

Gobernacion de Antioquia

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y FOMENTO

INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CAÑA

Compendio No 42 Agosto de 1.981

LA COSECHA DE LA CAÑA DE AZÚCAR

**Pablo Domínguez
Salgar. Alberto
Cárdenas Giraldo.***

1. INTRODUCCIÓN

En Colombia se cultivan actualmente 133.000 hectáreas de caña para producir azúcar, de las cuales se cosechan actualmente unas 90.000, en diez y seis Ingenios en operación. La producción de caña es de más o menos once millones de toneladas, con las cuales es posible atender la demanda interna de azúcar, quedando excedentes exportables por casi trescientos mil toneladas, valor crudo.

Dentro de la agroindustria de la caña de azúcar, una de las operaciones más importantes es la cosecha. Esta labor requiere de una adecuada organización, con el fin de llevar a las fábricas de azúcar la cantidad de caña necesaria para cumplir con los presupuestos anuales de molienda y producción, en la forma más oportuna y de la mejor calidad, para obtener los beneficios esperados.

Los componentes principales de la caña que se lleva a los molinos son caña propiamente dicha y materia extraña. La caña pura se compone de agua (73-76%), fibra (13-16%), sacarosa (13-15%), impurezas orgánicas (azúcares reductores y dextranas) e impurezas inorgánicas (cenizas).

La materia extraña consiste de cogollos, hojas verdes, hojas secas, raíces y tierra.

Como la calidad del azúcar que se produce es afectada por la calidad de la caña suministrada, la proporción de los componentes de ésta tiene una gran importancia. La buena calidad de la caña está relacionada con caña fresca, bajo contenido de materia extraña y tallos sanos al momento de la molienda.

2. BLOQUES DE COSECHA

La cosecha de la caña en Colombia ha sufrido grandes cambios en cuanto a su organización. Hasta hace unos pocos años, el corte de los campos maduros se ejecutaba sin orden que permitiese aprovechar el mejor estado de maduración de la caña, teniendo a la vez en cuenta las variedades comerciales sembradas, la zona y otros aspectos igualmente importantes.

El concepto de bloques de cosecha vino a modificar esta situación y se están haciendo intentos definitivos para organizar la cosecha de la caña por áreas adecuadamente delimitadas por variedad, suelos, manejo (especialmente del agua), edad de la caña, disponibilidad de recursos físicos, etc.

Estos bloques de cosecha son de tamaño variable, con un área no menor de 100 hectáreas ni mayores de 200. La unificación de una serie de aspectos del cultivo, con el fin de cosechar los campos por su estado de madurez, ha permitido la implantación del control de la maduración.

Los bloques de cosecha hacen que los movimientos de los equipos de cosecha (portátiles) sean mejor coordinados y dentro de áreas más restringidas, con lo cual se reducen significativamente los costos de esta operación que son altos en la producción de caña.

3. CONTROL DE LA MADURACIÓN

Ha sido una costumbre muy generalizada, programar la cosecha de la caña según las necesidades anuales de molienda y a una edad fija, dependiendo de si la caña es de propiedad de las Empresas azucareras o de agricultores independientes; la programación así, tiene en cuenta solamente la edad de la caña, dentro de un año determinado, estableciéndose esta edad de acuerdo con un estimativo de producción de caña por hectárea, con el monto total de caña a moler y con una cantidad determinada de quintales de azúcar a producir por año. De esta manera, se pierde el efecto del estado óptimo de maduración de la caña que ofrece, en consecuencia, la mayor productividad de azúcar

Para obviar esto y obtener las mejores concentraciones de azúcar recuperable, algunos Ingenios colombianos están usando cada vez más el control de la maduración de la caña, que consiste en hacer el seguimiento de agostamiento natural de aquella antes de la cosecha, buscando de esta manera el estado óptimo de maduración,

El control de la maduración se inicia una vez suspendidos los riegos, a los 10 o 12 meses de edad según la variedad, la zona, las características de manejo de las plantaciones, especialmente del agua y del nitrógeno y de la edad de corte.

