

HOJAS DIVULGADORAS

Núm. 8/87 HD

LA INDUSTRIA DEL AZUCAR DE REMOLACHA

JOSE BAQUERO FRANCO
Ingeniero Agrónomo



MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION

LA INDUSTRIA DEL AZUCAR DE REMOLACHA

El azúcar cristalizada era ya conocida en Persia en el siglo IV antes de Cristo y provenía, seguramente, de la India, donde se extraía de una variedad salvaje de caña. Después del descubrimiento de América, el cultivo de la caña se introdujo en las Antillas y a finales del siglo XVI se comenzaron a crear refinerías de azúcar en Europa.

Hacia 1750 el alemán Malggraf descubría la existencia de azúcar en algunas variedades de remolacha y en 1803 se inauguró la primera fábrica de azúcar de remolacha. Los resultados fueron bastante satisfactorios, pero la incipiente industria azucarera basada en la remolacha tal vez no hubiera resistido la competencia de la que utiliza la caña como materia prima si no hubiera sido por los bloqueos ingleses al continente europeo, lo que obligó a la búsqueda de nuevos recursos y, así, Napoleón impulsó la creación de escuelas azucareras que abrieron las puertas al desarrollo de la nueva industria.

COMPOSICION DE LA REMOLACHA

La raíz de la remolacha tiene una armadura celulósica, elemento principal de las membranas celulares, que constituye del 4 al 5 por 100 de la remolacha, que se denomina «marco». El extracto seco de la raíz representa alrededor del 25 por 100 del peso de ésta y lo componen el propio marco y otras materias tanto orgánicas como inorgánicas. El agua constituye el otro 75 por 100.

Los constituyentes minerales, potasio (K), sodio (Na), magnesio (Mg), etc., se encuentran combinados con aniones minerales, cloruros (Cl), sulfatos ($\text{SO}_4^{=}$), etc., y aniones orgánicos.

Los constituyentes orgánicos son azúcares, principalmente sacarosa, y otro tipo de sustancias como materias pécticas, ácidos orgánicos, compuestos nitrogenados, etc., que forman la parte llamada «no azúcar».

El azúcar contenida en la remolacha es la sacarosa, un disacárido constituido por dos moléculas de hexosa (monosacárido) unidas mediante un puente de oxígeno. Su fórmula química responde a $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

La densidad de las soluciones de azúcar se mide en grados Brix (determinada por el aerómetro Brix) y representa el peso en gramos de materia seca contenida en 100 gramos de solución.

La pureza de una solución es el peso de azúcar en 100 gramos de materia seca.

Así, una solución de 60° Brix y pureza del 70 por 100 tendrá, en 100 gramos de solución:

$$100 \times 0,60 \times 0,70 = 42 \text{ gramos de azúcar.}$$

LA INDUSTRIA AZUCARERA EN ESPAÑA

El sector remolachero-azucarero destaca, dentro de la industria agroalimentaria española, por su volumen económico y por la incidencia social que representa el cultivo de la remolacha.

Tanto la producción como el consumo de azúcar en España son del orden del millón de toneladas al año; casi su totalidad procede de remolacha (menos de un 1 por 100 se obtiene de caña de azúcar) y la incidencia económica total del sector supera los 100.000 millones de pesetas anuales.

El cultivo de la remolacha azucarera se realiza básicamente en dos grandes zonas, las del Duero y Andalucía; también se cultiva, en menor proporción, en la cuenca del Ebro, Centro y Extremadura.

Las fábricas azucareras a partir de remolacha que existían en España en 1985 y su capacidad de trabajo en toneladas métricas de remolacha por día eran:

a) Zona del Duero	
Toro (Zamora)	6.800 tm/día
Benavente (Zamora)	6.000 tm/día
Olmedo (Valladolid)	5.000 tm/día
La Bañeza (León)	4.000 tm/día
Salamanca (Salamanca)	4.000 tm/día
Santa Elvira (León)	3.500 tm/día
Veguellina (León)	3.200 tm/día
Venta de Baños (Palencia)	2.800 tm/día
Peñafiel (Valladolid)	2.500 tm/día
Aranda de Duero (Burgos)	2.500 tm/día
Valladolid (Valladolid)	2.500 tm/día
Carrión (Palencia)	2.500 tm/día
Santa Victoria (Valladolid)	2.400 tm/día
b) Zona del Ebro	
Alavesa (Alava)	3.000 tm/día
Miranda de Ebro (Burgos)	2.400 tm/día
c) Zona Centro	
Ciudad Real (Ciudad Real)	3.000 tm/día
d) Zona Sur	
Linares (Jaén)	6.700 tm/día
Guadalete (Cádiz)	5.700 tm/día
Guadalcaçin (Cádiz)	5.500 tm/día
Jédula (Cádiz)	5.000 tm/día
Rinconada (Sevilla)	5.000 tm/día
Villarrubia (Córdoba)	3.300 tm/día
Rosales (Sevilla)	3.000 tm/día
Garrovilla (Badajoz)	3.000 tm/día
El Carpio (Córdoba)	3.000 tm/día

