



■ Caña de Azúcar

Control de calidad de cosecha en caña de azúcar

Guía práctica para el control de la cosecha integral

Juan Fernández de Ullivarri*, Javier Arrieta*, Sergio Casen* y Eduardo R. Romero**

*Ing. Agr., **Dr., Sección Caña de Azúcar, EEAOC jullivarri@eeaoc.org.ar

■ Introducción

La cosecha mecanizada se incorporó en la década del '80 al cultivo de la caña de azúcar en la Provincia de Tucumán, momento a partir del cual su uso comenzó a generalizarse hasta ser la modalidad mayormente utilizada en la actualidad.

La incorporación de las cosechadoras integrales al sistema agrícola trajo aparejada una serie de ventajas económicas y operativas, que permitieron una mejor planificación y organización de la zafra, menores costos, una operación más eficiente de cosecha y una entrega adecuada de caña al ingenio, además de contribuir a la

mejora de la calidad de la materia prima como consecuencia de una menor pérdida de azúcar por el hecho de procesar caña fresca.

Además, constituye actualmente una tecnología fundamental para el manejo sustentable de la caña de azúcar al estar asociada a la cosecha de caña en verde,

la eliminación de la quema y el aprovechamiento agrícola y energético de los residuos de cosecha (RAC).

Sin embargo, como toda tecnología, posee una serie de desventajas cuyos efectos, por desconocimiento y/o descuido, pueden maximizarse. Entre las desventajas de este sistema se pueden destacar: la menor longevidad del cañaveral respecto de la cosecha manual, debido a un mayor daño en cepas (mayormente a causa de velocidades de avance elevadas o cuchillas de corte basal desafiladas). Requiere también

del sistema de cosecha integral las mayores pérdidas de cosecha y el mayor contenido de trash vegetal llevado al ingenio, respecto de una cosecha manual o semi-mecánica.

La adopción de esta tecnología requiere, por lo tanto, una adaptación de los campos, una exhaustiva planificación de la cosecha, una fuerte tarea de capacitación del personal y un seguimiento y control de la calidad de cosecha, con el fin de identificar posibles pérdidas de materia prima (PMP) y su posterior corrección.

a) Identificar las principales causas de pérdidas de cosecha (pérdidas por extractor, caña entera, etc.) y posteriormente -en la medida de lo posible- regular la cosechadora integral, aportando a la rentabilidad y al mantenimiento de la capacidad productiva de los cañaverales.

b) Hacer un seguimiento de cada frente de cosecha que permita incentivar a los maquinistas a que realicen una cosecha de mejor calidad, fijando umbrales de pérdidas y contenido de trash. Tener una metodología de



campos adaptados para esta operación, por lo que en campos pequeños con muchas "tijeras", con pendiente o presencia de piedras, su uso es muy limitado. Otro inconveniente es la necesidad de suelos con bajos contenidos de humedad para cosechar y la tendencia a compactar el suelo por el alto peso de la máquina.

Constituyen también una desventaja

Requiere asimismo evaluar la cantidad y la composición de la materia extraña (*trash*) que se envía al ingenio, con el objetivo de encontrar un equilibrio de funcionamiento de la cosechadora que minimice las pérdidas sin elevar excesivamente el trash.

El control de la cosecha se realiza teniendo en cuenta dos propósitos fundamentales:

evaluación sencilla, que permita obtener resultados en poco tiempo, permitirá reducir significativamente las pérdidas y regular de la forma más eficiente posible la cosechadora integral.

El objetivo de este trabajo es proporcionar una metodología sencilla de evaluación que permita a los productores cañeros realizar los controles de cosecha de

sus propios campos, conocer el desempeño de la maquinaria y de sus operarios, y poder realizar los ajustes necesarios que permitan reducir al máximo las pérdidas de materia prima.

Metodología

La metodología que se propone se divide en tres etapas:

1. Estimación de producción

Resulta fundamental conocer en primer lugar un valor estimado de la producción de los lotes, es decir la cantidad total de caña producida en el campo. En función de este valor se calcularán los porcentajes finales de Pérdidas de Materia Prima (PMP).

