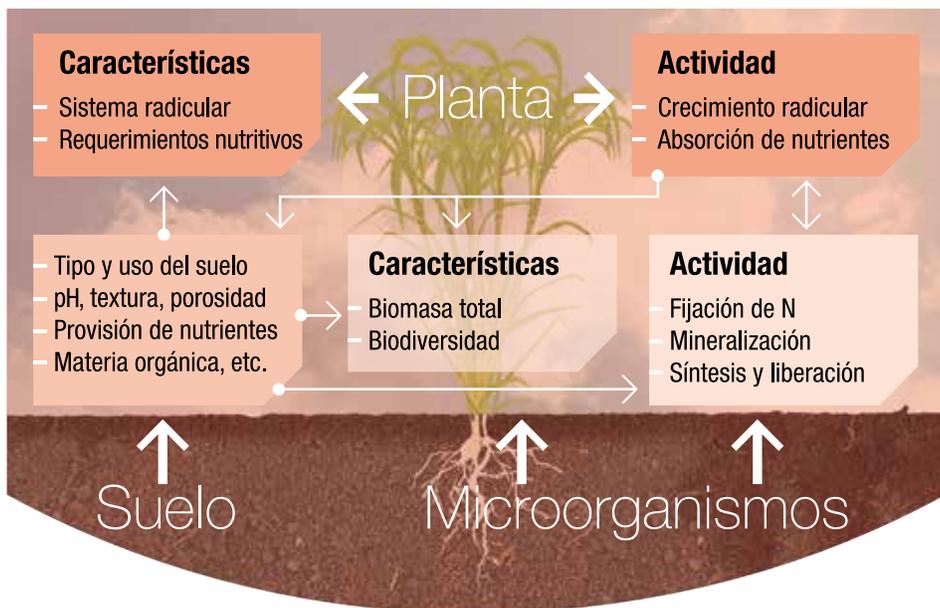
Las plantas son capaces de sintetizar todas las sustancias orgánicas que constituyen su biomasa a partir del aprovechamiento de la energía solar, del dióxido de carbono tomado del aire y del agua y los nutrientes extraídos del suelo.

La nutrición mineral de las plantas es un proceso complejo, mediante el cual las plantas obtienen del suelo y del aire los elementos necesarios para vivir. Estos son los llamados nutrientes minerales, que entran a la planta, en general, en forma de iones inorgánicos disueltos en el agua contenida en el suelo y absorbidos por las raíces.

La capacidad del suelo de almacenar los nutrientes es un factor importante en el manejo de la nutrición de las plantas. Los análisis químicos pueden ofrecer una aproximación de las reservas del suelo y su precisión está relacionada con el tipo

de suelo, las condiciones del cultivo y la especie que se cultiva.

La cantidad total presente de cada nutriente en la rizósfera no determinará por sí sola su disponibilidad para la planta. La **rizósfera** es el volumen de suelo donde existe un contacto estrecho y efectivo entre las raíces y el agua y los nutrientes disponibles del suelo. Es la región en la que interactúan factores edáficos (temperatura, pH, contenido hídrico y aireación), con el sistema radicular y los microorganismos benéficos (bacterias, hongos), que causan reacciones favorables para la fertilidad y el crecimiento del cultivo, como son la fijación biológica del nitrógeno, descomposición y mineralización de residuos orgánicos, entre otros. Estos factores pueden modificar la solubilidad o la forma química en que se encuentra un elemento. Por otra parte, la naturaleza de las partículas que constituyen el suelo influirá en la permanencia de los nutrientes en las capas exploradas por las raíces (Figura 1).



## Rizósfera

Figura 1. Componentes de la rizósfera y sus interacciones.

El sistema radicular tiene un papel fundamental en la producción de los cultivos, ya que es el órgano que otorga soporte y anclaje a la planta en el sustrato y es el encargado de absorber el agua y los nutrientes necesarios para el normal desarrollo de la planta.

El crecimiento de las raíces ocurre a expensas del suministro de asimilados provenientes de la actividad fotosintética de la parte aérea, del mismo modo que esta depende del aporte de agua y nutrientes provenientes desde la raíz. Al regular la absorción de agua y nutrientes, el sistema radicular influirá en importantes procesos fisiológicos como son la fotosíntesis, la respiración,

la elongación celular, entre otros, e indudablemente en la producción de biomasa y en el rendimiento.

La cantidad total de nutrientes esenciales disponibles para un cultivo es un factor fundamental para determinar su rendimiento. Sin embargo, no todos los elementos minerales absorbidos por las raíces de las plantas son importantes para su crecimiento y desarrollo.

Para ser considerado esencial, un elemento debe tener una influencia directa sobre el metabolismo de la planta, de manera que su presencia resulte determinante para cumplir su ciclo de vida y que no pueda en su acción

ser reemplazado por otro. Es decir, el término esencial se refiere a que el nutriente señalado resulta indispensable para el crecimiento y desarrollo normal de la planta y en ausencia o escasez de dicho elemento, la planta sufrirá una anomalía en su crecimiento que podría llevarla hasta la muerte.

Los nutrientes esenciales forman parte de las biomoléculas estructurales, de reserva y funcionales de las plantas, de la composición y/o acción enzimática que controlan el metabolismo, y participan en la regulación del balance hídrico interno del vegetal.

### Los nutrientes en la caña de azúcar: su importancia

Los elementos esenciales para la caña de azúcar son 19 y pueden dividirse en 3 grupos: los **nutrientes no minerales** (C, H y O), que provienen del agua y del aire; los **macronutrientes** (N, P, K, Ca, Mg, S y Si), requeridos en grandes cantidades y expresados en % o en gr/kg de peso seco; y los **micronutrientes** (Fe, Zn, B, Cu, Cl, Mn, Ni, Na y Mo), requeridos en menores cantidades y expresados en % o en mgr/kg de peso seco.

Los macro y micronutrientes, en su mayoría, son absorbidos desde la solución del suelo por intermedio de la raíz. El suministro de estos elementos es el resultado de la interacción entre la disponibilidad de nutrientes en el suelo y de la habilidad de las plantas para absorberlos.

### ¿Es importante fertilizar los cañaverales?

Dentro de un manejo orientado a lograr cañaverales de alto rendimiento, la fertilización constituye una práctica cultural de máxima importancia. Su elevado costo exige realizar una ejecución oportuna y efectiva para asegurar su máximo aprovechamiento. Su realización en tiempo y forma permitirá el establecimiento temprano de una población inicial de tallos óptima, con una distribución uniforme y con mínimas fallas, asegurando una elevada población de tallos molibles y un excelente crecimiento y rendimiento. Asimismo, es importante entender que la ejecución adecuada y efectiva de la fertilización puede significar la diferencia entre recuperar lo invertido o generar un beneficio económico. Para mejorar la eficiencia del uso de los fertilizantes, es importante, además, que la implementación de esta práctica vaya acompañada de la recolección de información del suelo y del conocimiento de la producción de cada lote a través de su vida económica

### ¿Por qué se debe fertilizar los cañaverales? ¿Con qué nutrientes?

La caña de azúcar posee altos requerimientos nutricionales debido a la gran producción de biomasa (tallos molibles, follaje, cepa y raíces). Esto implica la extracción de una gran cantidad de nutrientes del suelo. Para lograr un valor cercano a las 100 t/ha, el cultivo debe extraer entre 800 y 1500 kg

de nutrientes/ha por año, siendo el potasio, silicio, nitrógeno y fósforo los que se extraen en mayor cantidad (Figura 2).

De los numerosos nutrientes necesarios para un crecimiento y desarrollo adecuado de la caña de azúcar, está comprobado –tanto en Tucumán como en todas las áreas cañeras del mundo–, que el más importante, en cuanto a respuesta del cultivo, es el nitrógeno (N). Sin embargo, en Tucumán, la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) ha encontrado que algunos suelos podrían requerir aportes de fósforo y, con mucha menor frecuencia, agregados de potasio. Por esta razón, se recomienda realizar análisis de suelo para que, junto al registro de la producción de años anteriores, se optimice la elección del nutriente o nutrientes a agregar y las cantidades necesarias.

## Fertilización nitrogenada

El nitrógeno es uno de los constituyentes fundamentales de la planta, formando parte de aminoácidos, proteínas y otros componentes orgánicos.

Entre los principales efectos que se observan en las plantas luego de la aplicación de nitrógeno están el mayor y más rápido macollaje y el mayor crecimiento vegetativo, lo que significa un incremento en el rendimiento en caña y en azúcar por hectárea. En Tucumán, por ejemplo, la aplicación de fertilizante en las dosis y épocas adecuadas podría llevar a incrementar la producción de caña de 10 a 55 t/ha –según el tipo de suelo–. Los síntomas de deficiencia de nitrógeno son hojas viejas amarillentas, cepas poco vigorosas, menor número de brotes, reducida área foliar, menor diámetro y

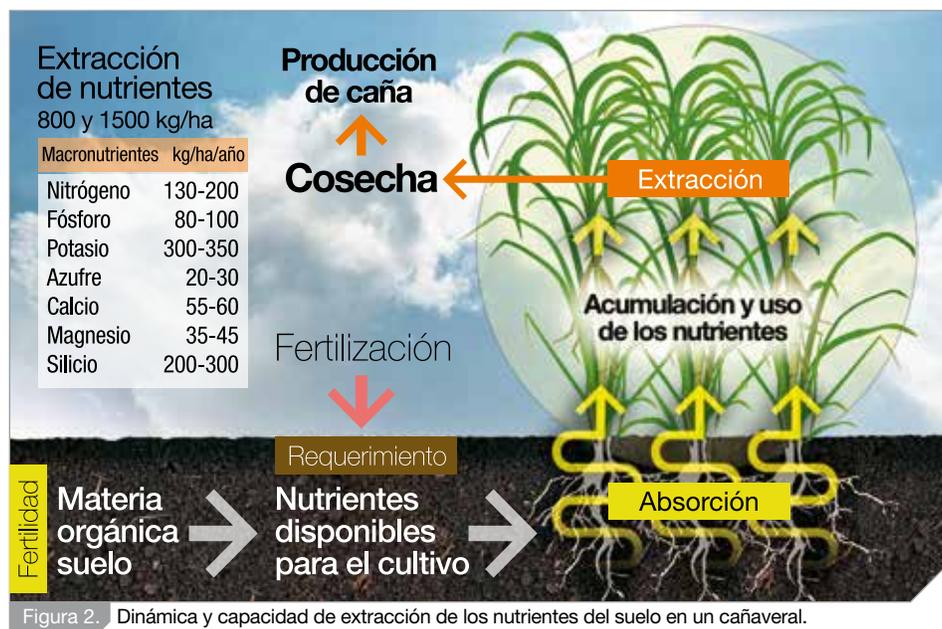


Figura 2. Dinámica y capacidad de extracción de los nutrientes del suelo en un cañaveral.

altura de tallos y, en consecuencia, baja producción cultural.

Los cañaverales con exceso de nitrógeno, por sobredosis o aplicaciones tardías, presentan un alto contenido de agua en sus tejidos y un bajo contenido de sacarosa y fibra, lo que predispone al vuelco de las plantas y al ataque de plagas y enfermedades.

Los requerimientos de nitrógeno del cañaveral y la necesidad de realizar un aporte adicional de N mediante la fertilización dependen de la edad, de los rendimientos esperados, del suelo, del clima y de la presencia de limitaciones como mal drenaje, compactación y salinidad, entre otras.

**Los productores deben asumir que la fertilización nitrogenada constituye una tecnología a la que no se puede renunciar si se pretende lograr producciones económicamente rentables.**

### **¿Cuándo se debe fertilizar?**

Las investigaciones señalan que la mayor efectividad de la fertilización en las cañas socas se logra realizando aplicaciones desde octubre hasta mediados o fines de noviembre; mientras que en las cañas plantas, por su crecimiento más lento, puede efectuarse a partir de la segunda quincena de noviembre y hasta la primera semana de diciembre.

El momento de fertilizar está relacionado con el ritmo de absorción de este nutriente que tiene la caña de azúcar, el

cual es máximo en los primeros meses de desarrollo, durante el macollaje, época en la que la planta absorbe y almacena nitrógeno que no necesita, para ser utilizado en la fase de gran crecimiento, que tiene lugar en el verano (Figura 3).

Del total del nitrógeno que utiliza la planta, alrededor del 50% es provisto por la mineralización de la materia orgánica del suelo y de la actividad de los microorganismos fijadores y otras fuentes. El resto del nitrógeno, requerido para alcanzar altas producciones, debe ser aportado por medio de la fertilización. Se debe tener en cuenta que solo del 20 al 50% del nitrógeno aplicado con el fertilizante es efectivamente absorbido por la caña y convertido en biomasa.

### **¿Cuánto nitrógeno debe aportarse al cañaveral?**

Tomando como base las investigaciones de la EEAOC, en la Tabla 1 se observa la respuesta esperada a la fertilización nitrogenada, según la edad del cañaveral, y la disminución previsible en la producción por no efectuar esta práctica.

En Tucumán, se estableció que tanto la frecuencia de respuesta como los incrementos relativos, aumentan desde la caña planta hasta la 4ta. soca. En efecto, las fertilizaciones con nitrógeno, desde la primera soca en adelante, mostraron respuesta en prácticamente todos los casos estudiados, mientras que en las cañas plantas solo se obtuvo respuesta en el 53% de los ensayos. De la misma manera, las pérdidas de producción por

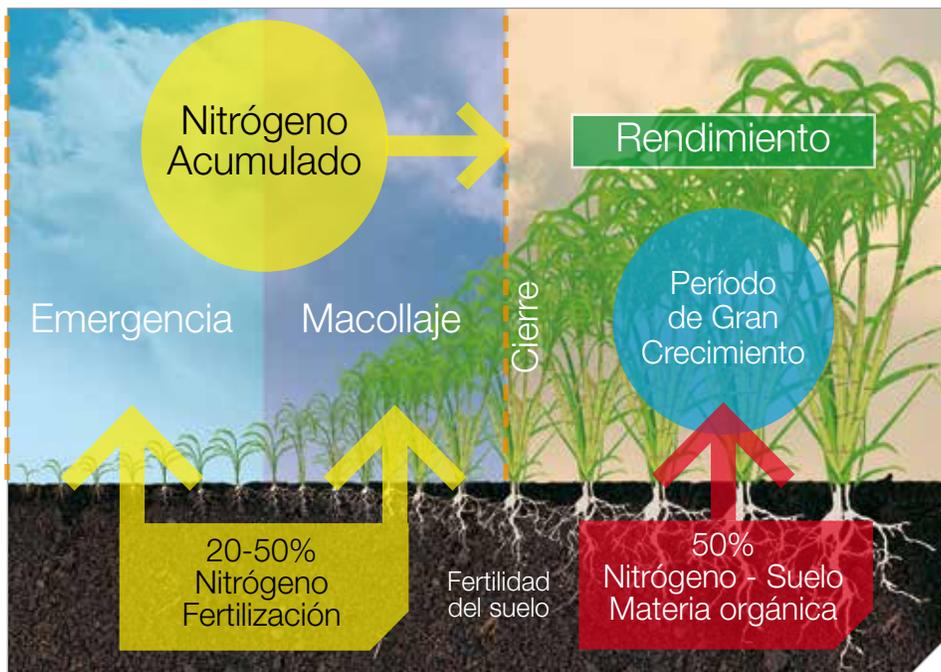


Figura 3. Importancia de la época de la fertilización nitrogenada.

no fertilizar fueron máximas en las socas más viejas (40%), mientras que en caña planta promediaron el 19%.

La menor frecuencia de respuesta en caña planta está asociada a las mayores cantidades de N asimilable disponibles en el suelo, que resultan de

la incorporación de materia orgánica realizada durante el descepado del cañaveral anterior y de los aumentos en los niveles de mineralización, favorecidos por la aireación del suelo producida durante la preparación. Todo esto, además, favorecería una mayor actividad de microorganismos fijadores en la nueva

Tabla 1. Influencia de la edad de la cepa sobre el beneficio de la fertilización nitrogenada.

|  | Caña PLANTA | Soca 1 | Soca 2 | Soca 3 | Soca 4 |
|--|-------------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Casos con respuesta (%)</b>                           | 53          | 80     | 97     | 97     | 100    |
| <b>Disminución del rendimiento por no fertilizar (%)</b> | 19          | 30     | 30     | 35     | 40     |

rizósfera de la caña de azúcar. Estas condiciones van deteriorándose en las sucesivas socas por el tránsito de la maquinaria de cosecha y transporte.

Las cañas socas presentan una respuesta segura y elevada a la fertilización. Incluso, las socas más viejas muestran una mayor dependencia de la fertilización nitrogenada y pueden tener mayores caídas de producción si no son fertilizadas con nitrógeno, lo que no implica aumentar la dosis recomendada.

Tomando como base las últimas investigaciones de la EEAOC, se definieron recomendaciones orientadas al uso de dosis variables de nitrógeno, que consideran varios criterios, entre los que se destacan la fertilidad del suelo, el potencial productivo del cañaveral y la edad de la cepa, como criterios básicos de decisión.

Se recomienda en el caso de las cañas plantas, y asociado a su baja respuesta y pensando en mejorar la nueva cepa establecida, utilizar solamente media dosis de N, es decir 45 a 50 kg de N/ha (1,5 kg urea/surco o 1,7 l UAN/surco),

priorizando los lotes de reconocida respuesta al nitrógeno. En esta edad el uso de un biofertilizante foliar a 10 l/ha ha resultado altamente efectivo y con una elevada frecuencia de respuesta.

En las cañas socas que presentan una respuesta segura y elevada a la fertilización nitrogenada, se debe seleccionar la dosis de N más adecuada, considerando la fertilidad del suelo y la producción de caña esperada (información que se presenta en la tabla 2).

### ¿Dónde debe colocarse el fertilizante?

El lugar de colocación del fertilizante es a 10-15 cm de profundidad, al lado de la cepa. La razón de esto es evitar o reducir pérdidas de nitrógeno por lavado o volatilización.

No se recomienda fertilizar con urea al voleo, sobre todo en suelos húmedos o después de una lluvia, ya que en estas condiciones las pérdidas de nitrógeno por volatilización son mayores.

Tabla 2. Bases para el uso de nitrógeno en caña de azúcar en Tucumán.

| Criterios   | Producción Esperada - Dosis |                      |                       |
|---|-----------------------------|----------------------|-----------------------|
|   | Menos de 1000 kg/surco      | 1000 a 1400 kg/surco | Más de 1400 kg/surco  |
| <b>MUY BAJA</b><br>Mat. orgánica menor al 2%        | 2,5 kg urea/surco           | 3,0 kg urea/surco    | 3,5 a 4 kg urea/surco |
| <b>BAJA a MODERADA</b><br>Mat. orgánica mayor al 2% | 1,5 kg urea/surco           | 2,5 kg urea/surco    | 3 a 3,5 kg urea/surco |

### Otras consideraciones

Es importante recordar que los beneficios de la fertilización serán mayores cuando los cañaverales estén sanos y limpios, sin competencia de malezas.

Asimismo, malas condiciones de drenaje acentúan la necesidad de fertilizar con N, ya que los anegamientos temporarios comprometen el normal abastecimiento de N a partir de la materia orgánica del suelo. Frente a estas condiciones y no pudiendo controlar los problemas de drenaje, es conveniente incrementar la dosis seleccionada en un 20%, para mejorar la respuesta.

### Fuentes de nitrógeno

La urea es el fertilizante nitrogenado más utilizado, presenta un 46% de nitrógeno en su composición.

El SOLMIX es un fertilizante nitrogenado líquido (30% de N), que se aplica por chorreado en superficie o mediante la incorporación, con respuestas de la caña similares a las obtenidas con la urea.

**El equivalente de 1 kg de urea es 1,16 litros de SOLMIX (1,53 Kg).**

Otra fuente de nitrógeno disponible para la fertilización nitrogenada es el Nitrato de Amonio Calcáreo (27% de N) o NitroDoble.

**La expectativa de producción cultural de cada lote (kg de caña/surco) estará apoyada en el registro de las producciones**

**alcanzadas en años anteriores y en la edad del cañaveral. La adecuación de las dosis a las necesidades y situaciones particulares redundará en mayores beneficios económicos, ya que evitará la sobredosis en sectores del campo de baja respuesta y asegurará una aplicación adecuada en los cañaverales de máxima respuesta.**

### Biofertilizantes

Una nueva alternativa de fertilización nitrogenada es la utilización de productos biológicos, llamados “biofertilizantes”. En general, los biofertilizantes recomendados por la EEAOC son productos líquidos de aplicación foliar que contienen distintos microorganismos benéficos, entre los que se destacan bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico.

Las principales ventajas del uso de estos productos radica en que son menos contaminantes del ambiente y, además, que su costo es menor al de la fertilización nitrogenada sintética convencional (urea).

**Se debe destacar que estos productos son complementos de la fertilización nitrogenada y solo pueden reemplazar parte del fertilizante sintético.**

Según investigaciones realizadas por la EEAOC, en el caso de cañas socas se

recomienda la aplicación foliar de 10 l/ha de biofertilizante, complementándola con la mitad de la dosis aconsejada de fertilizante nitrogenado (de 90 a 125 kg/ha de urea, Tabla 2). Los resultados obtenidos serán similares o ligeramente mejores a los conseguidos con la fertilización tradicional.

La aplicación foliar de los biofertilizantes puede efectuarse hasta 15-20 días posteriores a la fertilización convencional, pulverizando el follaje cuando el cultivo no muestre signos de estrés hídrico.

**En el caso de las cañas plantadas, los resultados exitosos obtenidos permiten recomendar el empleo único (sin aplicar otra fuente de nitrógeno) de 10 l/ha del biofertilizante con respuestas seguras y efectivas.**

### Fertilización fosfórica

El fósforo es un elemento móvil de gran importancia, participa en los principales procesos vitales como la

fotosíntesis, respiración y absorción de nutrientes. Es poco móvil en el suelo y su absorción depende de la raíz, por lo que el abastecimiento adecuado es esencial para la obtención de buenos rendimientos.

El fósforo ejerce un efecto decisivo en la brotación, desarrollo radicular, elongación de los tallos, macollaje y cantidad de tallos molibles. La deficiencia de este elemento se manifiesta en la conformación de cañaverales compuestos básicamente por tallos primarios y pocos secundarios, y en tallos con entrenudos pequeños (Figura 4).

Se debe fertilizar con fósforo solamente en aquellos suelos cuyos contenidos sean inferiores a 25 ppm y, en especial, en los que muestren valores inferiores a 13 ppm (Bray Kurtz II), como se destaca en la Tabla 3.