La capacidad media de trabajo de las azucareras españolas es de 4.100 toneladas métricas de remolacha por día, en tanto que la media de las azucareras de la Comunidad Económica Europea (CEE) está muy próxima a las 6.000. Por otro lado, las industrias españolas son, en buena parte, fábricas viejas con tecnología anticuada, aunque algunas se han remodelado y han

ampliado su capacidad en los últimos años. Como ocurre en tantos otros sectores industriales, el del azúcar de remolacha afronta su ingreso en la CEE en clara inferioridad con respecto a los de la mayoría de los países de tal organización, lo cual le exigirá un nuevo esfuerzo de adaptación.

El consumo de azúcar en España se sitúa alrededor de 30 kilos por habitante y año, llegando a los 40 kilos en otros países de la CEE.

DESCRIPCION DEL PROCESO GENERAL DE FABRICACION DEL AZUCAR

La fabricación del azúcar, a partir de remolacha, se compone de las siguientes fases principales:

- Descarga, lavado y troceado de las remolachas.
- Extracción del azúcar.
- Depuración del jugo.
- Evaporación del jugo.
- Cocimientos del jarabe.
- Cristalización del azúcar.
- Centrifugación y secado del azúcar.

En el Cuadro 1 se recoge un diagrama general del proceso de fabricación del azúcar.

Descarga, lavado y troceado de las remolachas

Las remolachas llegan a la fábrica descoronadas, es decir, cortadas las hojas. Se analizan pequeñas muestras tomadas del vehículo que las transporta, al entrar a la fábrica, para determinar el contenido en azúcar. Las remolachas se descargan por medios mecánicos en silos, que son fosas-canales parcialmente elevados sobre el terreno, con paredes de hormigón y con fondo en doble pendiente que confluyen en un canal por el que circula agua que arrastra las remolachas cuando se descargan los silos. Los diferentes canales conducen a la alimentación de las bombas que elevan la mezcla agua-remolachas hasta la parte superior de una instalación de lavado.



Fig. 1.—Descarga hidráulica de silos de remolacha.

Las remolachas pueden también descargarse de los vehículos mediante potentes chorros de agua a presión (descarga hidráulica). De esta forma la mezcla agua-remolachas llega igualmente a las indicadas bombas.

Posteriormente las remolachas pasan por captadores de piedras, captadores de raicillas y lavadores. Las remolachas lavadas se transportan al piso superior del edificio principal de proceso, cayendo a unas tolvas que alimentan a los cortarraíces, que son máquinas de plato giratorio provistos de oportunas cuchillas, que reducen las remolachas a porciones, denominadas «cosetas», de sección triangular y de un espesor de 2 a 3 milímetros. El plato de los cortarraíces gira a una velocidad variable, en función de la capacidad necesaria de alimentación del sistema en un determinado momento.

Las cosetas pasan, por medio de cintas transportadoras provistas de balanzas pesadoras, al proceso de difusión.

Hay que resaltar la importancia que tiene el buen funcionamiento del lavadero en los pasos siguientes de la industria azucarera, ya que el estado de limpieza con que entran las

remolachas a fábrica afecta profundamente a un mejor o peor funcionamiento de los cortarraíces, proceso de difusión, sistema de depuración, etc.

Para dar una idea de la cantidad de tierra separada en un lavadero, se pueden considerar, como cifras orientativas, que es normal que la tara a la entrada del lavadero sea del 3 por 100 sobre la remolacha a tratar y a la salida sea del 0,5 por 100, lo que significa, si consideramos una azucarera que trabaje 4.000 toneladas al día, que la tierra contenida en las remolachas lavadas en un día pasaría de 120 toneladas a la entrada a 20 toneladas a la salida del lavadero.