Para esto se recomienda tomar tres muestras de 10 tallos sucesivos (en la parte del lote más representativa de la condición general de este), pelarlos, despuntarlos y pesarlos, lo que permitirá calcular el peso promedio por tallo.

Conjuntamente, debe realizarse la estimación del número de tallos molibles por metro de surco. Para obtener este parámetro deberán seleccionarse tres estaciones de muestreo, donde se contarán todos los tallos molibles de 10 metros lineales de surco, en tres surcos

adyacentes (se contarán 30 metros por cada estación). Finalmente se calcula un promedio de “tallos por metro” con los valores promedio de las tres estaciones.

A partir de estos dos datos, de fácil obtención, se calcula el valor de producción estimado en t/ha de los lotes correspondientes con la siguiente fórmula:

$$\text{Producción de caña (t/ha)} = \text{Peso unitario}^1 * n^{\circ} \text{ de tallos}^2 * 6,25^3.$$

1- Peso promedio por tallo pelado y despuntado (kg). 2 - Número promedio de tallos por metro. 3 - Factor de corrección para obtener el valor en toneladas de caña por hectárea (suponiendo 62,5 surcos/ha).

Otra forma de calcular la producción del lote es conociendo el peso de caña que se lleva al ingenio. Al peso de la caña aportada por la balanza del ingenio hay que descontarle el porcentaje de trash que llevaba esa caña (puede ser estimado con la metodología descrita más adelante). Al valor obtenido después de descontar el trash se lo lleva a toneladas por hectárea y se le suma el valor de PMP medido en campo (en t/ha). De esta forma se obtiene el total de la caña molible producida en el lote. Este método es más sencillo, pero es necesario tener bien identificados los lotes y los camiones correspondientes a cada lote.

2. Estimación de pérdidas de materia prima (PMP)

Para evaluar las PMP se deben marcar parcelas de superficie conocida (entre 5 y 10 metros cuadrados aproximadamente). Puede usarse soga y estacas de alambre, madera, hierro, etc. (Figura 1)

Una vez colocada la cuadrícula, se

separa la maloja de todo el material molible que haya quedado en el campo. Se recomienda marcar y evaluar cinco parcelas por lote, con el objetivo de abarcar todas las situaciones que este presente.

Es importante destacar que las parcelas seleccionadas deben ser lo más representativas posible, para lo cual debe recorrerse el lote, e intentar marcarlas en sentido diagonal para evitar evaluar los mismos surcos. También hay que evitar hacer mediciones en melgas, y deben identificarse sectores de caña caída y de caña en pie en caso que fuera necesario. Las determinaciones de pérdidas deben hacerse apenas cosechado el lote para evitar subestimación de pérdidas por deshidratación.

Una vez separado todo el material molible de la parcela demarcada, se realiza una clasificación en cinco categorías (Figura 2).

1. Caña entera: es la caña que no ingresa a la cosechadora, en general son tallos con varios entrenudos.

2. Caña troceada: es la que fue procesada por la cosechadora pero cayó durante el proceso de carga o trasbordo, directamente de la mesa (canasto del elevador) o del elevador (rastra) de la cosechadora.



Figura 1. Parcela de 10 metros cuadrados sobre el campo recién cosechado



Figura 2. Diferentes tipos de pérdidas en la cosecha integral.

3. Caña soplada: es la que pasó por el troceador y posteriormente fue soplada por los extractores (primario o secundario). Se observa como una caña desmenuzada, deshilachada.

4. Tocones: Es la porción de caña molible que queda adherida a la cepa cuando se realiza un corte de

base alto. Se considera pérdida por tocón cuando este supera los 4 cm de altura

5. Porciones de tallo molible adheridos al despunte: El despunte puede llevar adheridos algunos entrenudos con calidad fabril que se consideran maduros y son parte

de la materia prima. Se considera el valor de 13°Brix como criterio para determinar los entrenudos molibles del despunte.

