

# El subsistema azucarero en Argentina

Camila Abril Potes y Rocío Aldana Silva

## 1. Características de la cadena del subsistema azucarero en Argentina

### ¿Qué es la caña de azúcar?

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es una planta herbácea perteneciente a la familia de las gramíneas, nativa de Nueva Guinea, que llegó a América en el siglo XV. El azúcar se encuentra en los entrenudos del tallo y la caña posee en total una riqueza de sacarosa del 14%. De su procesamiento se puede obtener además, melaza y bagazo. A su vez, se trata de un cultivo industrial plurianual.

### Breve historia del azúcar

Durante gran parte del siglo XX la industria del azúcar tuvo un comportamiento de gran inestabilidad, atravesando crisis periódicas, con una fuerte intervención del Estado para promover el establecimiento de una agroindustria competitiva, pero esta política probó ser ineficaz. La producción azucarera argentina tuvo por principal destino el mercado nacional para el consumo interno, pero el mismo resulta ser hasta la actualidad inelástico, manteniéndose en un consumo promedio por habitante de 38,6 kg/año (Mariotti, 2008). En el pasado, las exportaciones de azúcar fueron ocasionales y, generalmente, asociadas con excedentes de producción (Santochi et al., 2015).

En los últimos años la producción de azúcar se incrementó notablemente, estabilizándose en algo más de 2 millones de t/año. Simultáneamente, el mercado internacional se presenta con buenas oportunidades, por lo que Argentina tiende a convertirse en un exportador permanente de azúcar, con una base de 600.000 t/año (Mariotti, 2008). El aumento de la productividad, principalmente en los últimos veinte años, se dio gracias a la incorporación de nuevas variedades con altos rendimientos, mecanización en la cosecha e inversiones en innovación tecnológica por parte del sector privado (Santochi et al., 2015).

### ¿Dónde se produce?

En nuestro país, la producción de azúcar se concentra en las provincias de Tucumán, Salta y Jujuy y, en menor medida, en Misiones y Santa Fe. De estas provincias, Tucumán representa un 70% del total de la superficie con cultivo de caña de azúcar y, en su territorio, el mismo se localiza principalmente en la región este del pedemonte dentro de la Selva de las Yungas, principalmente.

Según el Censo Nacional Agropecuario (CNA) de 2018, Tucumán cuenta 2.038 explotaciones cañeras mientras que en Jujuy se registraron 76 y en Salta 26 explotaciones. En estas dos últimas provincias,

los ingenios resultan ser dueños de aproximadamente el 90% de la caña de azúcar cultivada. De esta forma, el cultivo de la caña de azúcar resulta tener una gran importancia económica en el NOA.

### El cultivo en Tucumán

El cultivo de la caña de azúcar en la provincia de Tucumán es una actividad centenaria, que involucra a agricultores de distinta envergadura, desde cañeros pequeños y medianos hasta cañeros grandes, con empresas de gran importancia económica dentro de esta categoría. Actualmente el sector de cañeros medianos agrupa a productores con superficies comprendidas entre 200 y 600 ha, mientras que los productores identificados como grandes superan las 1.000 ha, con máximos que concentran hasta 10.000 ha. Las superficies bajo cultivo por lo general no se encuentran como un único campo unificado ya que los cañeros han ido concentrando tierras disponibles, a expensas de los que perdieron escala (Volante et al., 2004).

Un importante grupo de productores dentro del sector de cañeros medianos también se dedican a otras actividades agrícolas como la siembra de granos. Son principalmente productores independientes que comercializan parte o la totalidad de sus cosechas a diferentes ingenios. Los cañeros grandes están conformados por ingenios azucareros que cultivan la materia prima en sus propios predios o en predios de terceros (arrendamiento) y por unos pocos productores independientes, muy ligados a los ingenios tanto en la etapa productiva como comercial (Volante et al., 2004).

