



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

MEJORA DEL MÉTODO DE TRABAJO DEL ÁREA
DE REFINERÍA DE UNA EMPRESA
AGROINDUSTRIAL: una revisión de la literatura
científica

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Industrial

Autor:

HENRRY ISIDRO GOMEZ MORILLO

Asesor:

Ing. CARLOS ENRIQUE MENDOZA OCAÑA

Trujillo - Perú

2020

DEDICATORIA

Dedico;

El presente trabajo a Dios por haberme dado la vida, a mi madre Andrea y esposa Cynthia por ser mi guía y parte primordial de mi día a día, que siempre me impulsaron a salir adelante cruzando barreras en este camino para sobresalir.

A mi familia en general por sus buenas intenciones y porque siempre impulsaron a seguir creciendo.

A mis compañeros de trabajo muy importante por su apoyo para poder estudiar.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Carlos Enrique Mendoza Ocaña por su apoyo
y asesoría en el desarrollo de este proyecto

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	12
CAPÍTULO III. RESULTADOS	133
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	22
REFERENCIAS.....	24
ANEXOS.....	25

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1 RESULTADOS DE BUSCADORES.....	14
TABLA N° 2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL AZÚCAR	16

ÍNDICE DE FIGURAS

GRAFICO N° 1 RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA.....	13
FIGURA N° 1 PROCESO DE REFINADO DE AZÚCAR.	18
FIGURA N° 2 TACHO BATCH	20
FIGURA N° 3 VARIACIÓN DE CRISTALES EN TAMAÑO.....	21

RESUMEN

Durante el proceso de creación de azúcar refino se diluye azúcar de menor calidad, luego se clarifica, pasando luego por proceso de filtrado, hasta llegar a tachos donde se convierte el azúcar diluido (conocida como licor) en cristales, por último, esta masa pasa por centrifugas que se encargan de separar los cristales de la miel, luego por un proceso de secado y enfriado hasta obtener una azúcar de mayor calidad con cristales mejor formados, sedimentos bajos y colores bajos.

Uno de los mayores problemas se encuentra en la cristalización, donde influyen varias variables para el proceso de creación de granos, entre las que se puede mencionar las características del material que se está recibiendo, como su densidad, el color y los sedimentos, estos a su vez en la etapa de tachos es cocido al vacío hasta llegar a un punto de sobresaturación en el cual se crean granos, por diferentes técnicas de semillamiento luego de este punto el tacho se llena manteniendo la temperatura y el vacío adecuado para ir creciendo los granos con el material adecuado para mantener una estructura y un color adecuado, aprovechando la miel obtenida en centrifugas.

En presente proyecto de investigación se estudiará solo el proceso de semillado del área de Refinería para obtener un grano bien estructurado y el punto adecuado para realizarlo, ya que se ha observado que no existe un método exacto que diga en qué momento realizarlo, la mayoría de las veces depende de la experiencia del operador, el decide empíricamente cual es el punto idóneo, en lo cual

influye mucho el factor humano, por lo que influye en una reducción de producción de cristales y un aumento de mieles, lo cual genera una reducción en la eficiencia de la producción de cristales. Por lo cual se desarrollará un método teórico - empírico para aumentar la producción de cristales y mejorar la granulometría.

Además, se desarrollarán técnicas de imágenes para medir la granulometría del azúcar y con ello ver la cantidad de cristales producidos, reduciendo un menor tiempo en la toma de la muestra y con esto actuar en un tiempo más corto para corregir los errores de producir cristales irregulares, comparado con la técnica actual utilizada.

Luego se analizará por método estadístico para poder medir la producción y comprobar el aumento en esta, siempre manteniendo un punto estable de control en el semillamiento, para lograr ver cuál es el punto óptimo para realizarlo. Por último, se realizará la filosofía final de semillamiento, para que se aplique en cualquier momento con las mismas condiciones recomendadas y a esto se le aplicara la calidad para mejorar el proceso y así demostrar la mejora en la granulometría del azúcar refinado.