Este control se puede hacer tomando cada dos semanas y en estaciones fijas, muestras de caña de los campos (suertes) en estado de agostamiento y analizando sus jugos en el laboratorio, para estimar su concentración de sacarosa; estos resultados se pueden expresar en rendimiento estimado de azúcar, pero también pueden ser determinados en forma de coeficientes (de maduración, por ejemplo) o índices (glucósido o azúcares invertidos).

Los resultados del análisis de azúcares se pueden correlacionar con el contenido de humedad y el índice de nitrógeno de las hojas de la caña, o de los entrenudos de la misma. En algunos Ingenios se usa el coeficiente de maduración o el índice glucósido (Riopaila, San Carlos, Mayagüez) para controlar la maduración de la caña y decidir la

época más adecuada de la cosecha de los campos. En otros, se han experimentado otros métodos, entre ellos el de "Relación de pol" que considera los resultados del control independientemente de los factores de corrección de las fábricas de azúcar; tiene la ventaja de estimar el contenido de fibra de la caña; ha sido propuesto en algunos Ingenios como Riopaila, Castilla y Pichichí.

Actualmente, en el Ingenio Providencia se están evaluando métodos de control de la maduración como el análisis convencional de jugos para determinar el rendimiento estimado de azúcar en la caña y calcular el coeficiente de maduración (pol/azúcares invertidos) y el método de "Relación de pol"; además, se están estudiando dos métodos fisiológicos, basados en los índices de humedad de las yaguas 3-6-("Crop Log") y del entrenudo 8-10 ("Stalk Long"). Hasta la fecha, el mejor método parece ser este último

Cualquiera de estos métodos es recomendable y su aplicación depende de la confiabilidad que ofrezca al correlacionar los resultados de los análisis químicos o fisiológicos con el rendimiento comercial de azúcar.

4. ÉPOCA DE COSECHA Y EDAD DE LA CAÑA

A diferencia de la mayoría de los países azucareros, Colombia cosecha caña de azúcar durante todo el año; a excepción del Ingenio Sicarare en la Costa, los demás muelen entre 280 y 300 días al año, con un paro de más o menos un mes para revisión general, reparaciones, limpiezas y reposición de equipos. De esta manera, las condiciones de cosecha de la caña en el país difieren mucho de las de los países que hacen zafra, donde se corta la caña en las épocas más favorables, generalmente las más secas. Al operar los Ingenios colombianos durante todo el año, en períodos alternados de dos inviernos y dos veranos, las condiciones de corte de la caña sufren las consecuencias de excesos de lluvias en dos épocas del año con resultados a veces muy negativos para la producción de azúcar

La edad de corte de la caña depende de muchos factores, pero los principales son: la variedad, las condiciones del clima, la rapidez de la maduración de la caña, el manejo de las plantaciones y los requerimientos de la molienda.

Para fines azucareros, la caña de azúcar se cosecha en Colombia teniendo en cuenta de si es plantilla (primer corte) o seca (Retoños).

Existe la tendencia a cortar las plantillas a una edad mayor que las socas. Además, como la edad depende de la variedad, las más precoces se cosechan a edades que oscilan entre 11 y 13 meses y las más tardías entre los 15 y los 18 meses.

En la edad de corte inciden también la zona y las características de manejo. En la terraza alta del Valle geográfico del río Cauca, la caña es más temprana para cualquier variedad que en la terraza baja; de igual manera, cuando los suelos son fértiles o se abusa del nitrógeno, la caña crece demasiado (consumo de lujo) y demora su período de agostamiento. En estas condiciones, a veces es necesario recurrir a la maduración artificial mediante el uso de madurantes Sin embargo, esta práctica es costosa y no se ha generalizado; además, las condiciones climáticas variables en Colombia para caña de azúcar no han permitido resultados satisfactorios con el uso de reguladores fisiológicos.