Por otro lado, la caña se siembra manualmente y el cultivo se realiza con labores mecánicas, utilizando rastras para favorecer la estructuración del suelo y posibilitar la incorporación de fertilizantes. El fertilizante más utilizado es el nitrógeno en forma de urea y/o UAN.

### Cultivo en Salta y Jujuy

Su producción difiere significativamente del sector productor tucumano tanto por la superficie implantada, el nivel tecnológico y las variedades utilizadas. Los ingenios poseen infraestructura de investigación y asesoramiento técnico calificado, incluso de consultores internacionales. Los cañeros independientes se encuentran agrupados, en su mayoría, en la Unión de Cañeros de Jujuy y Salta y además de tener asesores privados, realizan intercambio de conocimientos para solucionar problemas en el cultivo (Volante et al., 2004).

La fertilización utilizada por los cañeros independientes se realiza con urea en el 75% de la superficie implantada, sin análisis previos de suelos para determinar necesidades. Son pocos los productores que realizan fertilización con fósforo y aplicación de enmienda química para solucionar los problemas que se presentan en suelos salino-sódicos. A su vez, la cosecha mecanizada está generalizada en toda el área y el transporte de la caña de azúcar desde las fincas a los ingenios se realiza con camiones propios o contratados (Volante et al., 2004).

### Etapas del cultivo

#### Propagación

Esta planta posee rizomas y un sistema de crecimiento vegetativo. Para que el crecimiento pase a ser reproductivo, por medio de la producción de inflorescencias, la planta debe alcanzar determinadas condiciones fisiológicas y hallarse en un ambiente que cumpla con sus requerimientos de humedad y temperatura.

Este cultivo se propaga a través de esquejes provenientes de los tallos de la caña de azúcar. La selección de las cañas de las cuales se extraerán los mismos está determinada principalmente por el rendimiento, el alto porcentaje de sacarosa y la resistencia a las plagas y enfermedades. Las variedades cultivadas en Argentina resultan ser híbridas. Una vez obtenidos los esquejes, se colocan en un surco en donde enraizan y generan plantas nuevas, con el mismo material genético que la planta madre. A estas se les realiza un corte para obtener tallos más pequeños, que serán trasplantados y colocados en el lugar donde se llevará a cabo la producción.

### Plantación

Se realizan aradas sucesivamente con el objetivo de refinar y preparar la tierra para el cultivo. Luego se generan en esta los surcos correspondientes para la posterior incorporación de las plantas obtenidas en la etapa de propagación y, a continuación, se cortan las yemas apicales de las mismas con el fin de eliminar la dominancia apical. Por último, se tapan las plantas con una rastra de disco.

### Cultivo y cosecha

Se extrae tierra de los alrededores de las cañas para favorecer el desarrollo de los brotes y se quitan las malezas de forma manual, con azadas o palas, mediante labranzas o utilizando herbicidas. A su vez, se aplican fertilizantes nitrogenados como la urea y para las plagas animales, se utilizan distintos plaguicidas según el problema a controlar.

Según el tipo de productor, la cosecha o zafra puede ser manual, semi-mecánica o mecánica. La cosecha manual predomina entre los productores minifundistas (menores de 10 ha), lo cual implica menor productividad y pérdidas de sacarosa. Previamente se realiza la quema del cañaveral. Esta práctica tiene como objetivo eliminar las hojas de las plantas para solo conservar los tallos, pero al tratarse de una actividad extremadamente contaminante, está prohibida por leyes provinciales. La cosecha semimecánica implica corte manual y carga mecánica; mientras que la cosecha mecánica (integral) reduce el período de zafra.

### Algunos productos industrializados y derivados de la caña de azúcar

#### Producción de azúcar

Del proceso de molienda que sufre la caña de azúcar, se obtienen jugos de los cuales se extrae melaza y azúcar. De este, sólo un 40% es destinado a consumo interno, mientras que el restante se utiliza como insumo en la industria. El azúcar crudo puede exportarse directamente o refinarse, para lo cual es sometido a un proceso de dilución en agua y posterior filtrado, evaporado y centrifugado. El producto obtenido es el azúcar blanco, que luego se seca y se envasa para vender en el mercado interno o se destina como insumo en la industria alimentaria. Por otro lado, parte de la melaza se destina a la industria química y a la farmacia y perfumería.