PALABRAS CLAVES: Mejoramiento, semillamiento y granulometría.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

Una industria de producción azucarera, en la que se pretende en este proyecto de investigación a tratar el tema de cristalización, para mejorar el tipo de cristal en la azúcar refinada y así poder aumentar la producción de cristales. Teniendo como planteamiento en el problema, el proceso de semillamiento, actualmente se realiza de manera empírica. Proponiendo una solución teórica - práctica en la metodología de semillamiento.

El mejoramiento de la productividad en una organización no es el resultado de un trabajo riguroso sino de la utilización adecuada de los recursos, por lo tanto, una empresa agroindustrial debe implementar técnicas de mejoramiento de procesos en las áreas productivas y así adaptarse a las nuevas condiciones que impone el mercado. Eliminando las barreras que interrumpen el flujo de trabajo, para de esta manera reducir los reprocesos y disminuir los costos.

Con base en las etapas anteriores se diseñan programas de mejora en los procesos del sistema productivo, en el diseño de planta y para la disminución de producto no conforme, con la finalidad de permitir a la empresa mejor la capacidad de respuesta ante las inminentes variaciones del mercado.

Con fase final se decidió crear un ambiente de concientización en toda la organización acerca de la importancia que tiene la colaboración e involucramiento del talento humano en la implementación de mejoras.

Según Chen (2000), explica que en el proceso de nucleación se debe tomar en cuenta valores de temperatura y la determinación de puntos críticos, en el semillamiento cuando éste se encuentre en la zona meta estable. Después de que se haya obtenido el grano se debe mantener la masa cocida dentro de dicha zona, hasta el final de la templa. Para lograr semillar en el punto idóneo hay que medir temperatura y densidad (brix) en el momento apropiado.

Rozsa (2007), en el manual del instrumento Seedmaster 2, de refractómetros, refiere que existen 2 métodos de semillamiento. Por choque: se produce un choque térmico dentro del tacho, desencadenando una cadena de series para la creación de cristales. Por semilla o evaporación: se coloca cierta clase de semilla, diluida con alcohol para la reproducción en el punto exacto de sobresaturación.

En este estudio se va a utilizar el método de semilla, utilizando como medición el refractómetro para calcular el punto de sobresaturación idóneo, que actualmente es el más utilizado debido a la simpleza y riesgo.

Langhans (2008), en el Manual Nahmat control de cristalización, sobre el sistema de control en tachos, define que con el avance de la tecnología y la instrumentación se han empleado métodos para el cálculo de la sobresaturación, en el que se ha demostrado que el

proceso de semillar depende de la solubilidad

de gramos de sacarosa, por gramos de agua o medida de

brix versus la temperatura. Para obtener un área meta estable en la formación de cristales, debería estar entre 1,0 a 1,2. Entre 1,2 a 1,3 aparecen cristales en un área intermedia. Por debajo de 1,0 los cristales son disueltos en un área de baja saturación y por arriba de 1,3 nuevos cristales emergen en un área inestable. Lo que conlleva a hallar el área meta estable para lograr el semillamiento idóneo.

Actualmente no se cuenta con este cálculo y el semillamiento se realiza solo en base a la densidad de licor.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué parámetros de proceso permite mejorar la granulometría del azúcar durante el proceso de semillamiento en una empresa agroindustrial?

1.3 OBJETIVO

Determinar los parámetros de la metodología de semillamiento para mejorar la granulometría.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 TIPO DE ESTUDIO

El presente proyecto de estudio, de revisión sistemática de la literatura. Nos dice que los investigadores comunican sus resultados y la ves revisar literaturas nacionales e internacionales contribuyendo al desarrollo de la ciencia.

La revisión de la literatura con fines de actualización y sobre todo en un trabajo de investigación no debe ser un proceso al azar (Vergel, Martínez y Zafra 2014).

Para esto se requiere un profundo estudio científico y niveles de competencia de los investigadores, para poder mostrar sus resultados de sus nuevos conocimientos y así ayudar al mejoramiento científico. (Williamson y Navarrete, 2014).

Proceso de recolección de información.

Se realizó las búsquedas para obtener bases de datos en Google Académico y Redalyc.