5. LA CALIDAD DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Para producir buena calidad de azúcar las fábricas necesitan un suministro rápido de caña fresca, de alto rendimiento en azúcar recuperable y de alta pureza- Estos aspectos están relacionados especialmente con la demora entre la quema o el corte de la caña y la molienda y la calidad de los tallos. Las fábricas requieren, además, de caña limpia, la cual está íntimamente relacionada con la cantidad de materia extraña. En la medida que los factores que inhiben en la cosecha se controlen serán los resultados al final del proceso de producción de azúcar.

5.1 CAÑA VERDE VERSUS CAÑA QUEMADA

La quema de la caña se ha generalizado en Colombia debido al incremento de la mecanización de la cosecha, particularmente por el alce mecanizado.

La quema ha traído las consecuencias que este proceso conlleva, con efectos notables en la calidad de la caña, no por la quema en sí, sino por la incidencia que ésta puede tener cuando la caña quemada se demora en entrar a los molinos. Se ha demostrado que cuando la caña entra prontamente a las fábricas, las quemadas no presentan mayores inconvenientes por su calidad.

La longitud del tiempo entre la quema y la molienda tiene una marcada influencia en la calidad de la caña. El deterioro ocasionado por la acción de enzimas y microorganismos (generalmente bacterias del género *Leuconostoc*) empieza inmediatamente después del corte de la caña y aumenta en proporción directa a la demora en procesarla en los molinos.

Dependiendo de la época, la caña verde tiene menos riesgo en deteriorarse, que la caña quemada, no significando esto que la caña verde deba demorarse en entrar al molino. De todas maneras, el deterioro empieza desde el momento de la cosecha, pero este proceso es más acelerado en la caña quemada.

La caña troceada es especialmente susceptible al *Leuconostoc*; los tallos rajados y machacados aumentan el riesgo de infecciones por la mayor superficie de exposición; la sacarosa de la caña se rompe produciendo azúcares invertidos, ácidos y dextranas (gomos) y otras sustancias químicas indeseables.

5.2 EFECTO DE LA MATERIA EXTRAÑA

La materia extraña que consiste de cogollos, hojas verdes y secas, rafees y tierra ocasiona serios problemas en la fabricación del azúcar.

5.2.1. Cogollos.

Normalmente son el 60% de la materia extraña; aumentan el material que debe procesarse para obtener una cantidad determinada de azúcar; contienen una alta proporción de azúcares y otras impurezas orgánicas en comparación con el tallo; contienen más cenizas que éste, con las cuales el azúcar recuperable es menor,

aumentando las melazas y se reduce la cristalización. Además, una buena proporción de las cenizas se va con el azúcar crudo; por eso es necesario controlar muy bien el proceso de fabricación para evitar que las cenizas desmeriten el azúcar de exportación. Una de las maneras es minimizando la calidad de cogollos en la caña.

5.2.2. Hojas

Las hojas secas aumentan la fibra y actúan como una esponja que toma azúcar, aumentando la cantidad de éste en el bagazo.

Las hojas verdes tienen efectos similares a los de los cogollos como baja pureza, y alto contenido de cenizas.

5.2.3. Raíces

Las raíces de la caña son materia extraña fibrosa que contiene muy poco azúcar. Como la tierra, ocasionan serios problemas en los molinos y se miden junto con aquélla para determinar los componentes de la materia extraña.

5.2.4. Tierra

La tierra aumenta en proporción al incremento de la mecanización de la cosecha. La operación de alce mecanizado, principalmente, es una de las fases de la operación actual de cosecha en las cuales se están aumentando drásticamente los contenidos de tierra en la caña, con efectos negativos en la recuperación del azúcar. Además, la tierra en la caña acelera los cambios de equipos en las fábricas, especialmente en los molinos, las bombas de jugo y las tuberías de conducción del jugo. La arena que lleva el suelo es extremadamente abrasiva; Su arena va de los molinos a las calderas, después pasa al sistema de vapor, dañando muchas veces partes vitales del suministro de éste.

En muchos Ingenios es necesario gastar capital extra en equipos para remover la arena y el limo del jugo mixto, por los problemas que se presentan en los filtros. Con la arena, van piedras que presentan varios problemas en las fábricas, tanto en las picadoras como en los molinos, las piezas rotas y los pedazos de metal así producidos en el proceso de molienda ocasionan serios daños en el resto de las fábricas, con pérdidas cuantiosas en reposición de equipos y demoras en la producción de azúcar.

La materia extraña en su conjunto tiene una relación directa con la cantidad de azúcar recuperable. Después de muchos estudios se ha llegado a la conclusión de que la materia extraña es siempre negativa, ya que al aumentar deprime el rendimiento de azúcar; varía de acuerdo con la época del año en que se realice la cosecha y requiere de un adecuado control de ésta para que produzca pérdidas de azúcar en las fábricas.

6. ORGANIZACIÓN DE LA COSECHA

6.1. CORTE MANUAL PARA ALCE MANUAL

En países como Colombia, donde la mano de obra aún es suficiente, el sistema de corte y alce manual permite entregar a la fábrica una materia prima de muy buena calidad, ya que el porcentaje de materia extraña es relativamente bajo, pues está normalmente limitada a hojas verdes o secas, cogollos y chulquines. Cuando la caña se corta manualmente, pero es quemada, el rendimiento del cortero aumenta aproximadamente en un 30% y el porcentaje de materia extraña puede disminuir ya que la hoja seca queda reducida a ceniza. Sin embargo, la labor de la quema reduce la eficiencia del alizador debido a que la ceniza que se genera le ocasiona molestias.

Además de la buena calidad del material que se entrega a fábrica, el sistema manual es ventajoso porque los daños en el campo son mínimos, ya que el peso de la maquinaria que entra al cañal no produce demasiada compactación al suelo; sin embargo, es indispensable ejercer una buena supervisión en la labor del saque de la caña para evitar el pisoteo de la cepa por los tractores.

Como desventaja está la demora en el alce que incide directamente en la entrega rápida de 11 caña a la fábrica y más aún si está quemada.

También se necesitaría gran cantidad de equipo (vagones y tractores) para tener un suministro continuo de materia prima. Solo se puede alzar manualmente caña durante el día.

La eficiencia del cortero y del alizador depende en gran parte de la clase de material que se está cortando. Las variedades de porte erecto y de buen peso garantizan una mejor calidad de trabajo.

Cabe destacar que para la labor de corte, tradicionalmente se ha empleado el machete denominado sable rojo pero poco a poco los ingenios azucareros han ido incrementando el uso del machete australiano, hasta tal punto que Ingenios como Mayagüez lo utilizan en un 100%. Este machete, por su forma y peso, permite un mayor rendimiento del cortero, además de un mejor cepillado de la cepa y un menor índice de accidentalidad.

6.2. CORTE MANUAL PARA ALCE MECANIZADO

El alce mecanizado exige una mejor labor de limpieza de la caña por parte del cortero, ya que la máquina al alzar no discrimina entre la caña y la materia extraña. Como labor primordial para eliminar impurezas está la quema antes del corte. Con ello, se reduce la mayor parte de las hojas; de ahí la importancia de lograr que esta labor se haga lo mejor posible.

Es indispensable que el cortero retire las hojas y el cogollo que puedan quedar debajo de la chorra de caña y los separe de ésta unos 50 cm., aproximadamente. Además, la chorra debe quedar bien alineada y sobre el surco, con el fin de que la alzadora solo circule por las calles, evitando el pisoteo de la cepa. Para lograr esta situación es necesario que el aporque de la caña se haga de tal manera que el surco quede sobre un caballón, para evitar que el patín de la alzadora arrastre materia

extraña del suelo. Una buena capacitación del personal que maneja las alzadoras incide favorablemente sobre el porcentaje de basura al alzar.

Si se tiene en cuenta el desplazamiento de mano de obra que ocasiona el implante del alce mecánico, éste debe hacerse gradualmente para no ocasionar problemas de índole laboral, además de los inherentes a este tipo de mecanización como lo es el del aumento del porcentaje de materia extraña que se lleva a la fábrica. Sin embargo, son varias las ventajas que presenta este sistema sobre el manual. Entre las más importantes están:

- .1. Reducción del costo en la labor de alce.
- .2. Rapidez en el suministro de caña a la fábrica.
- .3. Suministro de caña durante las 24 horas del día.
- .4. Mejor utilización del equipo de transporte.

6.3. EL CONCEPTO MODERNO DE UN EQUIPO DE COSECHA

El punto básico de la diferencia entre la operación manual y mecánica de la cosecha es el hecho de que, en las operaciones manuales, la administración enfoca métodos y estructuras de la organización hacia la manipulación de un gran número de trabajadores no adiestrados. Esas actividades incluyen el reclutamiento de personal, su transporte, alojamiento, alimentación, la supervisión de su trabajo, etc. En la cosecha mecanizada, la administración debe dirigir su enfoque, método y estructura, hacia la manipulación de una fuerza laboral especializada y semíadiestrada mucho menor en número y con un nivel de vida más elevado. Además, la organización y el control son más críticos con la mecanización.

Para lograr una cosecha eficiente debe haber una coordinación total de los tres elementos que la conforman: el corte, el alce y el transporte. Cualquier deficiencia de alguno de ellos puede traer consecuencias funestas al programa de cosecha inicialmente elaborado. Igualmente, se debe contar con un programa de adecuación de los campos con diseños apropiados que faciliten las labores de alce mecanizado con un máximo de eficiencia.

7. MECANIZACIÓN DE LA COSECHA

7.1. LA COSECHADORA TIPO SOLDADO

Esta máquina corta la caña entera y la despunta, formando una cama con el producto de dos hileras, dejándola lista para el alce. Este sistema ha venido siendo empleado en algunos Ingenios del Valle del Cauca con relativa eficiencia, pues requiere de cañas de porte erecto para lograr su mayor eficiencia y con rendimientos menores de 150 t/Ha. Requiere de surcos sembrados sobre caballones con el fin de obtener un buen cepillado de la caña.

Este sistema puede ser una alternativa para aquellos Ingenios en donde la mano de obra comienza a escasear. Por el peso de la máquina, en nuestro medio podría ser un factor limitante para trabajarla en épocas de inviernos intensos.

7.2. LAS COMBINADAS

Son máquinas cosechadoras troceadoras de una hilera, diseñadas para operar tanto en cañas crudas quemadas, descargando la materia prima sobre el equipo de transporte. Esta operación se efectúa sobre la marcha.

El mayor beneficio a obtener mediante la utilización de la máquina cosechadora, va a depender lógicamente de la eficiencia con que opere la misma. Por esta razón, el acondicionamiento de los campos, el transporte y la recepción de la caña en la fábrica son la piedra angular en la optimización del proceso.

Entre las ventajas de las cosechadoras troceadoras se incluyen:

- .1. Cortar, limpiar y cargar la caña en una sola operación.
- .2. Poder cosechar la caña, virtualmente, bajo cualquier condición y tonelaje.
- .3. Colocar la caña generalmente en forma más limpia de lo que es posible con las cargadoras mecánicas, permitiendo hasta un 50% más de acarreo en los mismos transportes.
- .4. Cortar la caña en trozos, lo cual permite una molienda a mayor velocidad que la caña entera. Como desventajas se tiene:
 - .1. Requieren personal con más preparación y una más estricta organización en el campo.
 - .2. Hacen la labor muy deficiente en suelos con abundancia de piedras grandes.
 - .3. Requieren de ventiladores para eliminar cogollos, basura y hojas.

- .4. Hay que modificar las unidades de transporte para que puedan retener la caña picada.
- .5. La caña picada se deteriora bajo condiciones húmedas y calurosas si se almacena por más de 16 horas.

7.3. EL CONCEPTO MODERNO DE LA MECANIZACIÓN TOTAL DE LA COSECHA

La actual presión económica en la industria azucarera está forzando a sus dirigentes a reducir los costos de producción y la mecanización de la cosecha de la caña es un medio de reducir éstos. De otra parte, la escasez de mano de obra se acentúa año tras año y el rendimiento del cortero tiende a ser bajo. Todo esto lleva a pensar que en un lapso relativamente corto se tendrá que mecanizar totalmente la cosecha de la caña.

Desafortunadamente, la introducción de cosechadoras mecánicas es un proceso que no se puede hacer de prisa. Toma por lo menos tres años a un Ingenio bien administrado, aprende' a cosechar de manera efectiva con las nuevas unidades mecánicas. Adicionalmente, toma no menos de diez años llevar a la mayoría de las fincas azucareras hasta una condición adecuada para la cosecha mecanizada. Se necesita adiestrar operadores y personal de mantenimiento, organizar facilidades para dar servicios, disponer de adecuadas unidades para el transporte y hacer las modificaciones necesarias en el molino para recibir la caña troceada.

La mecanización del campo no consiste solo en la adquisición de máquinas, sino de su operación eficiente y esto es complejo.

Algunas medidas de orden práctico que se deben tener en cuenta para la planificación de un sistema total de mecanización de la cosecha, incluyen:

7.3.1 Transporte.

Es este uno de los aspectos que tiene más influencia sobre el rendimiento de la máquina. Por consiguiente, debe existir una coordinación total entre cosecha y transporte, debido a que una falta de éste haría que la maquinaria se parara con la consiguiente pérdida de eficiencia en la cosecha. Por lo tanto, se debe tener en cuenta el rendimiento de la cosechadora y el tipo y número de vehículos para el transporte, dependiendo de las distancias.

7,3.2. Diseños de los campos

Campos preparados mecánicamente son el requisito básico, ya que el objetivo es entregar a la cosechadora hileras rectas de caña creciendo sobre una superficie pareja y con el mínimo de variación en las alturas de los surcos. Además, debe haber un mínimo de drenes transversales, los cuales deben configurarse para facilitar el movimiento de las cosechadoras y las unidades de transportes, así

como cabeceras en el terreno que permitan un fácil acceso para entrar y tener suficiente movilidad.

7.3.3. Selección de variedades.

Aunque las combinadas pueden cosechar cañas de diferentes tipos, es recomendable que se siembren variedades erectas para asegurar un mayor rendimiento del equipo.

7, 3,4, Recepción de la caña en la fábrica

Si tiene en cuenta que dentro de la implicación para un eficiente transporte, se debe contar con facilidades para la descarga en el Ingenio, este aspecto influye indirectamente en la eficiencia de la máquina en el campo, por cuanto al existir un retardo en el descargue de los vehículos, esto provocaría insuficiencia en el transporte.

7.3.5. Quema

Para un mayor rendimiento de la máquina es necesaria la quema a fin de evitar la presencia de excesivos residuos que atascan los mecanismos recolectores de la misma, causando pérdidas de tiempo.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AYALDE, G. et al. Caña de Azúcar Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario. 1973. 261 p. (Manual de Asistencia Técnica No. 9)
2. BUREAU OF SUGAR EXPERIMENT STATIONS. Quality sugar from quality cañe. The CaneGrower'sQuarterly Bulletin. 43 (1): 6-21. 1979.
3. GIMÉNEZ, V Informe de la cosechadora de caña TOFT Robot Mark II. I.F.P.A. Venezuela. 1976, 12 p,
4. KING, N.J, 1965, Harvesting the crop, and factors which affect it. Sidney. Angus and Robertson, 1965, p. 164-175,
5. MASSEY FERGUSON Cosecha mecanizada de la caña de azúcar. 1977. 28 p. (Mimeografiado)