Luego de determinadas las citadas pérdidas se procede a calcular los valores finales de PMP, para lo que se utilizan las siguientes fórmulas:

$$\text{Pérdidas de Materia Prima (PMP)} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) = \frac{\text{Peso promedio 5 parcelas (kg)}}{\text{área de la parcela (m}^2\text{)}} =$$

El resultado de esta ecuación determina las pérdidas totales en kilos por metro cuadrado. Si se los multiplica por 10.000 m²/ha, se obtiene los kilos de PMP por hectárea. Luego, se divide este valor en la producción estimada del lote para expresar las PMP como porcentaje del rendimiento cultural con la siguiente fórmula:

(hace que la caña sea frágil y se quiebre al contacto con la cosechadora), etc. Al detectar este tipo de pérdidas puede bajarse la velocidad de avance para permitirle a la máquina procesar mejor la caña, pero estas pérdidas en general exceden la regulación de la máquina.

3. Estimación del contenido y la composición del trash

Si se quiere obtener una aproximación del trash que se lleva al ingenio, deben tomarse muestras directamente del elevador de la cosechadora, para lo que se puede descargar la caña cosechada en bolsas, una lona o, incluso, en la caja de una camioneta. Se deben obtener al menos tres muestras de entre 15 a 25 kg por lote. Posteriormente, este contenido se traslada a algún lugar donde pueda ser procesado.

$$\text{PMP (\%)} = \frac{\text{Pérdidas} \left(\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right)}{\text{Producción potencial} \left(\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right)} * 100 =$$

Cada muestra se pesa inicialmente para conocer el peso total.

Posteriormente se procede a separar de estas el material molible del trash, discriminando los segmentos de tallos maduros del despunte (tallo inmaduro), las hojas verdes y secas, la tierra y cualquier otro material no molible (malezas, cepas, etc.). Figura 3

Este resultado nos determina las pérdidas que se pueden medir en el campo o pérdidas visibles. Sin embargo existe otro tipo de pérdidas que no pueden medirse directamente, sino que se estiman a fin de tener una idea más certera de la cantidad total de azúcar que se pierde por la cosecha. Estas últimas se denominan **pérdidas invisibles** e incluyen, por ejemplo, el jugo perdido por el corte de las cuchillas troceadoras, los pedazos de caña muy pequeños, el jugo de la caña aplastada por el autovuelco, etc.

- Si la mayor parte de las pérdidas son de **caña troceada**, habrá que revisar la coordinación entre maquinista y cuartero/camionero, controlar el llenado de los autovuelcos o camiones y controlar el estado de la rastra, canasto y cola de pato, que son lugares donde comúnmente se produce este tipo de pérdidas.

Seguidamente se pesan por separado los tallos molibles, las hojas, el despunte, la tierra y otros componentes, si los hubiera. Finalmente se determinan los porcentajes de cada uno de ellos respecto al peso original de la muestra total. El trash total es la suma de los porcentajes correspondientes al material no molible o materia extraña (despunte, hojas y tierra, principalmente).

Si es de interés conocer las pérdidas invisibles, estas se pueden estimar multiplicando por 1,5 el valor de pérdidas de caña soplada y troceada. Luego, se utilizan las dos fórmulas propuestas anteriormente.

- Si en la determinación de pérdidas se observa un predominio de **caña soplada**, se pueden bajar las revoluciones del extractor primario o regular el troceador para que corte trozos más largos. Hay que tener en cuenta que la velocidad del extractor y el largo del troceado influyen sobre los niveles de trash, por lo que, en este punto, se deberá encontrar un equilibrio o velocidad óptima que minimice las pérdidas de caña soplada, sin aumentar excesivamente los niveles de trash.

Esta metodología es la misma que se utiliza en algunos ingenios, por lo que los valores entre la fábrica y el productor deberían coincidir o presentar una mínima diferencia.

La discriminación por tipo de pérdida permite identificar las principales causas que las provocan, y por lo tanto, hacer las correcciones pertinentes para intentar reducirlas.

Al analizar los distintos componentes del trash, también es posible realizar correcciones en la máquina que permitan minimizarlo:

- Si al hacer la determinación de pérdidas predominan las de **caña entera**, esto puede deberse a varios factores, generalmente ajenos a la cosechadora. Entre los más importantes pueden citarse la mala conformación del surco, la presencia de caña caída, la alta incidencia de *Diatraea saccharalis*

- Si se observa un valor muy alto de **tocones**, debe regularse la altura del corte basal de la máquina. Lo ideal sería un tocón de unos dos a cuatro centímetros.

- Si el componente principal del trash es el **despunte**, bastará con bajar el despuntador. Generalmente, un despuntado alto tiene mucha influencia sobre el porcentaje final de trash, ya que el despunte es mucho más pesado, en proporción, que las hojas.



Figura 3. Componentes de trash: 1 Hojas. 2 Despuntes. 3 Tierra, cepa y tocones y 4 Tallos molibles

• Si el mayor componente del trash son las **hojas**, es posible aumentar las revoluciones del extractor primario para lograr una mejor limpieza. En variedades de

vaina muy adherida al tallo (LCP 85-384) podría ser conveniente reducir el troceado con el objetivo de desprender, de un mayor número de entrenudos, las vainas y hojas

adheridas. Estas dos alternativas pueden aumentar las pérdidas de caña soplada y pérdidas invisibles, por lo que hay que encontrar el equilibrio entre ambos parámetros.

www.rizobacter.com



Para rendir al máximo hay que arrancar con mucha energía

Fertilizante **Microstar[®]** PZ

Porque gracias a su formulación en base a microgránulos, **Microstar** es el fertilizante que se aplica junto con la semilla facilitando la rapidez en la disponibilidad de nutrientes (N, P, S, Zn) desde las etapas iniciales del cultivo.

RIZOBACTER

- Si se detecta un porcentaje importante de **cepas y tierra**, sería adecuado elevar el corte basal, ya que es posible que las cuchillas basales estén levantando cepas y tierra al cortar muy al ras o por debajo del nivel del suelo.

En la Tabla 1 se presenta una estimación de las pérdidas de azúcar por cada 1% de trash que se lleva al ingenio, según componentes.

Tabla 1. Porcentaje de pérdida de azúcar por cada componente.

Componentes	Pérdida de azúcar (Por cada 1% de trash)
Tierra	1,0%
Despunte	0,8%
Hojas Verdes	0,6%
Hojas Secas	0,3%

A forma de ejemplo, si una muestra está compuesta por 4% de despunte, 2% de hojas verdes, 1% de hojas secas y 1% de tierra (8% de trash total), se pierden aproximadamente 5,7% del azúcar contenido en la materia prima.

Por lo tanto, y por lo observado en la Tabla 1, cada componente del trash tiene un peso relativo diferente. Hay que tener especial cuidado con la tierra y el despunte, que son los componentes más perjudiciales.

■ Valores de referencia

Una vez que llega la cosechadora a un campo, es importante tener en cuenta algunos valores de referencia para poder comparar el trabajo que se está realizando con valores ideales o recomendables. De esta forma, se puede corregir o intentar mejorar los valores obtenidos en el campo para acercarse a los valores de referencia. En la Tabla 2 se indican los valores o rangos de referencia para los parámetros más comúnmente usados.

■ Importancia del control durante la cosecha

Es importante considerar que durante la cosecha las pérdidas de materia prima pueden llegar a valores de 10% al 15% de la caña producida (esto sin considerar las pérdidas invisibles ni las relacionadas al trash). Estos valores de pérdidas pueden ser equivalentes, por ejemplo, a no fertilizar el cañaveral. Es por esto que el control de la cosecha resulta una herramienta fundamental y de relativamente fácil implementación, para que el productor logre llevar al ingenio la mayor parte de la caña producida y aumentar su rentabilidad.

Por otra parte, la capacitación del personal del frente de cosecha, del encargado del campo y de todo el personal que tenga relación directa con la cosecha resulta de fundamental importancia para disminuir las pérdidas de materia prima, reducir los valores de trash, evitar el pisoteo de surcos y minimizar la compactación del suelo. Resulta por lo tanto muy recomendable formar un equipo de control de cosecha que siga a cada frente de cosecha midiendo las PMP y el trash. Este control permitirá un seguimiento de cada frente y de sus operarios, y una evaluación de este, lo que llevará a un proceso de

mejora continua y una reducción de las PMP.