Redalyc

Productividad y ocupación en la producción de azúcar en Tucumán

Google Académico

Análisis comparativo de la calidad del azúcar obtenida del sistema de tachos automáticos y manuales en el Ingenio del Cauca SA

Evaluación de la eficiencia en una refinería de azúcar al implementar un sistema de evaporación de licor.

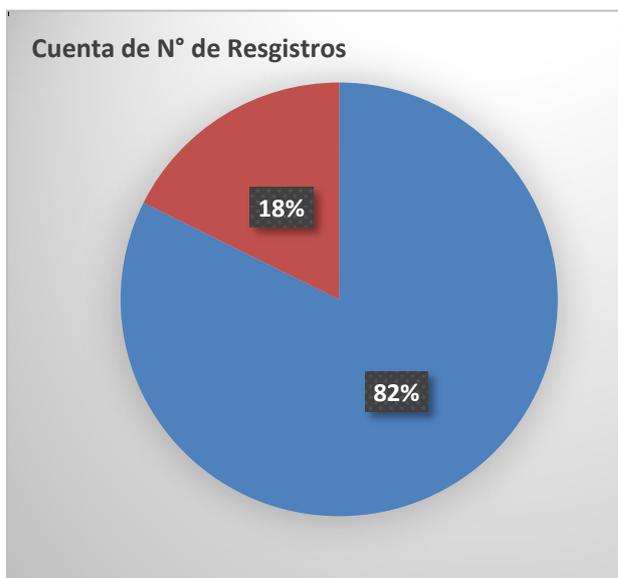
CAPÍTULO III. RESULTADOS

En los hallazgos donde encontramos artículos de importancia con el proyecto a desarrollar encontramos 17 artículos distribuido de las siguientes maneras 14 artículos en Google Académico y 3 en Redalyc.

Se muestra la siguiente figura donde se hace la revisión sistemática con sus porcentajes basado en 17 artículos.

Donde 14 artículos representan 82% y 3 artículos un 18%. De información.

Grafico N° 1 Resultados de la búsqueda.



Fuente: Elaboración propia.

Se muestra la siguiente tabla con los artículos obtenidos.

Tabla N°1 Resultados de Buscadores

N° Registro	Fuente	Autor	Título	Año
1	Google Académico	Arizabaleta García, José Francisco;	Análisis comparativo de la calidad del azúcar obtenida del sistema de tachos automáticos y manuales en el Ingenio del Cauca SA	2014
2	Google Académico	Novoa Rojas, Rocío; Terrones Lara, Marcia Alejandra;	Diseño de mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos de la planta de producción de embotelladora Trisa EIRL en Cajamarca para incrementar la productividad (Tesis parcial)	2012

3	Google Académico	Londoño, Luz Natalia Cardona; SANZ, JUAN DIEGO;	Proyecto propuesta de mejora de métodos y determinación de los tiempos estándar de producción en la Empresa G & L Ingenieros Ltda	2007
4	Google Académico	Bartés, Albert Prat;	Métodos estadísticos. Control y mejora de la calidad	2005
5	Google Académico	Cruelles, José Agustín;	Mejora de métodos y tiempos de fabricación	2013
6	Google Académico	Bonilla-Pastor, Elsie; Díaz-Garay, Bertha; Kleeberg-Hidalgo, Fernando; Noriega-Aranibar, María-Teresa;	Mejora continua de los procesos: herramientas y técnicas	2010
7	Google Académico	Pérez, Rafael Fernández; Bertran, Angel René Viera; Pedrera, Carlos Hernandez;	Modelos para el calculo del tamaño de cristales de azúcar comercial en tachos del CAI Costa Rica	2006
8	Google Académico	Valencia, Carlos Andrés Páez;	Determinación de las condiciones óptimas para la producción de azúcar turbinado en los parámetros color y tamaño de grano en la empresa Ingenio Risaralda SA	2013
9	Google Académico	Fernández-Pérez, Rafael; Hernández-Pedrera, Carlos; Viera-Bertrán, René;	MODELOS PARA EL CÁLCULO DEL TAMAÑO DE CRISTALES DE AZÚCAR COMERCIAL EN TACHOS (PARTE 2)	2011
10	Google Académico	Gutiérrez, Herberth; Reyes, Adolfo;	El mercado mundial del azúcar	2003