Extracción del azúcar

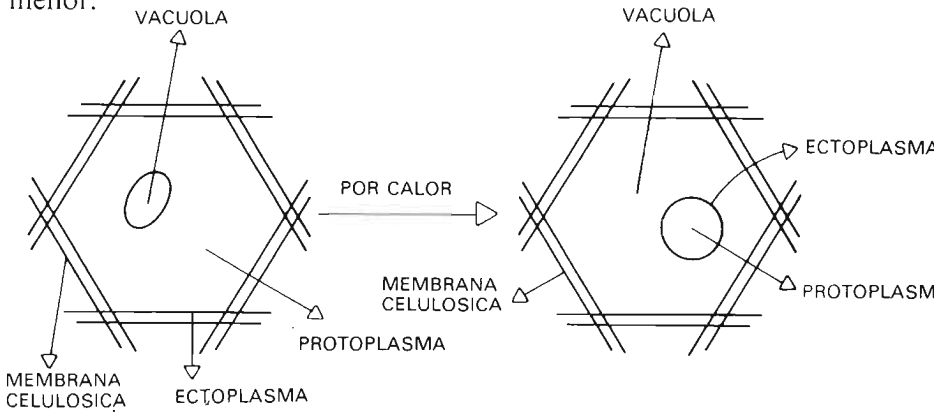
Una vez que la remolacha ha sido convenientemente lavada y cortada en cosetas, se inicia el proceso propio de extracción del azúcar contenida en la remolacha. Esta extracción se realiza por difusión mediante la acción de agua en contra corriente con

Fig. 2.—Difusor.



la masa de coquetas. La remolacha está constituida por infinidad de células provistas de una armadura celulósica que envuelve a una materia proteínica compleja (protoplasma) rodeada por una membrana (ectoplasma) impermeable a las sustancias disueltas. En el interior del protoplasma se encuentra una vacuola que contiene una solución de sacarosa. Antes de la aparición del sistema de difusión la extracción del jugo azucarado se realizaba por presión de la masa celular, pero esto llevaba consigo la obtención de un jugo muy impuro con gran cantidad de sustancias que no eran azúcar.

La aplicación del fenómeno de difusión contaba con la dificultad debida a la impermeabilidad del ectoplasma; pero pudo comprobarse que por la acción del calor la célula sufría una importante transformación consistente en que el protoplasma, rodeado por el ectoplasma, se contrae, situándose en el centro de la célula, en tanto que la vacuola se pone en contacto con la pared celular, permitiendo así la difusión de la sacarosa al exterior de la célula. Modificada así la célula por el efecto del calor, resulta fácil extraer el jugo por difusión. Prácticamente el fenómeno de difusión consiste en un movimiento lento y regular de los componentes solubles que se encuentran en el interior de las células hacia el exterior, donde la concentración de azúcar es menor.



Regularmente, a través de las paredes celulares pasan, además de la sacarosa, otros componentes de tipo nitrogenado o salino, que no son deseables, ya que hacen que las soluciones



Fig. 3.—Visita parcial del edificio principal de proceso.

extraídas sean impuras. Es de gran importancia dirigir el proceso de difusión de forma que se reduzca lo más posible la extracción de los componentes no azucarados. Algunos de ellos, como los aminoácidos, no son eliminables de la solución azucarada en el proceso de depuración y, posteriormente, constituirán el residuo de la elaboración, formando parte de la llamada melaza.

El líquido azucarado procedente de la difusión constituye el llamado jugo. Suele tener unos 16° Brix y una pureza del 85 por 100, aproximadamente.

Durante el proceso de difusión se pueden producir alteraciones debidas a microorganismos termófilos y mesófilos que pueden originar altas pérdidas de azúcar. Tales alteraciones se ponen en evidencia por la producción de ácidos orgánicos con caída del pH, por examen microscópico, por la determinación de ácido láctico formado por la degradación de azúcar o por otras pruebas.

Para evitar en lo posible la pérdida de azúcar es necesario cuidar los procesos de recepción de la remolacha, lavado, corte y difusión.

Depuración del jugo

El fin de la depuración es el de eliminar del jugo azucarado que sale de la difusión las sustancias no azucaradas que se encuentran disueltas o en solución coloidal en aquél. La depuración, sin embargo, no se completa totalmente, y únicamente se logra elevar la pureza desde un 85 a un 91 por 100, aproximadamente.

El reactivo usado en esta fase es la cal, bajo forma de lechada de cal, por sus características depuradoras y floculantes. A esta operación se le da el nombre de encalado o defecación y se realiza, generalmente, antes de la carbonatación o saturación, operación consistente en tratar el jugo con anhídrido carbónico. Posteriormente se filtran los jugos.

