



PROCESO DE ELABORACIÓN DEL AZÚCAR

La caña de azúcar (*saccharum officinarum*) es una gramínea anual en la que se manejan dos tipos de plantaciones: caña planta, que es el ciclo que comprende desde la siembra hasta el primer corte y caña soca, que empieza después del primer corte y termina con el último (pueden ser cinco o más) antes de hacer una nueva siembra, lo que se conoce como renovación. El proceso de elaboración del azúcar está dividido en dos etapas: campo y planta.

PROCESO DE CAMPO

SIEMBRA Y CULTIVO DE CAÑA PLANTA

La siembra de la caña de azúcar comienza con la selección de una buena semilla, ésta se obtiene a partir de un campo de caña planta escogido para utilizarse como semillero, bien cultivado y que esté libre de plagas y enfermedades. Entre los 7 y 9 meses de edad, se cortan los tallos de caña de azúcar en trozos de unos 45 cm, y que tengan por lo menos tres yemas, que son las que van a dar origen a las nuevas plantas. Es importante que la calidad de la semilla garantice un alto porcentaje de germinación de las yemas para tener un buen comienzo del nuevo cantero o campo de caña.

La preparación del terreno para la siembra consiste en realizar dos o tres pasadas de rastras de discos, para eliminar las cepas del anterior cultivo, y proveer a la semilla de un terreno con suelo suelto donde pueda germinar y desarrollarse. Una vez preparado el terreno, se hacen surcos de unos 25 cm de profundidad, a 1,5 mts. de distancia entre ellos; el mismo equipo que surca el terreno, va aplicando en cada surco, la primera fertilización a base de nitrógeno, fósforo y potasio. La semilla se coloca en el fondo de estos y luego es tapada con unos 5 cm de tierra para proceder a dar el primer riego.

A los 75 – 80 días, se realiza el aporque mecánico en la caña planta, que consiste en colocar tierra en la base de la hilera de caña para que esta quede elevada sobre la superficie del terreno; en este momento la planta recibe simultáneamente una segunda fertilización a base de nitrógeno. Los controles de malezas pueden ser químicos, mecánicos o manuales, y se hacen dependiendo de las necesidades específicas de cada lote. La caña planta es cosechada aproximadamente a los 13 meses.

CULTIVO DE CAÑA SOCA

La caña soca comienza después del primer corte. La primera labor que se realiza es la disposición o el encalle de los residuos de cosecha (hojarasca, cogollos...) que consiste en

colocarlos en un entre- surco, cada cinco surcos. Posterior a esto se hacen de manera simultánea la roturación y la fertilización mecánica del cultivo, aplicando nitrógeno y potasio; la primera labor se hace con el objetivo de aflojar la superficie del suelo a unos 25 cm de profundidad, para romper la compactación producida por el tráfico de los equipos de la cosecha ,y mejorar la infiltración del agua del riego. La siguiente labor que se realiza es el riego. Los controles de malezas se efectúan mediante la aplicación de herbicidas dependiendo del tipo y área de cobertura de las malezas en cada lote; este control químico se complementa con controles manuales y mecánicos. La cosecha de la caña soca se realiza aproximadamente a los 12 meses de edad.

COSECHA

La preparación de la caña para la cosecha empieza con la aplicación de madurante, el cual ayuda a incrementar el contenido de sacarosa en la caña y se realiza entre 7 a 9 semanas antes de la fecha de corte, utilizando avioneta para su aplicación. Una vez que el lote tiene la edad adecuada , se procede a quemarlo para facilitar la labor de cosecha; al día siguiente se corta la caña del cantero, de forma manual, o mecanizada. Para el corte manual se utiliza machetes, y los cortadores se agrupan en parejas, cada pareja corta seis surcos que conforman una “manga”; la caña de la manga se ubica en el centro de los seis surcos, formando un “rollo” de donde es alzada por las llenadoras y colocada en los camiones o carretones que la transportan hacia la fábrica. En la cosecha mecanizada o con cosechadoras, la caña es cortada, picada, limpiada y botada por ésta directamente hacia el camión o carretón, que se ubica y rueda paralelo a la cosechadora.

PROCESO DE PLANTA

La caña cosechada en el campo es transportada hacia la fábrica por medio de camiones. Con el objeto de conocer el peso de caña transportada se procede primero a pesar, en las básculas, los camiones.

Una vez pesados se distribuyen los camiones hacia los trapiches o tandem de molinos. El Ingenio San Carlos posee dos tandem de molinos. Cada tandem de molinos posee dos viradoras de caña.

Una vez que son viradas las cargas de caña en las respectivas viradoras de cada Tandem de molinos, lo primero que se realiza es un lavado con agua para retirarles algo de la tierra y la suciedad que traen del campo. Luego la caña pasa por una primera picadora, que tiene por objeto desmenuzar la caña. Posteriormente pasa por una segunda picadora para completar el desmenuzamiento de la caña. Mientras más desmenuzada esté la caña se logrará un mejor trabajo de extracción en los molinos y se mejorará el rendimiento.

Durante este proceso sólo se realiza una fragmentación de la caña pero sin extraerle el jugo, pues no hay acción de compresión.

La caña desmenuzada es transportada a través de un conductor hacia los molinos para proceder, por compresión, a extraer el jugo contenido en la caña. El jugo que se extrae de cada molino cae hacia un tanque, llamado "tanque de **jugo mezclado**". El jugo mezclado del tandem A es bombeado hacia una balanza para registrar el peso del jugo proveniente de

dicho tandem de molinos. El jugo mezclado del tandem B es bombeado hacia otra balanza para conocer la cantidad de jugo proveniente de dicho tandem de molinos.

Posteriormente se unen estas corrientes de jugo mezclado en un tanque receptor. Este jugo mezclado es un jugo sucio pues contiene tierra, arena, residuos de caña y otras impurezas por lo que debe ser clarificado para poder ser utilizado en el proceso.

DESINFECCIÓN DEL JUGO

La desinfección es realizada en las llamadas columnas de sulfitación, que son equipos que trabajan en contracorriente, ingresando el jugo mezclado por la parte superior y alimentando anhídrido sulfuroso por la parte inferior. El anhídrido sulfuroso es obtenido mediante combustión de piedras de azufre. Al entrar en contacto el anhídrido con el jugo se produce la desinfección, destruyéndose los agentes patógenos, bacterias y microbios que pudiesen estar presentes en el jugo.

Simultáneamente la sulfitación reduce las sales férricas (color pardo) presentes a sales ferrosas (color rojo claro), realizándose por tanto una acción de blanqueo del jugo. Durante esta etapa del proceso se produce un incremento en la acidez del jugo tratado. Como en medio acuoso ácido se produce una reacción de inversión de la sacarosa es imprescindible proceder inmediatamente a neutralizar el jugo hasta obtener un ph entre 6.8 y 7.0 para la producción de azúcar blanco. Esto se realiza agregando lechada de cal o sacarato de calcio. Al jugo así neutralizado, se le denomina "jugo alcalizado".

CLARIFICACIÓN DEL JUGO

Una vez que se ha desinfectado el jugo se procede a separar la tierra, arena y demás impurezas sólidas presentes en el jugo. Esto se realiza mediante sedimentación. La precipitación de las impurezas sólidas es más eficiente si es realizada en caliente por ello se calienta el jugo alcalizado hasta una temperatura no mayor a 230 ° F, pues por encima de esta temperatura se produce la destrucción de la molécula de sacarosa y simultáneamente una reacción irreversible de oscurecimiento del jugo que originaría unos cristales de azúcar (sacarosa) de alta coloración.

Luego del calentamiento se agrega floculante para agrupar en forma de flóculos las impurezas sólidas presentes, que al ser más pesadas que el jugo tienden a sedimentar. Algo similar pero más rápido a lo que se produce cuando se deja agua sucia de río en un vaso y se observa que la tierra va precipitándose poco a poco hacia el fondo.

La separación de los sólidos suspendidos se realiza en equipos llamados clarificadores, obteniéndose por la parte superior un jugo limpio y brillante, llamado "**jugo clarificado**" y por el fondo del equipo un lodo que contiene todas las impurezas sólidas (tierra, arena, residuos de cal y residuos de floculante). A este lodo se lo denomina "**cachaza**".

FILTRACIÓN DE LA CACHAZA

La cachaza por haber estado en contacto con el jugo es un lodo que contiene de jugo, el cual debe ser recuperado. Esto se realiza en filtros rotativos al vacío obteniéndose:

- a) una torta sólida de **cachaza**, que por tener presencia de elementos nutrientes es utilizada para enriquecer las aguas de riego de los cultivos de caña, y
- b) un jugo sucio llamado "**jugo filtrado**", que es alimentado al clarificador de jugo filtrado para separarle las impurezas sólidas presentes y obtener un jugo que pueda ser recirculado al proceso.- Las impurezas sólidas separadas del jugo filtrado clarificado son enviadas al tanque de cachaza.

Durante el proceso de filtración se alimenta agua condensada a presión para realizar un lavado de la torta de cachaza y facilitar la extracción de la sacarosa presente. Se debe regular el trabajo de los filtros para obtener una polarización no mayor a 2.5 en la torta de cachaza a fin de minimizar las pérdidas de azúcar en el proceso de elaboración.

EVAPORACIÓN DEL JUGO CLARIFICADO

El jugo clarificado pasa luego a la sección evaporación para eliminar gran parte del agua presente en el jugo. El jugo clarificado posee aproximadamente un 82-87 % de agua, por efecto del trabajo de los evaporadores de múltiple efecto se logra reducir el contenido de agua al 33-40 % (60-67 °Brix), denominándose "**meladura**" al jugo concentrado que sale de los evaporadores.

CRISTALIZACIÓN Y CENTRIFUGACIÓN

La presencia de sólidos insolubles en la meladura representa un problema no deseado, razón por la cual la meladura es alimentada a un equipo de clarificación por flotación para minimizar este riesgo y obtener una meladura más clara que se constituya en un material que aporte significativamente a la consecución de un azúcar de buena calidad.

Para lograr la formación de los cristales de azúcar (sacarosa) se requiere eliminar el agua presente en la meladura, esto se realiza durante la cocción de las templas en equipos llamados "tachos", que no son otra cosa que evaporadores de simple efecto que trabajan al vacío. En un sistema de tres templas se producen tres tipos de **masas cocidas** o **templás**: las "A", las "B" y las "C". Las templas A son las de azúcar comercial y las otras son materiales para procesos internos que permiten obtener finalmente el azúcar comercial.

Para obtener las templas C se alimenta una cierta cantidad de semilla (azúcar impalpable) de una determinada granulometría a un tacho, luego se alimenta miel A y se somete a evaporación, alimentándose continuamente **miel A** hasta completar el volumen del tacho. Luego se realizan una serie de pases o cortes a semilleros para finalmente alimentar al tacho **miel B** y concentrar hasta 96 ° Brix.

Al llegar a esta concentración se descarga la templa o masa cocida (que es una mezcla de miel y cristales de sacarosa) hacia los cristalizadores para terminar el proceso de "agotamiento" de las mieles. Para lograr la separación de los cristales presentes en la templa se emplean las centrífugas de tercera, equipos que permiten separar la miel de los cristales presentes en las templas. Los cristales separados son llamados "**azúcar C**" y la miel separada "**miel C, miel final o melaza**". Al azúcar C se adiciona agua acompañada de agitación hasta formar una masa de 93 ° Brix este material recibe el nombre de magma de tercera y es utilizado como semilla para la preparación de templas de segunda.

Para obtener las templeas B se alimenta una cierta cantidad de magma de azúcar de tercera a un tacho, luego se alimenta miel A y se somete a evaporación, hasta que la masa elaborada contenga aproximadamente 94-96 ° Brix.

Al llegar a esta concentración se descarga la templa o masa cocida hacia los cristalizadores para terminar de agotar las mieles. Para lograr la separación de los cristales de las mieles se emplean las centrífugas de segunda.

Los cristales separados son llamados "**azúcar B**" y la miel separada "miel B". El azúcar B es mezclado con una pequeña cantidad de agua para elaborar una papilla llamada "**magma**", la cual es bombeada al piso de tachos para ser empleada en la elaboración de las templeas A.- Si hay exceso de magma se procede a disolver el azúcar de segunda para obtener un "diluido de segunda", el que es bombeado a los tachos.

Para elaborar las templeas A se alimenta al tacho cierta cantidad de magma, luego se agrega meladura y se concentra la masa hasta obtener 92-93 °Brix. Al llegar a esta concentración se descarga la templa o masa cocida hacia los cristalizadores para darle agitación a las templeas e impedir que se endurezcan demasiado. Para lograr la separación de los cristales presentes en la templa se emplean centrífugas de primera. Los cristales separados son denominados "**azúcar A**", que es el **azúcar comercial**, y la miel separada es llamada "miel A".

SECADO Y ENVASADO

Una vez descargado de las centrífugas se procede al secado del azúcar "A" empleando una secadora rotativa al vacío. La humedad máxima permitida en el azúcar debe ser 0.075 %. El azúcar seco es conducido hacia las tolvas de almacenamiento para su posterior envasado en sacos. Una vez envasado el producto se debe controlar el peso de los sacos para comprobar que se cumpla con la norma de 50 kg de peso neto de azúcar por saco, luego se transportan los sacos hacia la Bodega para su posterior distribución.

El producto es embalado en las presentaciones de 250 g, 500 g, 1 kg, 2 k y 5 kg envasados en fundas plásticas (polipropileno) y al granel en 50 kg envasados en sacos de papel kraft triple capa.