**Se recomienda la realización de análisis de suelo para determinar las necesidades específicas y reales de nutrientes en cada caso.**



Figura 4. Síntomas de deficiencia de fósforo en caña de azúcar.

El momento más adecuado para la fertilización con fósforo es durante la plantación. La dosis dependerá del análisis de suelo, del potencial de rendimiento y de los años del ciclo del cultivo a considerar (planta y socas). La fertilización se hace en la base del surco, por única vez, aplicando la dosis de fósforo que requerirá el cañaveral en sus 5 años de ciclo promedio.

### Fertilización potásica

El potasio es el nutriente que la caña extrae en mayor cantidad y es muy móvil dentro de la planta. Tiene importancia en la fotosíntesis, respiración, traslocación de azúcares y acumulación de sacarosa y, además, cumple un papel esencial en la economía del agua. Estimula el desarrollo de la raíz y aumenta la tolerancia a las enfermedades.

Su deficiencia se manifiesta en el crecimiento de la planta, con tallos débiles y delgados, menor macollaje y entrenudos muy cortos (Figura 5).

Los excesos producen efectos negativos en el contenido de azúcar recuperable, ya que afecta el proceso de cristalización de la sacarosa en el proceso industrial.

En Tucumán, la fertilización potásica no es una práctica convencional y no es recomendable su realización sin un análisis previo que lo indique, debido a que los suelos en su mayoría, contienen arcilla illita, que provee de suficiente potasio al cultivo.

Tabla 3. Recomendaciones para la fertilización con fósforo en caña de azúcar en Tucumán.

| Categoría    | Contenido de P en el suelo (ppm de P) (Bray Kurtz II) | Dosis de $P_2O_5$ por año de acuerdo a la producción esperada |
|--------------|---|---|
| <b>Baja</b>  | P en suelo < 13                                       | 30-35 kg/ha/año (>80 t/ha)<br>20 kg/ha/año (< 80 t/ha)        |
| <b>Media</b> | P en suelo entre 13 y 25                              | 20 kg/ha/año  |
| <b>Alta</b>  | P en suelo > 25                                       | Sin respuesta   |

Una fertilización adecuada y oportuna de los cañaverales asegurará el logro de altas producciones durante toda su vida económica. La magnitud de los beneficios a obtener mediante la fertilización dependerá en gran medida de la fertilidad del suelo, del nivel productivo, del número de cortes del cañaveral, de las condiciones de drenaje, del empleo de las dosis adecuadas, de la época de aplicación y, también, de la eficacia en el control de las malezas y en la utilización de todas las tecnologías disponibles.



Figura 5. Síntomas de deficiencia de potasio en caña de azúcar.



Autores:

Ing. Agr. Fernández de Ullivarri, J.

Mg. Agr. Tonatto, J.

Dr. Agr. Romero, E. R.

Ing. Agr. Scandaliaris, J.

Mg. Agr. Leggio Neme, F.

Ing. Agr. Alonso, L. G.

Mg. Agr. Digonzelli, P.

Ing. Agr. Pérez Taboada, S.

# D4

## Cosecha de la caña de azúcar

### Introducción

La cosecha es una de las etapas más importantes de la producción de caña de azúcar y tiene por objetivo recolectar la materia prima disponible en el campo con mínimas pérdidas, bajos niveles de materia extraña (trash), y la menor demora posible entre la cosecha y la molienda.

El modo en que se lleve a cabo esta etapa tendrá gran influencia tanto en el costo de producción como en el ingreso final. Un mal manejo de la cosecha puede significar enormes pérdidas económicas para el productor y el desperdicio de todos los esfuerzos previos para conseguir buenos niveles de producción de los cañaverales.

La adecuada planificación y control de todos los aspectos que incluye la ejecución de la cosecha resulta fundamental para minimizar los costos y maximizar la eficiencia en el uso de los recursos disponibles.

### Período de cosecha en Tucumán

El período normal de cosecha en la provincia es de unos 180 días aproximadamente, iniciándose en mayo y culminando a fines de octubre, con algunas variaciones según los años y las condiciones económicas y climáticas.

Entre los factores ambientales a considerar, se destacan el número de días con lluvia y el volumen de agua caída, la humedad relativa ambiente y las temperaturas, especialmente las asociadas a la ocurrencia de heladas. La ausencia de lluvias, baja humedad relativa y temperaturas bajas y sin heladas resultan condiciones adecuadas para un óptimo desarrollo de la zafra.

En Tucumán, se distinguen cuatro etapas durante la zafra reflejadas en la Tabla 1.

Los factores ambientales que caracterizan cada etapa muestran una notable variabilidad entre años e incluso

Tabla 1. Características de las épocas de cosecha en Tucumán.

| Etapas            | Época                                      | Condiciones ambientales   |
|-------------------|--|---|
| <b>INICIAL</b>    | mayo-junio                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lluvias decrecientes</li> <li>- Temperaturas decrecientes</li> <li>- Humedad relativa alta</li> <li>- Baja probabilidad de heladas</li> </ul>          |
| <b>INTERMEDIA</b> | julio, agosto, mediados de septiembre      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mínimas lluvias</li> <li>- Temperaturas relativamente bajas</li> <li>- Humedad relativa en descenso</li> <li>- Alta probabilidad de heladas</li> </ul> |
| <b>FINAL</b>      | mediados de septiembre mediados de octubre | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Altas temperaturas</li> <li>- Lluvias en ascenso</li> <li>- Mayor humedad relativa</li> </ul>  |
| <b>TARDÍA</b>     | fin de octubre en adelante                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Altas temperaturas</li> <li>- Lluvias en ascenso</li> <li>- Alta humedad relativa</li> </ul>   |

en un mismo ciclo, entre zonas del área cañera. Así, los volúmenes, el número de días con lluvia y la humedad relativa ambiente para un mismo mes decrecen desde el Oeste (Pedemonte) al Este.

Esta última zona tiene una mayor probabilidad de ocurrencia de heladas y de mayor severidad.

### Limitaciones de la zafra en Tucumán

Si se considera el desarrollo de la cosecha y molienda a lo largo de la zafra, se observa una inadecuada y desigual distribución de las mismas en el tiempo, teniendo en cuenta que la

mayor proporción se concentra entre los meses de julio y septiembre. En la Figura 1 se ilustra la distribución de la molienda quincenal en la provincia.

Evaluando las últimas 15 zafras, se observa que:

- En la etapa inicial, la molienda varía del 4 al 26% del total, con una media del 10%.
- En la fase intermedia se procesa entre el 50% y el 76% de la materia prima, con una media de 65%.
- En la etapa final y tardía se muele entre el 11% y el 45% del total, con un promedio del 25%.

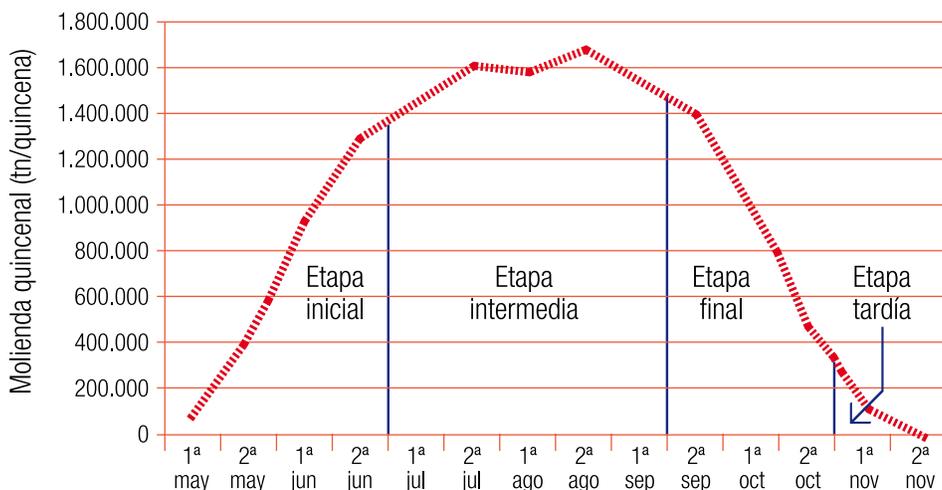


Figura 1. Distribución quincenal de la molienda de caña de azúcar en Tucumán (promedio 2006-2013).

De acuerdo con esta información, se observa un inadecuado aprovechamiento de los meses iniciales de la zafra, una excesiva acumulación molienda durante la etapa intermedia y el procesamiento de materia prima en porcentajes elevados en las fases final y tardía de la zafra.

### Cosecha temprana

En general, el efecto negativo que tiene el corte temprano de los cañaverales en la producción del siguiente ciclo es una de las razones por las cuales los cañeros no aportan masivamente su materia prima en la etapa inicial de la zafra. Además de otros inconvenientes, tales como:

- **Dificultades operativas en la cosecha debido a la falta de piso (lluvias).**
- **Bajos rendimientos fabriles sobre todo cuando no se emplean maduradores.**

- **Altos niveles de trash, por excesivo follaje verde y mayor incidencia del despunte.**

### Efectos de la cosecha temprana en la producción del siguiente ciclo:

- Los mayores efectos perjudiciales ocurren en la cosecha de marzo y abril, tanto en caña planta como en socas.
- En variedades de maduración temprana, las pérdidas aumentan de un 5% a 50% al adelantarse la fecha de corte de junio a marzo.
- Posibles causas:
  - enmalezamiento temprano del cañaveral, alternancia de temperaturas y heladas en brotación.
  - Acumulación deficiente de reservas en la cepa que afecta su rebrote.

### ■ ¿Cómo minimizar el efecto de la cosecha temprana?

En la actualidad, este problema ha perdido importancia (al menos para el mes de mayo), debido a la mayor tolerancia que expresan las nuevas variedades al empleo generalizado de maduradores químicos en lotes de cosecha temprana y a las mejoras en el manejo de los cañaverales. En el mes de mayo, debería priorizarse la cosecha de los lotes destinados a renovación, de manera que la plantación no se vea demorada.

### ■ Cosecha tardía

La cosecha tardía trae aparejada numerosos inconvenientes y un mayor riesgo de deterioro severo de la calidad fabril, que podrían describirse de la siguiente manera:

- Un aumento del volumen y periodicidad de las lluvias y un incremento de la temperatura.
- Estas condiciones climáticas dificultan las tareas de cosecha y transporte y provocan interrupciones de la molienda.
- Los problemas de deterioro de la calidad fabril se agravan con la ocurrencia de heladas.
- Se producen severas disminuciones en la producción de caña y azúcar durante el año siguiente.
- Se reduce el tiempo disponible para el crecimiento activo del cañaveral,

a pesar de que las etapas anteriores (brotación y macollaje) se aceleran por la mayor temperatura y agua disponible.

Las pérdidas de producción en el siguiente ciclo crecen del 5% al 70% con demoras de cosecha de mediados de octubre a fines de diciembre. La magnitud de los efectos negativos señalados para una cosecha tardía superan marcadamente las limitaciones que se pueden presentar por un inicio temprano.

### ■ ¿Cuáles son los beneficios de adelantar la zafra?

Anticipar el inicio de la zafra permite:

- Mejorar la distribución de la molienda durante la misma y adelantar el fin de la zafra.
- Reducir las pérdidas de azúcar por problemas de deterioro de la materia prima (quema, estacionamiento, heladas), especialmente en las fases final y tardía.
- Evitar o reducir los efectos adversos asociados a la cosecha tardía y muy tardía de los cañaverales.

Cuando la disponibilidad de caña es elevada, la demora en el inicio de la zafra significa que la molienda se extenderá más de lo aconsejable. Por otra parte, la tendencia mundial es a expandir el periodo de molienda como forma de disminuir los costos fijos de la cosecha y

de la fabricación de azúcar y alcohol, para hacer más competitiva la agroindustria.

### Sistemas de cosecha en Tucumán

La cosecha de la caña de azúcar, tanto en la provincia de Tucumán como en el resto de la Argentina, constituye una de las etapas de la producción que evidenció las mayores transformaciones. Del sistema semimecanizado que dominaba la cosecha en la década de los 80, se pasó al empleo generalizado de las cosechadoras integrales.

En la actualidad, más de 90% de la cosecha en Tucumán es mecanizada en verde, mediante el uso de cosechadoras integrales. El resto corresponde a la alternativa de cosecha semimecánica, con un predominio del corte manual y carga mecánica.

### Cosecha mecanizada integral

Este sistema implica el uso de máquinas cosechadoras integrales, que realizan en una sola pasada las siguientes tareas: despuntado, corte basal, troceado de la caña, limpieza y carga de la misma. En general, cosechan un surco a la vez y están preparadas para cortar y limpiar la caña, sin necesidad del uso del fuego como método de limpieza.

Dentro de la cosecha mecanizada pueden distinguirse dos alternativas para la carga de la materia prima:

**1 Autovuelcos:** son equipos de carga de 8 a 12 toneladas, diseñados para el trasbordo a unidades de transporte de alta capacidad de carga, traccionados por tractores o camiones, según la distancia a la fábrica (Figura 2).



Figura 2. Cosecha integral con sistema de carga con autovuelcos.

**2 Carga directa en camiones y acoplados:** en este sistema se evita el costo del autovuelco, pero con elevados riesgos de daños sobre el cañaveral por los efectos de compactación y pisado de cepas (Figura 3).

### Ventajas y desventajas de la cosecha integral

La expansión del sistema de cosecha integral estuvo fuertemente ligado a la disminución del costo de la cosecha y a su efecto en la rentabilidad del cultivo.

Entre las **ventajas** de las cosechadoras integrales pueden mencionarse:

- Permiten una mejor planificación y organización de la zafra.
- Es un sistema de elevada capacidad operativa.
- Mejoras en la calidad de la materia prima por una significativa reducción en el trash.
- Menores pérdidas de azúcar al procesar caña fresca.
- Mínimas pérdidas de materia prima en el campo.
- Mejoras en la eficiencia y costo del transporte al incrementar la capacidad



Figura 3. Cosecha integral con sistema de carga directa.

de carga de los equipos de transporte.

- Posibilidad de realizar la cosecha en verde, sin uso del fuego.

La capacidad operativa que ofrece la cosecha mecanizada permite priorizar las áreas de cosecha según las necesidades y, por ejemplo, anticipar la recolección de áreas fuertemente afectadas por heladas y minimizar las pérdidas de calidad.

**En los últimos años ha tomado protagonismo la cosecha de la caña en verde, que permite reducir los efectos negativos de la quema sobre la producción de azúcar y sobre el medio ambiente. El sistema de limpieza de las cosechadoras modernas está diseñado para lograr bajos niveles de materias extrañas, aun operando sobre cañaverales no quemados previamente.**

Entre las **desventajas** de la cosecha integral, se pueden señalar:

- Mayores posibilidades de afectar los cañaverales, por las características de los equipos que participan en las operaciones de cosecha.
- Problemas de compactación.
- Riesgos de daño a las cepas.
- Probabilidad de una menor longevidad del cañaveral.
- Mayores exigencias en cuanto a las dimensiones y a la sistematización de los

campos que el sistema semimecánico, presentando ciertas limitaciones para el uso de las cosechadoras en campos pequeños.

## Planificación y ejecución de la cosecha

Para lograr un funcionamiento eficiente de la cosecha integral es fundamental prever, ordenar y coordinar la ejecución de las distintas tareas que deben realizarse antes, durante y después de la cosecha.

Entre las tareas más importantes a considerar, se pueden citar:

- ▶ Fijar los objetivos de trabajo en la zafra.
- ▶ Establecer el programa de cosecha y los objetivos de producción y calidad.
- ▶ Coordinar el cronograma de tareas, determinando y distribuyendo adecuadamente los recursos físicos, mecánicos y de personal necesarios.
- ▶ Controlar con frecuencia la calidad y eficiencia del frente de cosecha y transporte.
- ▶ Asegurar el mantenimiento de las máquinas, según el programa previsto.
- ▶ Efectuar los cambios de turno con la menor pérdida de tiempo.
- ▶ Realizar una capacitación permanente del personal.

## ■ Adaptación de los campos

Para que el trabajo del frente de cosecha sea eficiente y económico, resulta fundamental efectuar una adecuada preparación de los campos. En este sentido es conveniente, durante la preparación de los suelos, cumplir con una serie de prácticas entre las que se puede mencionar:

- Limpieza del lote, para eliminar piedras, troncos, palos, etc.
- Adecuada nivelación, para mejorar la distribución del agua de riego y facilitar el drenaje y conseguir la mejor uniformidad del terreno a lo largo de los surcos, manteniendo un ligero bordo sobre el surco.
- Extender el largo de los surcos hasta el máximo posible, según las características del lote, el tipo de suelo, las posibilidades de riego y necesidades de drenaje.
- Intercalar cada 250 o 300 metros un callejón, para derivar los camiones o autovuelcos cargados.
- Conformar los callejones y cabeceras, a fin de favorecer las maniobras de la cosechadora y el transporte y evitar las pérdidas de tiempo.

Una adecuada preparación de los lotes favorece el crecimiento homogéneo del cañaveral y la ejecución de un buen corte basal y del despuntado mecánico, ya que no resulta fácil al operador efectuar correcciones rápidas y continuas cuando el equipo se mueve a 4-6 km/h.

En el manejo cultural se deben prever labores profundas, con cinceles o subsoladores, posteriores a la cosecha, para facilitar la penetración del agua de lluvia o riego y, especialmente, para reducir los efectos de la compactación. Se debe tratar de mantener las trochas lo más planas posible y, a su vez, evitar que con los equipos de labranza se eleve demasiado el surco por un aporque excesivo.

## ■ Operadores

El éxito en el uso de cosechadoras integrales se consigue, en primer lugar, con programas de adiestramiento del personal que las opera, de manera que puedan aprovechar todas las posibilidades tecnológicas que brindan estas máquinas. Asimismo, los conocimientos básicos de mecánica e hidráulica que reciban le permitirán al operador detectar problemas y evitar daños mayores.

Además de lograr la idoneidad de los operadores, resulta importante tener en cuenta otros aspectos tales como la retribución económica, acorde con el nivel de responsabilidad y que motive

a realizar trabajos de alta eficiencia y calidad, cuidando el equipo que le es encomendado.

Igualmente, conviene tener en cuenta la extensión de la jornada de trabajo, en función de la concentración y eficiencia del operador, que comienzan a decaer después de cuatro horas consecutivas de tarea, según lo demuestran numerosos estudios.

## Mantenimiento

Este aspecto es de fundamental importancia por la incidencia en la calidad operativa y en la economía del sistema. Solamente se obtendrá un buen rendimiento de cada máquina al final de la zafra si se realizó el respaldo mecánico correspondiente, mediante un programa de mantenimiento rutinario, preventivo y ágil, que permita evitar y/o reducir la frecuencia de problemas y los tiempos de parada. A su vez, conviene contar con un plan completo de mantenimiento durante el receso, que permita disponer de las cosechadoras en óptimas condiciones para empezar la nueva zafra.

## Transporte

Las pérdidas de tiempo, originadas por la falta de transporte, son uno de los factores que más incidencia tiene en la eficiencia de las cosechadoras y uno de los puntos críticos del sistema de cosecha integral. Resulta de fundamental importancia una buena comunicación y coordinación con los ingenios.

## Canchón

Los problemas de descarga afectarán directamente todo el diseño y el funcionamiento del transporte, provocando importantes pérdidas de tiempo, influyendo directamente en la capacidad operativa de las cosechadoras e incrementando su costo.

Un ordenamiento eficiente de la recepción de la caña permite disminuir los tiempos de espera, un aspecto fundamental en el caso de materia prima troceada proveniente del sistema de cosecha integral, por ser más susceptible al deterioro por estacionamiento.

## Supervisión y control

Constituye una tarea fundamental para garantizar la eficiencia del sistema, citando entre sus responsabilidades:

- Asegurar el cumplimiento de los objetivos previstos.
- Garantizar un flujo continuo de caña.
- Efectuar controles de pérdida de materia prima en campo y de calidad fabril.
- Evaluar la eficiencia de las distintas tareas.
- Llevar registros de información general (toneladas cosechadas o transportadas por equipos, pérdida de tiempos, etc.) y contables.
- Registros de los mantenimientos efectuados, stock de repuestos, etc.

- Análisis diarios de la marcha de la cosecha, problemas de calidad, etc.

Para el cumplimiento de estas tareas conviene contar con un equipo de monitoreo en campo, apoyado en un sistema de control de gestión de ágil acceso a la información que asegure la realización de las correcciones necesarias en el menor tiempo posible.

### Parámetros que definen el desempeño de las cosechadoras

#### Contenido porcentual de materia extraña (trash)

Es muy difícil establecer con precisión un porcentaje de trash típico de la cosecha integral, ya que el resultado final depende de las características de los sistemas de cosecha, de las condiciones climáticas, del nivel productivo y uniformidad del cañaveral, de la cosecha de caña verde o quemada y de la velocidad de avance, entre otros. A pesar de ello, se puede tomar un valor del 8% de trash como umbral de referencia para evaluar el desempeño de una cosecha en verde. Sin embargo, en situaciones de caña caída, con altos niveles de humedad en las hojas, o en variedades especialmente resistentes a la limpieza, como LCP 85-384, es de esperar que los valores de trash se encuentren por arriba de este umbral. Por lo tanto, es recomendable hacer un seguimiento y registro de los niveles de trash durante toda la zafra en cada uno de los lotes, para tener una idea más precisa de cada situación puntual.

El contenido de trash varía a lo largo de la zafra y está relacionado con las condiciones ambientales que se presentan en sus distintas etapas:



Las distintas condiciones que se presentan a lo largo de la zafra influyen en la capacidad de trabajo de los frentes de máquinas integrales y en la efectividad de los sistemas de limpieza y despuntado. Es por esto que se considera de gran importancia la aplicación de maduradores, que permiten mejorar la calidad de la materia prima y la capacidad operativa de las máquinas integrales en la cosecha en verde.

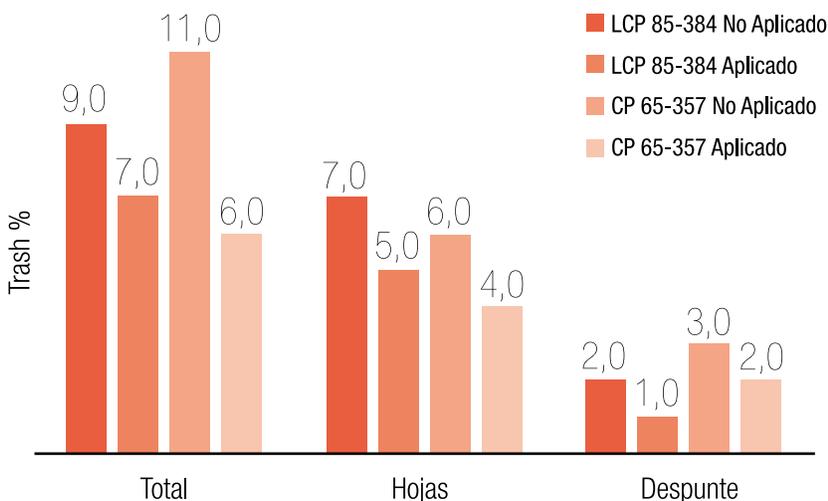


Figura 4. Variación del contenido total de materia extraña, de despunte y de hojas, en cañaverales cosechados en verde, con y sin aplicación de maduradores.

Como se observa en la Figura 4, en cañaverales madurados y cosechados en verde, se registra una disminución de 2 a 5 puntos porcentuales en el contenido total de materia extraña, respecto de lotes similares no tratados. Este efecto benéfico de los maduradores deriva de una reducción del trash foliar y de la menor incidencia del despunte.

### Pérdidas de materia prima

La modalidad de cosecha y el estado del cañaveral (caña erecta o caída) juegan un papel muy importante en la magnitud de las pérdidas de materia prima. Para reducir las pérdidas se deben tener en cuenta los siguientes factores:

**1 Velocidad del extractor primario**  
Los resultados disponibles indican que **la velocidad más conveniente para operar el extractor primario estaría entre los 900 y 1000 rpm,**

según los niveles de producción de caña, las condiciones del cañaveral, contenidos de humedad del ambiente y del follaje. A esta velocidad, se logra el mejor balance entre eficiencia de limpieza (trash) y pérdidas de caña molible.

### 2 Velocidad de trabajo

Se recomienda que la cosechadora trabaje con una velocidad de avance de 4 a 6 km/h, reduciendo esta velocidad en lotes con caña caída o de elevada producción. Asimismo, no se debe sobrepasar los 6 km/h en lotes de baja producción.

### 3 Despuntado

La altura de despuntado óptima es la del entrenudo que tiene 13 grados Brix. Los entrenudos que tienen menos de ese valor de Brix, debido al bajo contenido de sacarosa y alto contenido de azúcares reductores, deben quedar en el campo como despunte.

Resulta Ideal, para determinar la altura media de despuntado, contar con un brixómetro o refractómetro de mano.

#### 4 Altura del corte basal

La altura ideal del corte basal de los tallos de la caña se logra dejando de 2 a 4 centímetros de tocón. Una altura mayor dejaría entrenudos con alto contenido de sacarosa en el campo y una altura menor posiblemente causaría daños a las cepas.

#### 5 Preparación del lote

La preparación del lote para la cosecha mecánica es fundamental para minimizar las pérdidas. Los campos mal preparados, con bordos muy altos, sin paralelismo entre surcos y con cabeceras angostas generan las mayores pérdidas de caña debido a que la cosechadora no las puede procesar (cañas entera).

#### 6 Capacidad de trabajo

Las máquinas integrales son capaces de cosechar hasta **700 toneladas de caña por día**. Sin embargo, la capacidad operativa puede variar en función de una serie de factores, tales como:

- Pérdidas de tiempo asociadas a distintas causas: lluvias, paradas del ingenio, demoras en canchón, falta de transporte, roturas, traslados, etc.
- Longitud de los surcos.
- Nivel de producción de los cañaverales.
- Cosecha en verde o de caña quemada. Por lo tanto, para maximizar la capacidad

de trabajo de las cosechadoras es necesario contar con campos correctamente sistematizados y pensados para la cosecha integral, con una buena organización del transporte y el canchón y un equipo de mantenimiento y reparaciones eficiente.

#### 7 Consumo de combustible

El consumo de combustible de una cosechadora durante la zafra puede ser utilizado como un indicador de la eficiencia del desempeño de las máquinas. Con las cosechadoras actuales y en las condiciones de trabajo más frecuentes de la zona cañera de Tucumán, los litros de gasoil necesarios para cosechar una tonelada de caña varían entre 0,6 y 1,4 litros/t caña.

Entre los factores más importantes que determinan un mayor o menor consumo de combustible, se pueden mencionar los siguientes:

### Factores que determinan el consumo de combustible

→ Modelo de cosechadora.

→ Rendimiento cultural del cañaveral.

→ Cosecha de caña verde o quemada.

→ Longitud de los surcos.

→ Características del cañaveral y del terreno.

→ Frecuencia de traslados a fincas.

## Desinfección y limpieza de las cosechadoras

Otro aspecto de gran importancia que se debe considerar en la cosecha con máquinas integrales es la desinfección y limpieza de las mismas.

Las cosechadoras pueden ser responsables de la transmisión de enfermedades sistémicas que afectan significativamente la capacidad de producción de los cañaverales, como el RSD o raquitismo de la caña soca y la escaldadura de la hoja (ver capítulo de enfermedades). Además, pueden dispersar malezas graves de los cañaverales como el Tupulo (ver capítulo de malezas).

Por este motivo, es imprescindible desinfectar las cuchillas de corte basal de la cosechadora con Amonio Cuaternario, siguiendo las mismas recomendaciones indicadas para todas las herramientas y maquinarias utilizadas en la plantación (ver capítulos sobre caña semilla de alta calidad y plantación). La desinfección tiene como objetivo evitar la difusión de enfermedades que pueden ocurrir si se cosecha un lote sano con una máquina que antes cosechó un lote enfermo. Recordemos que los agentes causales del RSD y de la escaldadura de la hoja pueden subsistir 18 y 6 días, respectivamente, en las herramientas de corte con capacidad de infectar. Por lo tanto, es necesario pulverizar la cuchilla de corte basal de la cosechadora con el desinfectante al pasar de un lote a otro o en cada parada que realice la máquina.

Por otro lado, las semillas de Tupulo, una maleza muy perjudicial para los cañaverales de Tucumán, han sido ampliamente distribuidas con la cosecha mecánica. Para evitar esta dispersión de la maleza es fundamental limpiar la cosechadora al pasar de un lote a otro.

**Para realizar una cosecha eficiente, con bajos niveles de pérdidas de materia prima, considerando la calidad de la caña que se lleva a la industria y preservando la sanidad y longevidad del cañaveral es fundamental considerar los siguientes aspectos:**

- Acondicionamiento del lote para la cosecha mecánica.
- Elección de variedades adaptadas a cosecha mecánica.
- Adecuada altura del despuntado.
- Adecuada altura del corte basal.
- Velocidad de avance de la cosechadora.
- Velocidad del extractor primario.
- Evitar el pisoteo del surco.
- Desinfección de la cosechadora.
- Limpieza de la cosechadora.

### Cosecha semimecánica

La cosecha semimecánica es un sistema en el que las tareas son llevadas a cabo en forma manual y mecánica. Las tareas que se realizan durante la misma son: corte, despuntado, pelado, apilado, acondicionado y carga.

En la actualidad, existen distintas variantes dentro de este sistema, pudiéndose encontrar máquinas para todas las tareas que implica la cosecha. Entre todas las alternativas, la que más se aplica en la práctica es aquella donde las tareas de corte, despuntado, pelado y apilado se realizan en forma manual; mientras que el cargado se efectúa en forma mecánica con distintos tipos de cargadoras (Figura 5). Es importante

remarcar que este sistema surge como una evolución de la cosecha manual, donde la incorporación de las maquinarias permitió aliviar y hasta humanizar el trabajo llevado a cabo por el hombre durante la cosecha.

### Cosecha en verde y aprovechamiento de sus residuos

La actividad cañera moderna se orienta hacia sistemas productivos económicamente más eficientes y menos agresivos para el medio ambiente. Es por esto que recientemente ha tomado tanta importancia la cosecha sin quema previa del cañaveral, denominada “cosecha en verde”.



Figura 5. Cosecha semi-mecánica, cargadora mecánica

Este sistema permite reducir el impacto ambiental, disminuyendo progresivamente la quema como alternativa de limpieza de esta etapa del cultivo y permitiendo un posterior aprovechamiento de los residuos vegetales que quedan en el campo. Las cosechadoras integrales, que tienen incorporados sistemas altamente eficientes de limpieza, conforman una tecnología apropiada que está actualmente disponible para garantizar un trabajo de calidad, de alta capacidad

productiva y a costos razonablemente bajos.

El mantenimiento del residuo de cosecha o rastrojo de la caña de azúcar sobre el suelo genera, además, numerosas ventajas productivas, entre las que se destacan: la conservación de la humedad del suelo, el incremento del contenido de materia orgánica y de la fertilidad del suelo y una reducción en el uso de herbicidas, etc.



Autores:

Ing. Agr. Sánchez Ducca, A.

M. Sc. Vinciguerra, H.

Dr. Agr. Romero, E. R.

Mg. Agr. Digonzelli, P. A.

Ing. Agr. Fernández de Ullivarri, J.

Ing. Agr. Courel, G.

Ing. Agr. Demichelis, E.

# D5

## Seguridad y buenas prácticas en el uso de agroquímicos

La aplicación de agroquímicos no es una actividad que se pueda realizar sin los conocimientos necesarios o de forma irresponsable, debido a que puede afectarse la salud del operario que realiza la aplicación, de otras personas y el medio ambiente en su conjunto.

Por esta razón, las personas involucradas en la aplicación de fitosanitarios deben estar correctamente capacitadas.

Una de las primeras tareas que debe hacerse para utilizar un producto fitosanitario en forma segura, es leer y comprender correctamente la ETIQUETA o MARBETE, ya que allí está disponible

toda la información necesaria para la utilización del producto.

La etiqueta está compuesta por tres cuerpos: el central, que describe el producto; el lado izquierdo, donde se mencionan los cuidados generales para su manipuleo; y, el lado derecho, donde se brinda la información agronómica.

A modo de ejemplo, se desglosará la etiqueta en 5 partes, las que se describen a continuación (Figura 1):



Figura 1. Etiqueta o marbete.

**1 Identificación del producto:** en el cuerpo central se encuentra toda la información necesaria para poder identificar y conocer el producto que estamos por utilizar:

▶ **Categoría o clase de producto:** herbicida, insecticida, fungicida, etc.

▶ **Nombre comercial.**

▶ **Tipo de formulación:** Polvos Humectables (WP/PH), Gránulos Dispersables en agua (WG/GDA) y Gránulos Solubles en agua (SG/GS), Suspensiones Concentradas (FW/SC), Concentrados Emulsionables en agua (EC/CE), etc.

▶ **Composición:** Nombre común del principio activo, denominación química, concentración del principio activo y coadyuvantes, inertes, etc. Toda esta información va en un recuadro.

▶ **Nº de lote o partida.**

▶ **Fecha de vencimiento.**

▶ **Lugar de fabricación.**

▶ **Nombre y dirección del fabricante y nombre y dirección del importador.**

▶ **Número de inscripción en el SENASA.**

▶ **Contenido neto.**

▶ **Grado de inflamabilidad.**

En este cuerpo se destaca la **leyenda “LEA ÍNTEGRAMENTE ESTA ETIQUETA ANTES DE UTILIZAR EL PRODUCTO”**.

**2 Cuidados generales:** esta información se encuentra ubicada en el cuerpo izquierdo de la etiqueta y su lectura es fundamental, antes de utilizar el producto. En todas las etiquetas encontraremos las siguientes precauciones escritas con mayúsculas:

▶ **MANTENER FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS Y DE PERSONAS INEXPERTAS.**

▶ **EN CASO DE INTOXICACIÓN MOSTRAR LA ETIQUETA, EL FOLLETO O EL ENVASE AL PERSONAL DE SALUD.**

► REALIZAR TRIPLE LAVADO DE LOS ENVASES, INUTILIZARLOS Y ELIMINARLOS DE ACUERDO CON INSTRUCCIONES DE LAS AUTORIDADES COMPETENTES (Figura 2).

► NO TRANSPORTAR NI ALMACENAR CON ALIMENTOS.

► NO LAVAR LOS ENVASES O EQUIPOS DE APLICACION EN LAGOS, RIOS U OTRAS FUENTES DE AGUA.

► NO REINGRESAR AL AREA TRATADA ANTES DEL PERIODO INDICADO DE REINGRESO.

► Medidas precautorias generales: son las medidas que se deben tomar según la peligrosidad del producto a fin de evitar intoxicaciones en el transporte, almacenamiento, preparación, uso de indumentaria protectora recomendada, entre otras.

► Riesgos ambientales: indica la clase ecotoxicológica del producto

correspondiente a abejas, organismos acuáticos y aves según la escala de peligrosidad vigente, precauciones a tomar en cada situación y otros aspectos de interés por su peligrosidad ambiental.

► Tratamiento de remanentes y envases vacíos: detalla los pasos a seguir para la deposición final de los residuos remanentes y los envases vacíos.

► Lugar en Tucumán donde se pueden entregar los envases vacíos de los agroquímicos después de su lavado e inutilización: **CIBERPLAST - Tel: 381-244019 / 381-400544**

► Almacenamiento: brinda información sobre las condiciones en las cuales se debe almacenar el plaguicida a fin de mantener sus propiedades y evitar riesgos de contaminación.

► Derrames: indica las acciones a llevar a cabo en caso de ocurrir un derrame del producto.



Figura 2. Instrucciones de triple lavado. Fuente: Manual Buenas Prácticas Agrícolas para fitosanitarios BASF.

▶ **Primeros auxilios:** recomendaciones para el caso de intoxicación ya sea aguda por ingestión oral, por la piel o por inhalación.

▶ **Advertencia para el médico:** expresa la clase toxicológica, el tratamiento sugerido, el grupo químico al que pertenece el producto, el antídoto y el solvente.

▶ **En caso de intoxicación resulta de vital importancia presentarle al médico la etiqueta completa y en buen estado.**

▶ **Síntomas de intoxicación aguda:** en este apartado se describen los síntomas sufridos por el paciente en caso de intoxicación aguda.

▶ **Consultas en caso de intoxicaciones:** se indican los teléfonos de por lo menos tres centros toxicológicos, pudiendo agregarse centros locales en obleas autoadhesivas.

▶ **En caso de dudas respecto de una posible intoxicación, consulte con un médico o telefónicamente al Centro de toxicología TAS 0800-888-8694 que es un centro de urgencia toxicológica que atiende los 365 días del año y mantiene una guardia que permite evacuar todas las consultas en forma gratuita.**

▶ **Compatibilidad toxicológica:** indica potenciación, sinergismo, o aditividad del producto.



**AL ACUDIR AL MEDICO,  
SIEMPRE PRESENTE LA ETIQUETA.**

**3 Banda de clasificación toxicológica:** en la parte inferior de la etiqueta todos los productos deben llevar una banda de color, que identifica la categoría toxicológica del producto (ver Tabla 1), y nos da una idea, de forma rápida, de su peligrosidad.

Tabla 1. Banda de clasificación toxicológica.

| Color de la etiqueta | Grado de Toxicidad    | Peligrosidad  |
|----------------------|-----------------------|---|
| Rojo                 | Extremadamente tóxico | <br><b>MUY TÓXICO</b> |
| Rojo                 | Altamente tóxico      | <br><b>TÓXICO</b>     |
| Amarillo             | Moderadamente tóxico  | <b>X</b><br><b>DAÑINO</b>   |
| Azul                 | Ligeramente tóxico    | <b>CUIDADO</b>  |
| Verde                | Precaución            | <b>PRECAUCIÓN</b>   |

**4 Pictogramas:** son símbolos gráficos que transmiten un mensaje sin la necesidad de utilizar palabras, son de fácil y rápida interpretación. En el caso de los productos fitosanitarios comunican **información clave de seguridad o advertencias**. Son un complemento importante a la información impresa en las etiquetas.

Los pictogramas recomendados por FAO-GIFAP, con su significado, se dividen en 4 categorías (Figura 3).

#### a- Pictogramas de almacenamiento



*Consérvese en un lugar cerrado*

#### b- Pictogramas de procedimiento



*Manipulación de un concentrado líquido*



*Manipulación de un concentrado sólido*



*Aplicación*

#### c- Pictogramas de Advertencia



*Peligroso/nocivo para los animales*



*Peligroso/nocivo para los peces*

#### d- Pictogramas de indicaciones



*Utilizar guantes*



*Utilizar protector facial*



*Lavarse después de su uso*



*Utilizar botas*



*Utilizar protección sobre nariz y boca*



*Utilizar un respirador*



*Uso de ropa protectora*



*Uso de delantal protector*

Figura 3. Pictogramas recomendados por FAO-GIFAP.

## 5 Recomendaciones agronómicas:

en el cuerpo derecho de la etiqueta se brindan las siguientes recomendaciones de uso para el producto (Figura 4):

- ▶ Breve descripción de las características y forma de acción del producto.
- ▶ Instrucciones de uso.
- ▶ Generalmente hay un cuadro con el nombre común de las plagas, enfermedades o malezas que el producto controla, dosis del producto con las que se pueden controlar y momento oportuno de aplicación.
- ▶ Método adecuado de preparación de las dispersiones o diluciones.

- ▶ Número de aplicaciones y espaciamiento entre ellas, si corresponde.
- ▶ Indicaciones sobre la compatibilidad e incompatibilidad con otros productos.
- ▶ Fitotoxicidad.
- ▶ Período de carencia: tiempo que debe mediar entre la aplicación y la cosecha, uso o consumo para cada interrelación cultivo / producto.
- ▶ Tiempo de reingreso: es el tiempo que debe transcurrir entre la aplicación y el reingreso de personas al lote aplicado.
- ▶ Otras informaciones que se consideren necesarias.

**CONDICIONES:** método sistema por emergencia (por control de malezas de hoja ancha resistente a 2,4-D o MCPA). Aplicar en estado seco o húmedo con viento favorable para evitar deriva y evitar el desarrollo de neblinas. No aplicar en las inmediaciones de las cosechas de maíz o trigo (resistencia a todo tipo de plagas de la zona cultivada). Controlar la rotación de cultivos.

**RESTRICCIONES DE USO:** USO RECOMENDADO: aplicar en la preparación previa a la cosecha. Aplicar a los cultivos de maíz, trigo y arroz. Aplicar a los cultivos de soja, algodón, maíz, trigo y arroz. Aplicar a los cultivos de arroz, maíz, trigo y arroz. Aplicar a los cultivos de arroz, maíz, trigo y arroz. Aplicar a los cultivos de arroz, maíz, trigo y arroz.

**RECOMENDACIONES DE USO:**

| CULTIVO          | PLAGA   | DOSE                        | MOMENTO DE APLICACION   |
|------------------|---|-----------------------------|---|
| ARROZ            | Arrozillo amarillo (Cnephia albifrons), Culebra verde (Nephotoma flavipes), Culebra parda (Cnephia flavipes), Emodina azul (Phyllocnistis citrella), Fallo botarga (Stenotaphrum secundatum), Quema (C. leucophaea), Quema, Sangre de toro (Phyllocnistis citrella).  | 100-200 cm <sup>2</sup> /ha | Cultivo: Mezclar hasta emulsionar. Máximo 2-4 aplicaciones por cultivo. Controlar el momento de la aplicación. Aplicar en estado seco o húmedo con viento favorable para evitar deriva y evitar el desarrollo de neblinas. No aplicar en las inmediaciones de las cosechas de maíz o trigo (resistencia a todo tipo de plagas de la zona cultivada). Controlar la rotación de cultivos. |
| CAMPOS NATURALES | Culebra verde (Nephotoma flavipes), Culebra parda (Cnephia flavipes), Emodina azul (Phyllocnistis citrella), Quema (Cnephia leucophaea), Sangre de toro (Phyllocnistis citrella).   | 2-3 l/ha                    | Máximo 2 o 4 l/ha en aplicaciones sucesivas. Evitar el momento de la aplicación. Aplicar en estado seco o húmedo con viento favorable para evitar deriva y evitar el desarrollo de neblinas. No aplicar en las inmediaciones de las cosechas de maíz o trigo (resistencia a todo tipo de plagas de la zona cultivada). Controlar la rotación de cultivos.                               |
| CAÑA DE AZÚCAR   | Arrozillo amarillo (Cnephia albifrons), Arrozillo verde (Nephotoma flavipes), Culebra verde (Nephotoma flavipes), Culebra parda (Cnephia flavipes), Emodina azul (Phyllocnistis citrella), Fallo botarga (Stenotaphrum secundatum), Quema (Cnephia leucophaea), Quema, Sangre de toro (Phyllocnistis citrella). | 200-400 cm <sup>2</sup> /ha | Desde el inicio del mezclado del tallo hasta la aparición de los primeros síntomas. Aplicar en estado seco o húmedo con viento favorable para evitar deriva y evitar el desarrollo de neblinas. No aplicar en las inmediaciones de las cosechas de maíz o trigo (resistencia a todo tipo de plagas de la zona cultivada). Controlar la rotación de cultivos.                            |

**RESTRICCIONES DE USO:** Aplicar hasta 30 días antes de la cosecha. En caso que el cultivo o sus subproductos se destinen a la exportación, deberá conocerse el límite máximo de residuos del país de destino y observar el periodo de carencia que corresponda a ese valor de tolerancia. **COMPATIBILIDAD:** Es compatible con la mayoría de los plaguicidas orgánicos como así también con soluciones acuosas de fertilizantes nitrogenados. **FITOTOXICIDAD:** no es fitotóxico a las dosis y formas de uso recomendadas en este marbete. **AVISO DE CONSULTA TECNICA:** CONSULTE CON UN INGENIERO AGRÓNOMO. **NOTA:** El vendedor garantiza la composición química del producto que se adapta al propósito enunciada en la etiqueta cuando se usa según las indicaciones y bajo condiciones normales de uso, pero en ningún caso esta garantía se extiende a usos contrarios a las indicaciones de la etiqueta o condiciones anormales no razonablemente previstas por el vendedor, en esos casos el comprador asume los riesgos.

Figura 4. Detalle de etiqueta o marbete.

## MUY IMPORTANTE

**Cómo se debe trabajar:** siempre a la hora de trabajar o manipular cualquier producto fitosanitario se debe usar todo el equipo protector, como se muestra en la Figura 5.

- ▶ Casco o gorro con visor incorporado impermeable al agua.
- ▶ Mamelucos impermeables, descartables o lavables.
- ▶ Equipo compuesto por:

- Chaqueta
- Pantalón
- Delantal
- Gorro con visor
- Guantes de goma
- Botas de goma



Figura 5. Equipo protector para aplicación de productos fitosanitarios.

**Cosas que NO debemos hacer:**

- ▶ No se debe trabajar sin el equipo protector y nunca entrar en contacto con los diferentes componentes de la pulverizadora y el caldo (Figura 6).
- ▶ Nunca preparar el caldo en ambientes cerrados. Siempre hacerlo lejos de niños, animales, fuentes de agua u orillas de ríos, arroyos o acequias.