#### Producción de celulosa e industria del papel

En el procesamiento de la caña de azúcar se obtiene como subproducto el bagazo, que resulta ser un insumo básico en la industria del papel porque aporta la fibra necesaria para obtener la celulosa. Se utiliza una elevada proporción del bagazo para producir papel en Tucumán y Jujuy (Colombo et al., 2015).

## Producción de bioetanol

A partir de la melaza obtenida en la etapa de molienda, se extrae el alcohol etílico que luego de deshidratarse se transforma en bioetanol. A partir de la Ley de Biocombustibles sancionada en 2006, se otorgaron beneficios para la generación de bioetanol y elaboración de biocombustibles, por lo que aumentó la producción azucarera destinada a esta industria. A su vez, en el año 2016 se aumentó el porcentaje de biocombustibles permitido en las naftas convencionales, lo que impulsó a los ingenios azucareros a dedicarse a esta actividad.

## Para alimento de ganado

Debido a la alta producción de biomasa que tiene la planta de azúcar, ha surgido la posibilidad de aprovechar la materia seca que contiene la caña como alimento para los rumiantes, complementando los forrajes y pasturas utilizados. Para el caso de la Argentina, este uso de la caña de azúcar se da en menor proporción que los derivados anteriormente nombrados.

# 2. Contaminación e impacto ambiental de la producción de azúcar y sus derivados

## Producción primaria

El cultivo de la caña de azúcar posee una gran importancia en el NOA, por lo que se encuentra en constante expansión en detrimento del monte nativo que existe en las distintas ecorregiones que atraviesan a esta región del país. El mismo resulta altamente vulnerable y contiene especies de flora endémicas que, al perderse por la deforestación, no podrán recuperarse. A su vez esta actividad, con gran crecimiento en la Selva de las Yungas, provoca que al eliminarse los árboles las sales de las napas de agua asciendan y, en consecuencia, que los suelos se salinicen. El NOA es una región en donde la desertificación como consecuencia de la actividad antrópica, resulta ser una constante amenaza.

Para el correcto desarrollo de las plantas de azúcar, se realizan distintas tareas culturales como la labranza para refinar el suelo y combatir malezas, lo que trae como consecuencia la pérdida de estructura del mismo y la aceleración de la mineralización de la materia orgánica que posee. Para reponer los nutrientes del suelo, se utilizan principalmente fertilizantes nitrogenados o fosforados. Entre estos se destaca la urea, que puede traer consigo elementos potencialmente tóxicos y que si su transformación en el suelo se genera en condiciones de anegamiento, puede dar lugar a la producción de óxido nitroso, un potente gas de efecto invernadero.

También se aplican herbicidas de amplio espectro para eliminar las malezas que pueden llegar a competir con el cultivo, principalmente cuando este no tiene un tamaño suficiente como para proyectar sombra e impedir el crecimiento de otras plantas espontáneas. El principio activo que estos productos químicos contienen está acompañado de coadyuvantes, que son sustancias que permiten aumentar la durabilidad del efecto del producto, y que resultan ser elementos potencialmente tóxicos al igual que otros plaguicidas destinados al control de plagas animales.

Una vez realizada la cosecha, una parte del suelo queda expuesto porque el cultivo no deja residuos, lo que aumenta la temperatura de este y las probabilidades de pérdida de material por erosión eólica o hídrica.