11	Google Académico	Golato, Marcos A;	Sistema de control en cocimientos de azúcar	2014
12	Google Académico	Linares Angulo, Ronald Alexander;	Efecto de la pureza de la miel diluida" B" y tiempo de proceso de cristalización en el rendimiento y tamaño de cristales en la masa cocida" C" durante la elaboración de azúcar rubia	2017
13	Google Académico	Avila, Y Plasencia; Alonso, FJ Domínguez;	Estudio del proceso de obtención de azúcar en cristalizadores por enfriamiento: Evaluación experimental del rendimiento	2005
14	Google Académico	Machado, Rolando Santana; de Cárdenas, Lourdes Zumalacárregui; López, MC Silvia;	Tecnología de cristalización continua de azúcar por enfriamiento. Ensayos en microplanta.	
15	Redalyc	García, Luis; Fernández, Sergio J;	Procedimiento de aplicación del trabajo creativo en grupo de expertos	2008
16	Redalyc	Santos, Armando Cuesta;	La productividad del trabajo del trabajador del conocimiento	2008
17	Redalyc	Gómez Gómez, Francisco;	Competencias profesionales en trabajo social	2010

Fuente: Elaboración Propia

**ESTANDARIZAR LOS PARÁMETROS DEL PROCESO DE SEMILLAMIENTO
CONTRIBUIRÁ A MEJORAR LA GRANULOMETRÍA EN EL AZÚCAR REFINADO**

Para poder realizar una mejor calidad de azúcar
debemos conocer los parámetros y características.

Tabla N° 2 Características Técnicas del azúcar

ESPECIFICACIÓN	AZÚCAR BLANCA REFINADA	
Fisicoquímicos	Apariencia	Cristales blancos
	Pureza	Mín. 99.9%
	Color	Máx. 40 UI
	Humedad	Máx. 0.04 %
Nutrientes	Carbohidratos	99.90%
	Energía	400 Kcal/100 g.

Fuente: Elaboración propia

Productividad: la productividad se define como una unidad de producto o servicio por insumo de cada factor utilizado por unidad de tiempo utilizado (Moro, 2008).

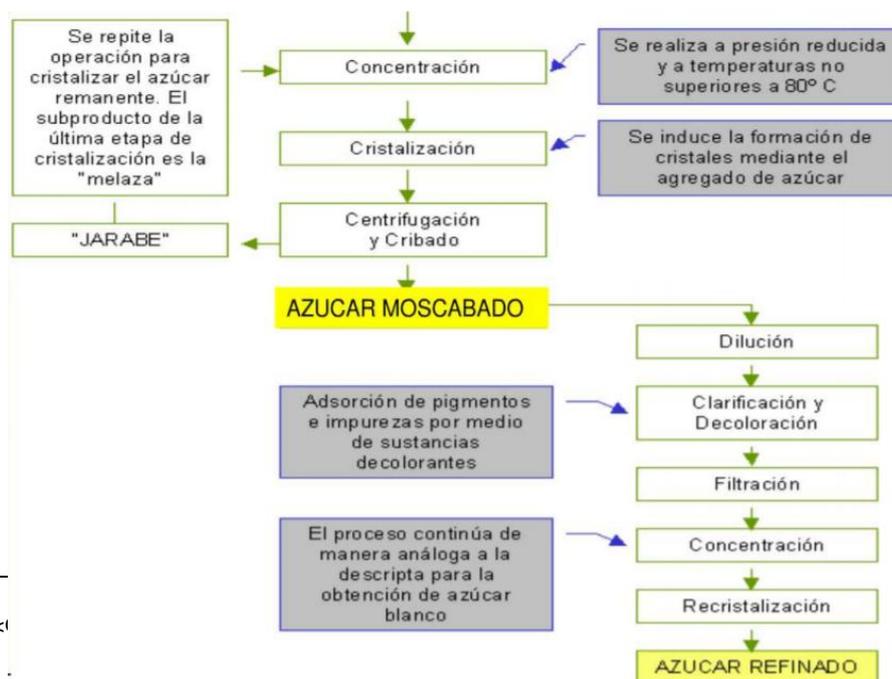
La productividad se determina y se impactado por muchos factores, incluyendo los siguientes:

- La calidad y disponibilidad de los recursos naturales, que impacta la producción de productos y servicios que necesita de estos recursos.
- La estructura de la industria y los cambios de los sectores, incluyendo si permite entradas de nuevos competidores o no, ampliando la competitividad e incentivando la mejora de la forma de trabajar.
- El nivel de capital total y su incremento, que impacta su nivel y su coste y que facilita o no el nivel de inversión futuro.
- El ritmo de progreso tecnológico, más y mejor tecnología mejora el nivel y la calidad de tecnología utilizada en la producción.
- La

calidad de los recursos humanos (la educación),

que impacta los resultados de la aportación humana. • El entorno macroeconómico, que puede facilitar o entorpecer la participación en la economía de los distintos actores, que son los empresarios y los trabajadores. • El entorno microeconómico, que puede facilitar o entorpecer la forma de trabajar diaria los distintos actores, por ejemplo, que el gobierno imponga muchas regulaciones al funcionamiento de la economía impacta la productividad negativamente (Moro, 2008).

Figura N° 1 Proceso de Refinado de Azúcar.



Fuente: <https://es.slideshare.net/uljulio/fabricacion-de-azucar-ii-unidad-3>

Sacarosa: “La sacarosa o azúcar común es un disacárido formado por alfa-glucopiranososa y beta-fructofuranosa” (Sánchez y Barcena, 2007). La sacarosa es la cantidad de azúcares cristalizables en el licor y jugo de caña de azúcar.

Brix: “Es el porcentaje en peso del contenido de sólidos solubles totales en una solución sacarosa o en el jugo extraído de la caña de azúcar (azúcares totales = sacarosa + reductores) o de la panela y se expresa en porcentaje” (Burbano, 2010).

Es una unidad de medición de densidad, que nos dice, el porcentaje de sólidos se encuentran disueltos en agua, se utiliza en todo el proceso de creación del refinado de azúcar, ya que

ayuda informando la cantidad de azúcar disuelta en proceso y en tachos para realizar la cristalización.

Pureza del licor: mediante el análisis de una gran cantidad de datos sobre la solubilidad del azúcar en la melaza de azúcar beat recogidos por distintos investigadores, Wiklund y Vavrinecz desarrollaron una ecuación (función de saturación) para el cálculo de la solubilidad (o saturación) coeficiente (Rozsa, 2007).

Funcionamiento de un tacho tipo Batch

Factores más importantes para lograr una correcta operación:

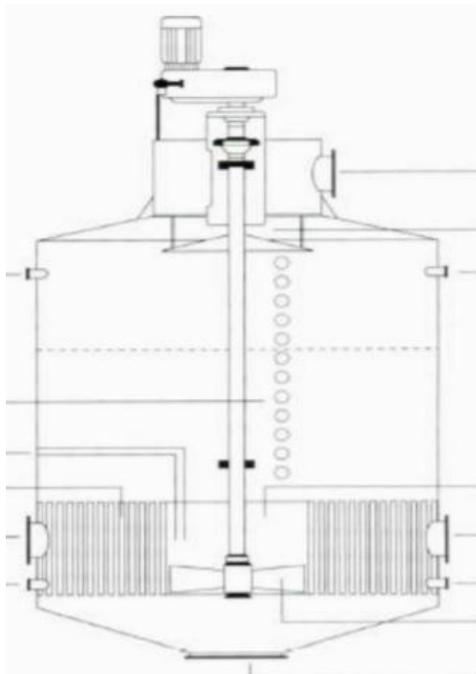
- Buena agitación
- Alta transferencia de masa y calor
- Condiciones uniformes en el licor y masa cocida (Ramiro, 2011).

Actividades que se realizaron: levantar vacío, concentrar, semillar, levantar a nivel de operación y apretar. Cristalización, dos pasos:

- Nucleación
- Crecimiento del cristal. Pasos que sirven para concentrar la solución. Fuerza motriz de la cristalización es la Sobresaturación. Rango de Sobresaturación: 1.30-1.40 (Ramiro, 2011).