La depuración se realiza, normalmente, en varias etapas y en la secuencia siguiente: preencalado, encalado, primera carbonatación, primera filtración, segunda carbonatación y segunda filtración.

Las filtraciones se realizan por medio de decantadores, filtros de vacío, filtros de bujías, filtros prensa, etc.

Como residuos de la primera filtración se obtienen los llamados fangos de carbonatación, que son enviados a grandes piscinas para su desecación natural, si bien modernamente se están utilizando sistemas que producen fangos con suficiente materia seca que permiten la evacuación de los mismos en camiones.

Evaporación del jugo

El jugo proveniente de la depuración sale con una densidad aproximada de 15° Brix. Debe estar lo más limpio posible para evitar incrustaciones en la fase de evaporación, pues de lo contrario se pueden originar grandes trastornos en la marcha de la fabricación. Este jugo hay que concentrarlo hasta 90 ó 91° Brix para que se produzca la cristalización del azúcar por sobresaturación.

Esto se consigue en dos fases: evaporación y cocimientos.

En la evaporación se llega a un máximo de 65 a 67° Brix. Se realiza mediante vapor a baja presión proveniente del escape de

los turboalternadores de producción de energía eléctrica. La evaporación es el centro neurálgico de producción y distribución de vapor. Por cada kilo de vapor vivo que entra en la evaporación se consigue eliminar, aproximadamente, cuatro kilos del agua contenida en el jugo, disponiendo de un sistema de evaporación de cuatro efectos, como es usual en las azucareras.

El jugo saliente de la evaporación recibe el nombre de jarabe y, como se ha indicado, llega a unos 65° Brix y una pureza del 90 por 100.

Para conseguir, fundamentalmente, la decoloración del jugo, se realiza la operación de sulfitación, consistente en hacer pasar una corriente de anhídrido sulfuroso a través de la masa de jugo. Esta operación se realiza normalmente al final de la evaporación.

Cocimientos del jarabe

Cuando se concentra el jugo, su viscosidad aumenta rápidamente al aumentar los grados Brix. Al llegar a los 77 u 80° Brix comienzan a aparecer cristales. El jarabe pierde su fluidez progresivamente, de manera que es necesario emplear métodos diferentes para manejarlo. En estas condiciones el jarabe pasa a llamarse masa cocida.

Dado que la temperatura de ebullición del agua disuelta en el jarabe, para una presión constante, aumenta con la concentración, es preciso efectuar esta operación al vacío.

Los aparatos donde se lleva a cabo la cocción, similares a los evaporadores, se llaman «tachas». En ellas permanece el jarabe hasta alcanzar los 91 ó 92° Brix. Para facilitar y provocar la formación de cristales de azúcar, cuando se ha alcanzado un grado de sobresaturación óptimo, se inyecta, dentro de la tacha, una pequeña proporción de polvo de azúcar. Una vez alcanzados los grados Brix indicados anteriormente no conviene seguir evaporando, pues lo que sucede es que se vuelven a disolver los granos de azúcar en las mieles.

La masa cocida producida por las tachas tiene, aproximadamente, unos 92° Brix y una pureza del 93 por 100.



Fig. 4.—Otro aspecto del edificio principal de proceso.

Cristalización del azúcar

Llegado a este punto se procede a descargar la tacha y sigue la cristalización por enfriamiento en los malaxadores. Es indispensable el movimiento de la masa cocida, a fin de que la posición relativa del licor madre y de los cristales cambie y permita que el azúcar contenido en aquél siga depositándose sobre los cristales. Se consigue el movimiento por medio de hélices acopladas al eje de los malaxadores.

La masa cocida, al abandonar la tacha, está a una temperatura comprendida entre 70 y 75° C; se enfría en los malaxadores y cristalizadores hasta una temperatura de 41 a 43° C.

El tiempo de cristalización es de unas doce horas para el primer producto, otras doce horas para el segundo producto y unas setenta y dos horas para el tercer producto.

Centrifugación y secado del azúcar

Una vez que el licor madre se transforma, hasta el límite práctico, en azúcar, hay que proceder a separar los cristales

para obtener el azúcar en forma comercial. Esta operación se realiza por centrifugación en centrifugas con canasta perforada, de forma que, al girar la canasta, se separen los cristales del licor madre.

El azúcar obtenido se envía, a través de transportadores, al secadero, ya que el azúcar, al salir de las centrifugas tiene una humedad entre el 0,5 y el 2 por 100; esta humedad debe reducirse en el secadero hasta el 0,02 ó 0,04 por 100, aumentando así la polarización y permitiendo una mejor conservación.