Otra actividad altamente contaminante ocurre antes de la cosecha y consiste en la quema de las cañas para poder eliminar las hojas remanentes, dejando así los tallos desnudos para su traslado a los ingenios. Si bien esta práctica se encuentra prohibida por múltiples leyes provinciales, todavía existen pequeños y medianos productores que la llevan a cabo debido a que no cuentan con los recursos necesarios para realizar el deshoje de forma manual con operarios o mecanizada. El efecto de esta actividad incluye disminuciones de materia orgánica, de nitrógeno y de diversidad de la micro y macrofauna del suelo (Giraudó, 2010) y, a su vez, da lugar a una gran emisión de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono. Además, el material particulado producto de la ceniza generada es causante de enfermedades respiratorias y cáncer.

## Industria

Se utiliza una elevada proporción del bagazo para producir papel en Tucumán y Jujuy y la generación de energía con esta fuente es hoy una realidad (Colombo et al., 2015). La industria azucarera argentina consume energía proveniente de combustibles fósiles y mayoritariamente de la combustión de bagazo. Una gran problemática de la Argentina es la generación de excedentes de bagazo que terminan siendo más un residuo que un subproducto valioso.

Por otro lado, la producción de etanol a partir de la melaza proveniente de la molienda del azúcar, genera gran cantidad de efluentes con elevada carga orgánica y alto contenido de sales, situación de difícil solución para las agroindustrias localizadas en la provincia de Tucumán. Para mitigar esta problemática existen algunas alternativas, todas ellas de elevado costo y gran consumo energético, por lo que esquemas alternativos de ahorro de energía en el proceso, que generen excedentes de bagazo para ser utilizado en la generación de energía eléctrica y reduzcan la generación de efluentes producirán beneficios económicos en un marco respetuoso con el medio ambiente (Colombo et al., 2015). Por lo tanto en la actualidad, hay un intento de disminuir el impacto ambiental de las destilerías de bioetanol pero ello aún está en etapa de investigación.

El efluente principal que deriva de la producción de bioetanol es la vinaza, que afecta principalmente a cuerpos de agua, debido a altos valores de nitratos, sulfatos, fosfatos y amoníaco, generando grandes impactos en el ecosistema. Tal como plantean Zúñiga y Ayerbe (2013), una alternativa para evitar esta problemática es utilizar un sistema biológico, que combine tecnologías aerobias y anaerobias, con el fin de remover la materia orgánica y los nutrientes. Pero algo importante que resaltan estos autores es que la vinaza no debe ser tomada como un contaminante en sí misma. El error está en no considerar su potencial como subproducto del proceso de producción de etanol, la cual tiene una utilidad económica y social.

## Bibliografía

- Colombo, M., Únzaga, T., Mele, F., Hernández, M. R., & Gatica, J. E. (2015) Reducción del impacto ambiental en destilerías de bioetanol. VIII Congreso argentino de Ingeniería Química (pp. 2-5).
- Giraudó, E. (2010). Impuestos verdes como método de internalización de los costos generados por la quema de cañaverales en Tucumán. Universidad Torcuato Di Tella. Recuperada de <https://colegioabogadostuc.org.ar/documentos>
- Mariotti, J. A. (2008). Investigación e Innovación Tecnológica como Bases para Mejorar la Productividad y Competitividad de la Agroindustria de la Caña de Azúcar en Argentina. Revista IDIA XXI, (10), 119-122.
- Santochi, E., Agüero Gómez, L. R., Bustos, J. C., Ávila, O. E., & Squassi, R. J. (2015). Costo de producción e indicadores de resultados económicos de la producción de caña de azúcar en la Provincia de Tucumán, Argentina-Zafra 2015. Revista agronómica del noroeste argentino, 35 (2), 59-72.

Volante, J., Benedetti, P., Paoli, H., Moreno, R., & Fernández, D. (2004). Monitoreo de Cultivos del Noroeste Argentino a partir de Sensores Remotos Campaña Agrícola 2004—CAÑA DE AZUCAR.

Zúñiga Cerón, V., & Gandini Ayerbe, M. A. (2013). Caracterización ambiental de las vinazas de residuos de caña de azúcar resultantes de la producción de etanol. *Dyna*, 80 (177), 124-131.