**Cómo almacenar los productos:**

- ▶ Fuera de la vivienda o del lugar de trabajo.
- ▶ En un lugar fresco y ventilado.
- ▶ Lejos de la luz solar directa.
- ▶ Lejos de cursos de agua.
- ▶ Lejos de corrales, gallineros y silos.
- ▶ Evitar colocar los envases en contacto directo con el piso (usar tarimas).

**Últimas recomendaciones:**

- ▶ Nunca se debe destrancar una boquilla atascada soplando con la boca, la forma correcta es utilizar un cepillo (Figuras 7 y 8).
- ▶ Transportar los productos fitosanitarios en su recipiente original.

No fraccionar los fitosanitarios en botellas de gaseosas, cerveza, vino u otros envases (Figura 9).



Figura 6. Manejo incorrecto.



Figura 7. Manejo incorrecto.



Figura 8. Manejo correcto.



Figura 9. Manejo incorrecto.

- ▶ **Bañarse con abundante agua y jabón luego de cada aplicación.**
- ▶ **Lavar la ropa de trabajo por separado de la ropa de uso diario.**
- ▶ **Lavar botas, guantes y máscara.**

# Glosario

De medidas, siglas y términos

**cm:** centímetro.  
**cm<sup>3</sup>:** centímetro cúbico.  
**g:** gramo.  
**ha:** hectárea.  
**kg:** kilogramo.  
**l:** litro.  
**m:** metro.  
**m<sup>2</sup>:** metro cuadrado.  
**mcg:** microgramo.  
**mm:** milímetro.  
**HP:** horse power o caballos de fuerza.  
**pH:** potencial de hidrógeno, es una medida de acidez o alcalinidad.  
**ppm:** parte por millón.  
**rpm:** revoluciones por minuto.  
**s:** segundo.  
**t:** tonelada.

**cm<sup>3</sup>/ha:** centímetro cúbico por hectárea.  
**dS/m:** deciSiemens por metro, es una medida de la conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo que indica la concentración de sales presente.  
**g/ha:** gramo por hectárea.  
**g/t:** gramo por tonelada.  
**kg/ha:** kilogramo por hectárea.  
**km/h:** kilómetro por hora.  
**l/ha:** litro por hectárea.  
**l/m<sup>2</sup>:** litro por metro cuadrado.  
**l/min:** litro por minuto.  
**mm/año:** milímetros por año.  
**pc/ha:** producto comercial por hectárea.  
**t/ha:** tonelada por hectárea.  
**Pol %:** medida indirecta del contenido de sacarosa en el jugo (pol% jugo) o en la caña (pol% caña).  
**Brix %:** medida del contenido de sólidos solubles totales del jugo de la caña de azúcar. Se utiliza para estimar el nivel de maduración de la caña.

**C:** carbono.  
**H:** hidrógeno.  
**O:** oxígeno.  
**N:** nitrógeno.  
**P:** fósforo.  
**K:** potasio.  
**Ca:** calcio.  
**Mg:** magnesio.  
**S:** azufre.  
**Si:** silicio.  
**Fe:** hierro.  
**Zn:** zinc.  
**B:** boro.  
**Cu:** cobre.  
**Cl:** cloro.  
**Mn:** manganeso.  
**Ni:** níquel.  
**Na:** sodio.  
**Mo:** molibdeno.

**EAAOC:** Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.  
**MO:** materia orgánica.  
**SCYLV:** Sugarcane Yellow Leaf Virus. Patógeno causante de la enfermedad conocida como Síndrome del amarillamiento de la hoja.  
**SCYLP:** Sugarcane Yellow Leaf Phytoplasma. Patógeno causante de la enfermedad conocida como Síndrome del amarillamiento de la hoja.  
**EC:** concentrado emulsionable.  
**FW:** suspensión concentrada.  
**SC:** suspensión concentrada.  
**SL:** solución concentrada.  
**WG:** granulado dispersable.

**Barbecho:** tierra que no se siembra durante uno o varios ciclos vegetativos con el propósito de recuperar y almacenar materia orgánica y humedad.

**Bordo:** elevación de tierra con que se tapa a la caña en las plantaciones de otoño-invierno, normalmente tiene una altura de 15-30 cm.

**Desboquille o bajada de bordo:** Labor de cultivo que retira el exceso de tierra con que se tapó a la caña semilla en las plantaciones otoño-invernales.

**Caña planta:** primer ciclo de crecimiento de la caña de azúcar luego de su plantación.

**Caña semilla:** trozo de tallo (estaca) de la caña de azúcar que se emplea para la multiplicación comercial de la especie (reproducción agámica).

**Caña soca:** sucesivos ciclos de crecimiento de la caña de azúcar después de la cosecha de la caña planta.

**Cepa:** base subterránea del tronco o del tallo de una planta vivaz, unida directamente a la raíz.

**Cultivar:** variedad de planta cultivada. De forma abreviada se escribe "cv".

**Cultivo in vitro de tejidos:** conjunto de técnicas que permiten el cultivo en condiciones asépticas de órganos, tejidos, células y protoplastos empleando medios nutritivos artificiales y en condiciones controladas.

**Cultivo de meristemas:** técnica de cultivo de tejidos que consiste en aislar el meristema y sembrarlo en un medio adecuado que posibilite el desarrollo de una planta completa.

**Curvas de nivel:** línea que, en un mapa o plano, une todos los puntos de igual distancia vertical, altitud o cota. Sinónimo: Isohipsa.

**Enfermedades sistémicas:** grupo de enfermedades en las que el patógeno invade todos los tejidos de la planta, inclusive las yemas.

**Macollaje:** proceso de formación de macollos o hijuelos.

**Macollo:** conjunto de vástagos nacidos de la base de un mismo pie, especialmente tratándose de gramíneas.

**Meristemas:** fragmentos de tejidos vegetales que poseen un tamaño de 0,1 a 0,5 mm y se encuentran en activa división celular y son responsables del crecimiento vegetal.

**Micropropagación:** conjunto de técnicas y métodos de cultivo de tejidos utilizados para multiplicar plantas asexualmente en condiciones controladas, en forma rápida, eficiente y en grandes cantidades.

**Rusticación o aclimatación:** proceso de adaptación de las pequeñas plántulas mantenidas in vitro a condiciones de invernadero para su posterior traslado a campo.

**Semillero Básico:** primera etapa de multiplicación en campo de los plantines obtenidos en el laboratorio, mediante cultivo de meristemas y micropropagación, y aclimatados en invernáculos.

**Semillero Registrado:** segunda etapa de multiplicación en campo de la caña semilla de alta calidad. Se implantan con la semilla proveniente del semillero Básico.

**Semillero Certificado:** tercera etapa de multiplicación en campo de la caña semilla de alta calidad. Se implantan con la semilla proveniente del semillero Registrado.

**Troceado:** práctica agronómica que consiste en cortar el tallo de la caña de azúcar (caña semilla) en estacas de 3 a 5 yemas con la finalidad de romper la dominancia apical.

**Vitroplantas:** pequeñas plantas cultivadas in vitro en un medio nutritivo artificial, en condiciones de esterilidad y en un ambiente controlado.

# Bibliografía general recomendada:



- Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). 2009. Manual del Cañero, Las Talitas, R. Argentina: 248 pp.

- Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña). 1995. El cultivo de la Caña en la zona Azucarera de Colombia, Cenicaña, Valle del Cauca, Colombia: 412 pp.

- Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). 2010. Proyecto Vitroplantas: producción de caña semilla de alta calidad. Pub. Esp. EEAOC (40): 72 pp.

- Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFA). 2011. Guía de productos fitosanitarios, CASAFA, Buenos Aires, R. Argentina.

- BASF. Manual Buenas Prácticas Agrícolas para Fitosanitarios. [En línea]. Disponible en [http://www.basf.cl/sac/web/chile/es\\_ES/function/conversions:/publish/content/chile/agro/stewardship/documentos/manual\\_bpa.pdf](http://www.basf.cl/sac/web/chile/es_ES/function/conversions:/publish/content/chile/agro/stewardship/documentos/manual_bpa.pdf). BASF, Chile.

- Brito, E.; Giardina, J.; Romero, E.; Digonzelli, P.; Leggio Neme, M.; Alonso, J.; Casen, S. y Alonso, L. 2005. Recomendaciones generales para la implantación del cañaveral. Gacetilla Agroind. 65: 9 pp.

- Cuenya, M. I.; Diez, O.; Ahmed, M.; Zossi, S.; Espinosa, M.; García, M. B.; Ostengo, S. y Costilla, D. 2005. Calidad Industrial de Variedades Comerciales de Caña de Azúcar en la Zafra 2005 en Tucumán. Avance Agroind. 26 (4): 13-17.

- Cuenya, M. I.; Chavanne, E. R.; García, M. B.; Ostengo, S.; Ahmed, M. A.; Costilla, D. D.; Díaz Romero, C. y Espinosa, M. A. 2009.

Comportamiento productivo y fitosanitario de TUC 95-37, una nueva variedad de caña de azúcar para la provincia de Tucumán. EEAOC. Gacetilla Agroind. 73: 13 pp.

- Cuenya, M. I.; Chavanne, E. R.; García, M. B.; Ahmed, M. A.; Ostengo, S.; Díaz Romero, C.; Costilla, D. D. y Espinosa, M. A. 2009. Comportamiento productivo y fitosanitario de TUC 97-8, una nueva variedad de caña de azúcar para la provincia de Tucumán EEAOC. Gacetilla Agroind. 74: 11 pp.

- Cuenya, M. I.; Chavanne, E. R.; Ostengo, S.; García, M. B.; Ahmed, M. A.; Costilla, D. D.; Díaz Romero, C.; Espinosa, M. A.; Delgado, N. y Díaz, J. V. 2011. TUC 95-10: una nueva variedad de caña de azúcar altamente productiva. Gacetilla Agroind. 75: 16 pp.

- Cuenya, M. I.; Chavanne, E. R.; Ostengo, S.; García, M. B.; Costilla, D. D.; Ahmed, M. A.; Díaz Romero, C.; Espinosa, M. A.; Díaz, J. V. y N. Delgado. 2013. TUC 00-19: una nueva variedad de caña de azúcar altamente productiva y de maduración temprana. Gacetilla Agroind. 77: 16 pp.

- Cuenya, M. I.; Ostengo, S.; Zossi, S.; Ruiz, M.; García, M. B.; Sastre, M.; Sorol, N. y Ahmed, M. A. 2014. Tolerancia al frío de nuevas variedades de caña de azúcar. Avance Agroind. (35) 1: 17-20.

- Cuenya, M. I.; Ostengo, S.; García, M. B.; Díaz, J. V.; Chavanne, E. R.; Costilla, D. y M. A. Espinosa. 2014. Comportamiento de la nueva variedad TUC 95-10 y de LCP 85-384 en dos campañas consecutivas de sequía en Tucumán (R. Argentina). Avance Agroind. 35 (2): 25-28.