■ Desinfección y limpieza de la cosechadora integral

Otro aspecto importante a tener en cuenta durante la cosecha mecánica es la desinfección de la cosechadora. Las herramientas de corte de la máquina pueden transmitir enfermedades sistémicas de la caña de azúcar. Las más importantes son el raquitismo de la caña soca o RSD (transmitida por la bacteria *Leifsonia xylī* subespecie *xylī*) y la escaldadura de la hoja (transmitida por la bacteria *Xanthomonas albilineans*). Estas enfermedades se encuentran en un gran porcentaje de los cañaverales de la provincia de Tucumán, por lo que es muy probable que una cosechadora haya trabajado anteriormente en lotes infectados con ellas.

Por lo tanto, es conveniente desinfectar las cuchillas de corte basal cada vez que la máquina ingresa a un campo nuevo o incluso cuando cambia de lote. Esta desinfección sencilla se puede realizar rociando las cuchillas basales con una mochila pulverizadora con solución de amonio cuaternario al 1% o lavandina al 30%.

Las máquinas cosechadoras

Tabla 2. Valores de referencia para los parámetros más importantes en el control de una cosecha integral

Parámetro	Valores de referencia
Pérdidas de Materia Prima	2,5 % a 4 %
Trash	Hasta 8 %
Velocidad de avance	2 a 4 km/h en cañaverales de alta producción 4 a 6 km/h en cañaverales de baja producción
Altura del despuntador	Despuntar el entrenudo de menos de 13 ° de brix
Altura del tocón (cm)	Hasta 4 centímetros
Velocidad del extractor primario	900 a 1.000 rpm
Cuchillas basales	Girarla cada 250 a 350 toneladas y cambiarla cada 1000 a 1400 toneladas
Cuchillas troceadoras	Cambiarlas cada 1200 a 2000 toneladas

que hayan estado trabajando en lotes infectados con Tupulo (*Sicyos polyacanthus*) deben ser previamente sopladas y limpiadas para evitar la diseminación de sus semillas, ya que la cosecha integral es uno de los principales agentes de diseminación de esta maleza.

■ Consideraciones finales

Para lograr una cosecha eficiente es necesario realizar un control permanente de esta en cada uno de los frentes de cosecha, midiendo lo más certeramente posible la cantidad de PMP y trash. Así, también, resulta fundamental identificar el principal motivo de la pérdida o del exceso de trash para tratar de solucionarlo lo antes posible.

Por otro lado, el mantenimiento y la regulación de las maquinarias



cumplen un rol decisivo en el desempeño de estas, donde la velocidad de avance y la velocidad de los sistemas de limpieza son dos parámetros a los que debe otorgárseles especial atención. La capacitación del personal resulta un factor decisivo para lograr un mejor desempeño del frente de cosecha.

Se deben realizar todos los esfuerzos necesarios para mejorar la planificación, el ordenamiento y el control de la zafra, todo esto con el propósito de disminuir los efectos de los diferentes factores responsables de la baja calidad y pérdidas de materia prima, contribuyendo de esta manera a obtener mayores porcentajes de azúcar. ■

Firestone



FIREAGRO
Firestone

Un nuevo concepto de soluciones donde y cuando lo necesites.

PETROARSA LE BRINDA MAYOR PRODUCTIVIDAD A TU CAMPO

Acercate a Petroarsa y encontrá la más alta calidad de los productos y servicios Agrícolas Firestone.

-Más ahorro

-Mayor tracción

-Mejor confort de marcha



Firestone
80 AÑOS
Produciendo para nuestro Campo

petroarsa.com.ar



Petroarsa
Proveedores de crecimiento

Casa Central
Ruta 302 km 6.5
Cevil pozo, Tucumán

Suc. Concepción
Ruta 38 km 736.5
Concepción, Tucumán

Suc. Centro
Catamarca 135,
S. M. de Tucumán

Suc. Yerba Buena
Av. Solano Vera 1001,
Yerba Buena, Tucumán

Nueva Sucursal
Ruta 9 km 1286,
Lastenia, Tucumán