Básicamente un tacho es una olla de presión, en el que se cose el licor para lograr la cristalización, solo que, en lugar de utilizar presión, utiliza vacío para optimizar la temperatura en todo momento, aquí es donde se logra cambiar de líquido a sólido la azúcar, mediante el proceso de cristalización.

Figura N° 2 Tacho Batch



Fuente: <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v36n2/rtq08216.pdf>

TAMAÑO DE GRANO DEL AZÚCAR

El cristal (de 1 milímetro a quizás 0,05 milímetros) de distribución puede ser observada. Lo más probable es que eran muchos cristales más pequeños de tamaño, también, pero que habían escapado a través de la pantalla de la centrífuga sólo para aumentar la cantidad de azúcar cristalizado. Es evidente que los cristales más pequeños (los "Joven generación") se

deben a la nucleación espontánea en las fases posteriores de la cristalización. Estos cristales, por lo tanto, no tiene tiempo suficiente para crecer a un tamaño más grande hasta el final de la cristalización (se supone que el tamaño de los cristales de siembra (los "viejos") fue bastante igual) (Rozsa, 2007).

Figura 3. Variación de cristales en tamaño



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Az%C3%BAcar#/media/Archivo:Sugar_2xmacro.jpg

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

en este proyecto se basó en la literatura científica con base de datos de Google Académico sobre el método de trabajo basado en la mejora del grano de azúcar.

Se cuenta con 17 bases de datos que representan una investigación amplia para poder sustentar la investigación.

Se encuentra información sustentable que nos ayuda a realizar el siguiente proyecto.

A partir de los modelos encontrados de información podemos llegar a estandarización de trabajo por ende mejorar la calidad de azúcar.

La investigación ha sido fundamentada con citas donde podemos obtener muchos conceptos, para poder desarrollarlo y poner en prácticas.

Las referencias citadas, se tomaron en base de datos de 2003 al 2017 teniendo 17 artículos de valiosa información.

En la revisión de la literatura encontramos nuevas formas para realizar el proceso de obtención de un mejor grano de azúcar por ende mejorar la calidad. El utilizado en esta investigación es la cristalización a través de semilla, la cual consiste en preparar una solución de azúcar disuelta por molinos de bolas con cierta cantidad de alcohol, la cual se vierte en un punto indicado y provoca una reacción en cadena de formación de cristales. Formación de cristales: existen precondiciones antes de jalar la semilla, las condiciones de la miel dentro del tacho tienen que ser ajustadas correctamente para asegurar que los cristales de la semilla

no sean disueltos inmediatamente (Bernd, 2008). Las condiciones para formar un cristal se basan en la densidad del licor y la temperatura la cuales deben mantenerse constantes, para que permitan la creación del cristal deseado.

El operador selecciona manualmente que tipo de semillado utilizará (Bernd, 2008).

El operador selecciona el tipo de producto (Bernd, 2008).

El operador arranca la operación (Bernd, 2008).

El arranque inicia si hay suficiente licor en el tanque (por ejemplo 30 %) (Bernd, 2008).

REFERENCIAS

Varez, M. (2008). recuperado 21 de diciembre de 2012, a las 10:00AM.

<http://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/que-es-la-productividad>.

Burbano, O. (2010). Variedades de Caña de Azúcar para la Producción de Panela. España: CORPOICA - E.E. Y UNIPAMPLONA.

Cifuentes, R. (2011). Estudio Estrategia metodológica basado en sobresaturación y producción de cristales para encontrar el punto óptimo de nucleación en el área de tachos. XII Congreso de Técnicos Azucareros de Guatemala. Retalhuleu: ATAGUA.

Chen, J. (2000). *Manual del Azúcar de Caña*. México: Limusa, S.A

Langhans, B. (2008). *Nahmat Control de Cristalización*, 13. Alemania: Siemens AG.

Rozsa, L. (2007). *SeedMaster2 Transmisor de Cristalización y semillamiento*, 102. Hungría: SeedMaster 2 Rev. 1/02.

Sánchez, A. y Bárcena, A. (2007). El azúcar en la enseñanza secundaria. España: Real Sociedad Española de Química.