- Digonzelli, P.; Giardina, J.; Brito, E.; Romero, E. y Scandaliaris, J. 2004. Recomendaciones para el Establecimiento y Manejo de Semilleros de Caña de Azúcar. Gacetilla Agroind. 62: 8 pp.
- Digonzelli, P.; Brito, E.; Giardina, J.; Scandaliaris, J. y Romero, E. 2005. Caña semilla de alta calidad: insumo vital para mejorar la productividad de los cañaverales tucumanos. Avance Agroind. 26 (2):13-16.
- Digonzelli, P. y Giardina, J. 2014. Dossier: Proyecto Vitroplantas: un análisis de 10 años de producción de caña semilla de alta calidad. Avance Agroind. 35 (2): 11 pp.
- Digonzelli, P.; Scandaliaris, J.; Tonatto, J.; Giardina, J.; Casen, S.; Leggio Neme, M. F. y Romero, E. R. 2007. La caña verde: un sistema de producción sustentable de caña de azúcar (parte 2: alternativas y equipos para el manejo del cañaverel sin quema). Avance Agroind. 28 (4): 16-20.
- Digonzelli, P.; Romero, E. R.; Tonatto, J.; Fernández de Ullivarri, J.; Giardina, J.; Alonso, L. y Rojas Quinteros, H. 2011. Dinámica de la descomposición del residuo de la cosecha en verde de la caña de azúcar (RAC). Avance Agroind. 32 (2) :20-24.
- Fernández de Ullivarri, J.; Digonzelli, P.; Medina, M.; Pérez Alabarce, J. F.; Leggio Neme, F. y Marto, A. 2012. Efecto del residuo de la cosecha en verde de la caña de azúcar (RAC) sobre la humedad del suelo en el este de Tucumán. R. Argentina. Avance Agroind. 33 (2): 17-22.
- Olea, I.; Sabaté, S.; Vinciguerra, F. y Devani, L. 2014. Dossier: Pautas para el manejo de malezas en cultivos extensivos en el Noroeste Argentino. Avance Agroind. 35 (3):24-34.
- Ostengo, S.; Diaz, J. V.; Espinosa, M. A.; Chavanne, E. R.; Costilla, D. D. y Cuenya, M. I. 2015. Relevamiento de la distribución de variedades y de otras tecnologías aplicadas en el cultivo de caña de azúcar en la provincia de Tucumán: campaña 2013/2014. Gacetilla Agroind. 78: 20 pp.
- Pérez Zamora F.; Scandaliaris J.; Villegas R.; Menéndez A. y Morandini M. 1999. Criterios modernos para la fertilización de la caña de azúcar en Tucumán. Pub. Esp. EEAOOC (14): 20 pp.
- Romero, E.; Olea, I.; Scandaliaris, J.; Alonso, J.; Digonzelli, P.; Tonatto, J.; Leggio Neme, F. y Alonso, L. 2004. Recomendaciones para La Fertilización de la Caña de Azúcar. Gacetilla Agroind. 61: 1-9.
- Romero, E. R.; Leggio Neme, M. F.; Alonso, L.; Scandaliaris, J.; Tonatto, J.; Digonzelli, P.; Alonso, J.; Brito, E.; Giardina, J. 2005. Maduración Química de los Cañaverales: Criterios y Recomendaciones para Implementar un Programa de Manejo. Gacetilla Agroind. 63: 12 pp.
- Romero, E.R.; Digonzelli, P.; Scandaliaris, J.; Tonatto, J.; Giardina, J. y Casen, S. 2007. Zafra 2007: Las heladas y sus efectos en los cañaverales de Tucumán. Recomendaciones de manejo. Avance Agroind. 28 (2): 17-21.
- Romero, E.R.; Digonzelli, P.; Alonso, L.; Fernández de Ullivarri, J.; Sanzano, G.A. ; Scandaliaris, J. y Rojas Quinteros, H. 2007. La caña verde: un sistema de producción sustentable de caña de azúcar (parte 1: consideraciones generales). Avance Agroind. 28 (4): 11-15.
- Ruiz, M.; S. Zossi, S.; Navarro, M. E. y Cárdenas, G. 2006. Laboratorio de Investigaciones Azucareras. Avance Agroind. 27 (1): 31-33.
- Sanzano, A.; Sosa, F.; Soria, F.; Hernández, C.; Morandini, M.; Rojas Quinteros, H.; Fandos, C.; Alonso, J.; Digonzelli, P.; Romero, E.; Fadda, G. 2006. Estudios preliminares sobre la relación entre las condiciones de drenaje del suelo y la producción de caña de azúcar en la llanura deprimida no salina de Tucumán. Avance Agroind. 27 (4): 19-21.
- Sanzano, G. A. 2014. Agricultura de secano: la economía del agua. Avance Agroind. 35 (2): 9-16.

- Sanzano, G. A.; Sosa, F.; Hasán, A.; Hernández, C. F.; Morandini, M.; Rojas Quinteros, H. y Romero, J. 2008. Pérdidas de suelo por erosión hídrica con lluvia simulada en caña de azúcar con y sin cobertura de residuos. *Avance Agroind.* 30 (3) 8:12.

- Sanzano, G. A.; Sosa, F. A.; Hernández, C. F.; Morandini, M.; Rojas Quinteros, H.; Romero, J. I. y Digonzelli, P. A. 2009. Evaluación de la erosión hídrica en caña de azúcar con y sin cobertura de maloja. *Avance Agroind.* 30 (3): 16-18.

- Tonatto, J.; Romero, E.; Leggio Neme, F.; Scandaliaris, J.; Alonso, J.; Digonzelli, P.; Alonso, L. y Casen, S. 2005. Importancia de la calidad de la materia prima en la productividad de la agroindustria azucarera. *Gacetilla Agroind.* 67: 12 pp.

- Tonatto, J.; Digonzelli, P.; Romero, E.; Leggio Neme, F.; Pérez Alabarce, J. F. y Ponce de León, R. 2011. Evaluación del efecto de distintos sistemas de manejo de caña de azúcar sobre el rendimiento cultural y sus componentes en Tucumán, Argentina. *Avance Agroind.* 32 (2): 16-19.

- Zossi, S.; Cárdenas, G.; Sorol, N. y Sastre, M. 2010. Estudio de compuestos azúcares y no azúcares con influencia en la calidad industrial de caña de azúcar en Tucumán (Argentina). Parte 1: caña limpia y despuntada. *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán*, 87 (1): 15-27.

- Zossi, S.; Cárdenas, G.; Sorol, N. y Sastre, M. 2011. Estudio de compuestos azúcares y no azúcares con influencia en la calidad industrial de caña de azúcar en Tucumán (Argentina). Parte 2: caña verde y quemada. *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán*, 88 (1): 13-21.

- Zossi, S.; Cárdenas, G.; Sorol, N. y Sastre, M. 2012. Análisis del proceso de sulfitación en la remoción de compuestos no azúcares en jugos de variedades de caña de Tucumán (R. Argentina). *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán*, 89 (2): 9-24.

-Zuccardi, R. B. y Fadda, G. S. 1985. Bosquejo agrológico de la provincia de Tucumán. *Miscelanea N° 86.* Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán: 63 pp.

- Alonso, L. G.:**  
lgalonso@eeaoc.org.ar
- Aranda, N.:**  
ndaranda@eeaoc.org.ar
- Arroyo, E.:**  
earroyo@eeaoc.org.ar
- Bertani, R. P.:**  
rpbertani@eeaoc.org.ar
- Bravo, D.:**  
diegofbw@hotmail.com
- Casen, S.D.:**  
scasen@eeaoc.org.ar
- Chavanne, E. R.:**  
echavanne@eeaoc.org.ar
- Cainzo, F.:**  
fcainzo@eeaoc.org.ar
- Casal, N.:**  
ncasal@eeaoc.org.ar
- Correa, R.:**  
roque934@yahoo.com.ar
- Costilla, D.:**  
dcostilla@eeaoc.org.ar
- Courel, G.:**  
gfcourel@eeaoc.org.ar
- Criado, A.:**  
acriado@eeaoc.org.ar
- Cuenya, M. I.:**  
micuenya@eeaoc.org.ar
- Demichelis, E.:**  
mdemichelis@eeaoc.org.ar
- Díaz, J. V.:**  
jorgediaz@eeaoc.org.ar
- Díaz Romero, C.:**  
cdiazromero@eeaoc.org.ar
- Digonzelli, P. A.:**  
pdigonzelli@eeaoc.org.ar
- Duarte, D.:**  
dduarte@eeaoc.org.ar
- Espinosa, M. A.:**  
maespinosa@eeaoc.org.ar
- Fajre, S.:**  
sfajre@eeaoc.org.ar
- Fernández de Ullivarri, J.:**  
jullivarri@eeaoc.org.ar
- Fernández González, P.:**  
pfernandezg@eeaoc.org.ar
- Figuroa, S.:**  
saul\_emiliano\_222@hotmail.com
- Funes, C.:**  
claudiafunes@eeaoc.org.ar
- García, M. B.:**  
mbgarcia@eeaoc.org.ar
- Gastaminza, G.:**  
ggastaminza@eeaoc.org.ar
- Giardina, J.:**  
jgiardina@eeaoc.org.ar
- González, V.:**  
vgonzalez@eeaoc.org.ar
- Grellet Naval, N.:**  
ngrellet@eeaoc.org.ar
- Henriquez, D.:**  
dhenriquez@eeaoc.org.ar
- Hernández, C.:**  
cfhernandez@eeaoc.org.ar
- Isas, M.:**  
mgisas@eeaoc.org.ar
- Joya, C. M.:**  
cmjoya@eeaoc.org.ar
- Leggio Neme, F.:**  
fleggio@eeaoc.org.ar
- López Guzmán, J. A. :**  
flacolopezg90@gmail.com
- Medina, M.:**  
mmedina@eeaoc.org.ar
- Mitrovich, N.:**  
nmitrovich@eeaoc.org.ar
- Morandini, M.:**  
mmorandini@eeaoc.org.ar
- Ostengo, S.:**  
santiagostengo@eeaoc.org.ar
- Padilla, A.:**  
apadilla\_eas@hotmail.com
- Pérez, M. L.:**  
mlperez@eeaoc.org.ar
- Pérez Alabarce, F.:**  
jfperezalabarce@eeaoc.org.ar
- Pérez Taboada, S.:**  
solanapereztab@gmail.com
- Ploper, L. D.:**  
dt@eeaoc.org.ar
- Rojas Quinteros, H.:**  
hrojasquinteros@eeaoc.org.ar
- Romero, E. R.:**  
erromero@eeaoc.org.ar
- Romero, J.:**  
jiromero@eeaoc.org.ar
- Romero, M.:**  
mromero@eeaoc.org.ar
- Sabaté, S.:**  
ssabate@eeaoc.org.ar
- Salvatore, A. R.:**  
asalvatore@eeaoc.org.ar
- Sánchez Ducca, A.:**  
asanchezducca@eeaoc.org.ar
- Sanzano, A.:**  
asanzano@eeaoc.org
- Scandaliaris, J.:**  
data@eeaoc.org.ar
- Sorol, N.:**  
nir@eeaoc.org.ar
- Sosa, F.:**  
fasosa@eeaoc.org.ar
- Sotomayor, C.:**  
csotomayor@eeaoc.org.ar
- Tonatto, J.:**  
jtonatto@eeaoc.org.ar
- Tórtora, L.:**  
ltortora@eeaoc.org.ar
- Vera, L.:**  
lvera@eeaoc.org.ar
- Vinciguerra, H.:**  
hvinciguerra@eeaoc.org.ar
- Zossi, S.:**  
silviazossi@eeaoc.org.ar





Esta tirada de 7.000 ejemplares  
se terminó de imprimir en abril de  
2015 en Casano gráfica, Ministro  
Brin 3932, Remedios de Escalada,  
Buenos Aires.