El azúcar, al salir del secadero, se criba en vibrotamices para separar polvo y terrones y se ensaca, generalmente en sacos de 60 kilos, y así se envía a las diferentes industrias y a las empresas envasadoras que producen paquetes de un kilo para uso doméstico y bolsitas de 10 gramos o cuadradillos de consumo individual.

LA MELAZA

Aunque por simplificar no hemos entrado en detalles, sí debemos añadir que la melaza es la miel saliente de la centrifugación de los productos más pobres. La melaza es, consecuencia, el subproducto final que lleva consigo, entre otros compo-

Fig. 5.—Prensas de pulpa.



nes, la sacarosa que no ha sido posible cristalizar. La melaza tiene, aproximadamente, 80° Brix y pureza del 58 por 100. Se utiliza para producción de alcohol etílico, levadura, ácido cítrico u otros usos industriales.

PRENSADO Y SECADO DE LA PULPA

Para conseguir una buena conservación de la pulpa saliente de la difusión es preciso reducir el contenido en agua de la misma hasta que alcance uno del 90 por 100 de materia seca. Esto se logra por los procesos de prensado y secado.

La presión es un proceso mecánico menos costoso que el secado, pero la presión, por condicionamientos fisicoquímicos, sólo permite reducir el contenido en agua hasta alcanzar aproximadamente un 22 por 100 de materia seca. Por ello, después del prensado, la pulpa pasa a secaderos rotativos que, mediante aire caliente, permiten alcanzar el 90 por 100 de materia seca.

La pulpa, al salir de la difusión, tiene un contenido medio en materia seca del 6 por 100. La reducción del contenido en agua hasta un 22 por 100 de materia seca por presión y posterior reducción hasta un 90 por 100 de materia seca por secado dará lugar al siguiente balance para 100 kilos de pulpa inicial:

	Agua eliminada	Pulpa obtenida
Presión (paso del 6 al 22 por 100 de materia seca)	72,7 kg	27,3 kg
Secado (paso del 22 al 90 por 100 de materia seca)	20,7 kg	6,6 kg

Durante los últimos años, debido a los elevados costos de la energía, se han empleado prensas cada vez de mayor potencia para disminuir la cantidad de agua a evaporar por secado, llegándose a las llamadas «pulpas sobreprensadas», que llegan a tener un 25 por 100 de materia seca. En algunos países del norte de Europa (Dinamarca, Holanda, etcétera) estas pulpas las vende la industria azucarera a los ganaderos para su conservación por ensilaje, pero esto sólo es posible si la concentración de la demanda de este producto no requiere largos transportes para el mismo.

En España la pulpa se seca —y modernamente— se peletiza para su comercialización en el sector ganadero.

BALANCE DE PRODUCTOS Y CONSUMOS EN LA PRODUCCION AZUCARERA

Seguidamente se dan unas cifras de carácter orientativo relativas al balance de los productos y consumos en una industria azucarera. Es claro, como siempre sucede con los productos agrarios, que el balance exacto dependerá de la calidad de la remolacha (función de las condiciones climáticas y de los suelos de la zona de producción), del estado de la remolacha en el momento del procesamiento, de la variedad, etc., así como de la tecnología industrial. Estas cifras, siempre en porcentaje sobre la cantidad de remolacha tratada, son:

Azúcar entrante	16,5 %
Producción de azúcar blanca	13,8 %
Azúcar contenida en la melaza	2 %
Pérdidas de azúcar en la difusión	0,20 %
Pérdidas de azúcar en la depuración	0,10 %
Otras pérdidas	0,40 %
Melaza	4,5 %
Pulpa seca (con un 10 por 100 de humedad)	5,5 %
Consumo de fuel-oil para producción de vapor	3,2 %
Consumo de fuel-oil para secado de pulpa	1 %
Consumo de piedra caliza para depuración	4 %
Consumo de coque para calcinación de la caliza	0,4 %

PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA

La industria azucarera es seguramente, dentro del sector agroindustrial, el único tipo de industria que se produce la energía eléctrica que necesita para su funcionamiento. Ello es debido a que la potencia instalada es suficiente para hacer rentable la inclusión de una pequeña central termoelectrica utilizando turbinas de vapor con extracción de vapor a baja presión, el cual se utiliza en el proceso tecnológico de la obtención del azúcar. Para ello se utilizan calderas que producen



Fig. 6.—Decantador de agua del circuito del lavado de remolacha.

vapor de agua recalentado a unos 450°C y a unos 40 kg/cm^2 de presión, que alimenta a turbinas de vapor que accionan a los alternadores generadores de energía eléctrica.

EL AGUA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

El agua es un elemento esencial en la industria azucarera, ya que, aparte de ser el elemento fundamental en los servicios generales, producción de vapor, refrigeración, condensación, etcétera, es también el elemento básico en tres de las fases del proceso de fabricación: transporte de las remolachas, lavado y difusión.

En una azucarera, los circuitos fundamentales de circulación y descarga de agua son:

- Circuito de descarga, transporte y lavado de las remolachas.
- Circuito de condensadores barométricos.
- Circuito de agua de refrigeración de equipos.

— Circuito de aguas domésticas y laboratorio de toma de muestras.

— Circuito de agua de lavado de filtros y limpieza de fábrica.

— Circuito de fangos de carbonatación.

— Circuito de aguas pluviales.

Aunque no vamos a entrar en detalles, se quiere hacer notar la importancia de un correcto diseño de dichos circuitos, con las adecuadas recirculaciones, a fin de minimizar el consumo de agua de aportación que puede ser muy importante de no recircular al máximo el agua en los diferentes circuitos, así como controlar la descarga de efluentes, que pueden suponer una fuerte carga contaminante.

TIPOS DE AZUCAR

Las diferentes clases de azúcar se distinguen por el tamaño del grano, su pureza y su humedad. El Código Alimentario Español define, entre otros, los siguientes tipos más importantes:

Azúcar rubio, moreno o terciado. Es el azúcar crudo de color amarillento o pardo, pegajoso al tacto, soluble casi totalmente en agua, dando una solución amarillenta y turbia.

Contendrá como mínimo 85 por 100 de sacarosa, calculada sobre materia seca y un máximo de cenizas sulfúricas de 4 por 100.

El residuo insoluble en agua caliente no será superior al 0,15 por 100.

Azúcar blanco cristalizado o azúcar blanquilla. Es el procedente de los primeros productos de extracción, de color blanco o ligeramente amarillento, soluble totalmente en agua.

Contendrá un mínimo de 99,7 por 100 de sacarosa calculada sobre materia seca.

El residuo insoluble en agua caliente no será superior al 0,15 por 100.

Azúcar pilé. Es el procedente de los primeros productos de extracción, aglomerado en las centrifugas y desmenuzado en terrones de tamaño irregular. De color blanco y soluble totalmente en agua.

Azúcar refinado. Es el obtenido a partir de un azúcar crudo por refinación técnica, de color blanco brillante, completamente soluble en agua dando una solución límpida y de reacción neutra.

Contendrá un mínimo de 99,9 por 100 de sacarosa, 0,5 por 100 de cenizas sulfatadas calculadas sobre materia seca y el residuo insoluble en agua caliente no será superior al 0,05 por 100.

Azúcar pilón. Es el azúcar refinado cuando se presenta en panes de forma cónica.

Azúcar granulado. Es el azúcar refinado o crudo cuando se presenta en cristales más o menos gruesos.

Azúcar cuadradillo o cortadillo. Es el azúcar granulado cuando se presenta cortado en forma de prisma cuadrangular. Si se presenta empaquetado se denomina «azúcar estuchado».

Azúcar cande. Es el azúcar refinado cuando se presenta en grandes cristales transparentes y de disolución difícil.

Azúcar glacé. Es la mezcla de azúcar en polvo con 0,5 por 100 de fécula de arroz o maíz.



20

HOJAS DIVULGADORAS

¡a domicilio!

POR SOLO 400 pesetas

ENVIANDO 400 PTAS. QUEDARA SUSCRITO A LAS HOJAS DIVULGADORAS DEL SERVICIO DE EXTENSION AGRARIA.

20 HOJAS DIVULGADORAS

NO SE OLVIDE DE ANOTAR SU *¡a domicilio!*

NOMBRE Y APELLIDOS

PROFESION

CALLE..... N.º POBLACION

DISTRITO POSTAL PROVINCIA

Foto portada: Instalación de descarga mecánica de remolacha.



MINISTERIO DE AGRICULTURA,
PESCA Y ALIMENTACION

DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION
Y CAPACITACION AGRARIAS

Servicio de Extensión Agraria
Corazón de María, 8 - 28002-Madrid

Se autoriza la reproducción **íntegra** de esta publicación mencionando su origen: «Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación».