

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES
Facultad de Ingeniería

“Propuesta de un nuevo proceso tecnológico de extracción de azúcar de remolacha con cualidades organolépticas comerciales para el consumo humano”

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos
Para obtener el título de Ingeniera de Producción

Profesor Guía: Doctor Miguel Gualoto.

María Cristina Santana Moreno
2007

MARCO REFERENCIAL

TEMA:

“Propuesta de un nuevo proceso tecnológico de extracción de azúcar de remolacha con cualidades organolépticas comerciales para el consumo”.

OBJETIVO GENERAL:

“Investigar la factibilidad de introducir un proceso alternativo en el proceso de extracción y el impacto social del consumo del azúcar de remolacha en la Ciudad de Quito, barrio Jipijapa de la Provincia de Pichincha”.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Determinar el ambiente propicio para el cultivo de la remolacha.
- ✓ Investigar sobre los procesos más adecuados para la extracción del azúcar de remolacha.
- ✓ Investigar las propiedades y utilidades del azúcar de remolacha para la salud de los seres humanos.
- ✓ Determinar la factibilidad de comerciar el azúcar de remolacha.
- ✓ Determinar el impacto social del consumo del azúcar de remolacha en la Jipijapa, Ciudad de Quito, Provincia de Pichincha.

ALCANCES

La presente investigación se limitará a más de cumplir los objetivos planteados a dimensionará los equipos del proceso productivo, sus características y régimen de producción, sin abordar aspectos como: la rentabilidad del proceso productivo, costos detallados de equipos, materias primas y otros necesarios para la producción industrial del azúcar de remolacha.

HIPÓTESIS:

La eliminación de la etapa de encalado en el proceso de producción de azúcar de remolacha permitirá obtener un azúcar con cualidades organolépticas beneficiosas para la salud

RESUMEN

La carrera de Ingeniería de Producción, forma profesionales capacitados para la identificación, análisis y solución de problemas de los sectores productivos y para el diseño de proyectos especializados, que respondan a los intereses y necesidades de individuos, de empresas e instituciones.

El presente trabajo de investigación tiene por objeto plantear una **propuesta de un nuevo proceso tecnológico de extracción de azúcar de remolacha con cualidades organolépticas comerciales para el consumo humano** para reducir los índices de enfermedad y muerte causados por el consumo del azúcar común.

Los objetivos fundamentales de este trabajo fue identificar un ambiente adecuado para el cultivo de la remolacha azucarera, determinar los procesos de extracción, comercialización y el impacto en la sociedad, utilizando como instrumento encuestas científicamente validadas en barrio de la Jipijapa de la ciudad de Quito, dando como resultado que la mayoría de los encuestados desean conocer y utilizar este nuevo producto debido a sus cualidades organolépticas.

Superando las dificultades técnico – operativas se logró establecer un método práctico y efectivo para eliminar los no azúcares de la solución de difusión y facilitar las operaciones de cristalización y separación del azúcar, durante los trabajos se sometió a prueba el esquema inicialmente planteado, sin que se lograra obtener resultados óptimos; al cambiar de estrategia e implementar un sistema de filtro múltiple, se lograron mejores resultados: optimización de los tiempos del proceso, mejora en la calidad del olor y sabor del producto final y la eliminación definitiva de la etapa de carbonatación.

Una de las limitaciones que en mayor grado incidió en los resultados fue la falta de un sistema de cocción al vacío y de centrifugación para incrementar el rendimiento en la producción de azúcar cristalino.

Es seguro que la investigación puede ser mejorada con la introducción de equipos adecuados a escala industrial en un sistema a circuito cerrado y que controle todos los efluentes del sistema de producción, en tal forma que se garantice la calidad ambiental del proceso productivo.

INTRODUCCIÓN

Debido a que en el presente siglo las estadísticas de enfermedad y muerte son por causa de: cáncer, diabetes y estrés, esta investigación, está orientada a buscar un producto alternativo endulzante que prevenga estas enfermedades, como es el azúcar de remolacha.

Es responsabilidad de la educación y en especial de la superior contribuir con estudios investigativos para mejorar la salud mental y física de los habitantes ecuatorianos, pues estudios realizados recientemente en la Universidad de Kuban State en Rusia, demostraron que la cal utilizada en el blanqueamiento del azúcar de caña ocasiona a corto, mediano o largo plazo las enfermedades descritas.

La estructura del presente trabajo de investigación esta conformada por ocho capítulos y en cada uno de ellos se desarrollan contenidos relacionados con el presente estudio.

En el **capítulo I** está el marco teórico; en el **capítulo II** se encuentra detallado la forma de cultivo de la remolacha; en el **capítulo III** el almacenamiento y características técnicas de la semilla del azúcar de remolacha; en el **capítulo IV** procesos tecnológicos de producción; en el **capítulo V** fabricación del producto; **capítulo VI** diseño del proceso de producción de azúcar de remolacha; **capítulo VII** comercialización y **capítulo VIII** conclusiones y recomendaciones.

Además se encuentran: referencias bibliográficas, anexos y las respectivas hojas de seguridad de las soluciones utilizadas en el proceso.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme fe, valor, seguridad y confianza para cumplir mis sueños.

A mis padres, quienes siempre han sido mi gran fortaleza, ejemplo e inspiración; por creer en mí y ser los pilares fundamentales de mi vida.

A mis hermanas, abuelitos, tíos, tías, quienes siempre me han apoyado, ayudado y guiado a seguir luchando por conseguir las metas.

A mi querido tutor Dr. Miguel Gualoto, por su estímulo constante en este arduo trabajo, quien durante la dirección de esta tesis, puso a mi servicio sus valiosos conocimientos y eficiencia comprobada.

A mi querida Universidad, que me brindó la oportunidad de materializar un peldaño en mi vida profesional.

A todos mis profesores que a lo largo de toda mi carrera estudiantil, sembraron en mí un gigantesco legado de conocimientos.

A mis amigas y amigos, que siempre estuvieron pendiente del avance de este trabajo y constantemente apoyándome para su ejecución.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis grandes modelos de mi vida, mis PADRES, gracias por enseñarme el valor de vivir, el significado de alcanzar los sueños con la lucha continua, el lidiar con esfuerzo para conseguir todo las metas propuestas, por enseñarme a levantarme cada vez que se presentan problemas y apoyarme siempre en todos mis proyectos.

Les amo y gracias por todas las bendiciones, alegría y eterno amor que me regalan cada instante de mi vida.

DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

Yo, Miguel Gualoto, Doctor en Bioquímica y profesor de la Universidad de las Américas, declaro que el presente trabajo fue ejecutado por María Cristina Santana Moreno, bajo mi orientación y guía.

Doctor Miguel Gualoto

INDICE

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1	Introducción	1
1.1.1	El azúcar de remolacha, todo un descubrimiento	1
1.1.2	Casi el 90% del azúcar que se consume hoy día en Europa procede de la remolacha	2
1.2	Etimología y origen del azúcar de remolacha.....	2
1.2.1	Etimología	2
1.2.2	Orígenes.....	2
1.3	Azúcar de remolacha.....	3
1.3.1	El azúcar refinado	3
1.3.2	Variedades comerciales del azúcar	4
1.3.3	Subproductos que se fabrican con el azúcar	4
1.4	Beneficios del azúcar de remolacha	6
1.4.1	Importancia del azúcar	6
1.5	Desventajas del consumo de azúcar	8
1.5.1	El daño en la salud dental	8
1.5.2	Diabetes	8
1.5.3	Obesidad	9
1.5.4	Consumo recomendado de azúcar	9
1.6	Mitos sobre la pulpa de remolacha.....	10
1.6.1	Rompimiento de mitos	11
1.7	Impacto social de la producción, comercialización y consumo del azúcar	11
1.7.1	Impacto del azúcar en el medio ambiente	12
1.7.2	Impacto del azúcar sobre los ecosistemas	13
1.7.3	Impacto en la salud	14

1.7.4 Impacto social del azúcar de remolacha.....	15
1.7.5 Impacto del azúcar de remolacha en la salud	15
1.7.6 Impacto del cultivo de la remolacha en el ecosistema	17

CAPÍTULO II: CULTIVO DE LA REMOLACHA AZUCARERA

2.1 Taxonomía y morfología	18
2.2 Requerimientos edafoclimáticos	18
2.3 Particularidades del cultivo	19
2.3.1 Cultivo a campo abierto.....	19
2.3.1.1 Preparación del terreno	19
2.3.1.2 Siembra	20
2.3.1.3 Tipos de semillas	21
2.3.1.4 Riego	22
2.3.1.5 Abonado	22
2.3.1.6 Malas hierbas	24
2.4 Cultivo en invernadero.....	25
2.4.1 Transplante.....	25
2.5 Rotaciones del cultivo.....	26
2.6 Plagas y enfermedades.....	26
2.6.1 Plagas.....	26
2.7 Recolección.....	28
2.8 Valor nutricional	28
2.9 Glosario de términos.....	30

CAPÍTULO III: ALMACENAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA SEMILLA DEL AZÚCAR DE REMOLACHA

3.1 Almacenamiento	31
3.2 Exigencias tecnológicas a los tubérculos	33
3.3 Exigencias técnicas a los tubérculos	35
3.4 Determinación de las impurezas totales y lesiones de la partida	35
3.5 Procesos que ocurren en los tubérculos durante el almacenamiento.....	37
3.6 Conservación de la remolacha azucarera fresca.....	39
3.7 Glosario de términos.....	42

CAPÍTULO IV: PROCESOS TECNOLÓGICOS DE PRODUCCIÓN DE AZÚCAR

4.1 Modelo de un proceso de producción de caña de azúcar	45
4.1.1 Obtención del azúcar de caña en Ingenio Sancarlos	45
4.2 Parámetros técnicos de sistemas similares al Ingenio Sancarlos.....	51
4.2.1 Cálculo de evaporaciones en un ingenio azucarero	51
4.2.2 Rendimiento regional en la producción de azúcar.....	52
4.3 Operaciones unitarias y equipos de una línea de producción de azúcar de caña	54
4.3.1 Recolección de la caña de azúcar	54

4.3.2 Pesaje	54
4.3.3 Mostreo de Laboratorio	55
4.3.4 Descarga	55
4.3.5 Preparación.....	56
4.3.6 Extracción	57
4.3.7 Filtración	58
4.3.8 Sulfatación-Alcalización	58
4.3.9 Calentamiento.....	59
4.3.10 Clarificación.....	60
4.3.11 Filtración de Cachaza.....	60
4.3.12 Evaporación.....	61
4.3.13 Cristalización	62
4.3.14 Centrifugación	63
4.3.15 Secado.....	63
4.3.16 Empaque	64
4.4 Características del producto terminado.....	64
4.4.1 Azúcar blanco.....	65
4.4.2 Azúcar blanco especial	66
4.4.3 Azúcar refinado	67
4.4.4 Azúcar crudo	68
4.5 Glosario de términos.....	69

CAPÍTULO V: PROCESO PROPUESTO DE FABRICACIÓN DEL AZÚCAR DE REMOLACHA

5.1 Bases de producción del azúcar de remolacha.....	70
5.1.1 Esquema del proceso de producción	70
5.1.2 Proceso estándar de producción de azúcar de remolacha	70
5.1.3 Producción de azúcar refinada	76
5.2 Proceso propuesto de extracción de azúcar de remolacha	79
5.2.1 Descripción de la propuesta	79

5.2.1.1 Propuesta No. 1	79
5.2.1.2 Propuesta No. 2	81
5.2.2 Conclusión de la propuesta	83
5.2.3 Utilización de los residuos de la remolacha	84
5.2.3.1 Compostaje con residuos de remolacha.....	84
5.2.3.2 Producción de alimentos.....	86
5.2.3.3 Lodos residuales	86
5.3 Glosario de términos.....	87

CAPÍTULO VI: DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE AZÚCAR DE REMOLACHA

6.1 Diseño del proceso.....	89
6.2 Equipos	91

CAPÍTULO VII: COMERCIALIZACIÓN

7.1 Estudio de mercado	96
7.2 Aplicación y validación de encuestas	96
7.3 Tabulación y análisis de resultados	97
7.3.1 Conocimientos	98
7.3.2 Proceso	98
7.3.3 Costumbre	99
7.3.4 Nivel cultural, género y edad.....	99
7.3.5 Preparación del producto	99

CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones 100

8.1 Recomendaciones 102

BIBLIOGRAFÍA 104

ANEXOS 106

HOJAS DE SEGURIDAD DE SOLUCIONES 162

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1 El azúcar de remolacha, todo un descubrimiento

Al principio, la planta de la remolacha se cultivaba por sus hojas, que se consumían de igual forma que las espinacas o las acelgas. Más adelante, la raíz ganó popularidad, especialmente la de la variedad roja conocida como remolacha. En 1600, el agrónomo francés Olivier de Serres relataba: "cuando se cocina este manjar da un jugo almibarado". En esa época nadie se preguntó de dónde provenía el sabor dulce de la raíz.¹

El descubridor del azúcar de remolacha fue el notable Andreas Marggraf en 1747. Este científico demostró que los cristales de sabor dulce obtenidos del jugo de la remolacha eran iguales a los de la caña de azúcar. En 1801, se construyó la primera fábrica de azúcar en Cunern, Baja Silesia. A pesar de este descubrimiento, a principios del siglo XIX la caña de azúcar seguía siendo la principal fuente de azúcar.²

El impulso en el comercio de la remolacha azucarera no tuvo lugar hasta el bloqueo de las líneas comerciales francesas durante las guerras napoleónicas. En 1806, la caña de azúcar prácticamente había desaparecido de las tiendas europeas. En el 1811, Napoleón contribuyó al establecimiento y crecimiento de las empresas dedicadas a la obtención de azúcar de remolacha. En pocos años, había más de cuarenta fábricas de azúcar de remolacha, especialmente en el norte de Francia, Alemania, Austria, Rusia y Dinamarca. Cuando se levantó el bloqueo de los puertos del continente y reapareció la caña de azúcar, muchos países dejaron de producir azúcar de remolacha; sin embargo, el gobierno francés apoyó la selección y explotación de las variedades con mayor

¹El Azúcar de Remolacha, www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/curiosidades/2002/07/18/4852_2.php, pag 1, 24/11/06

²El Azúcar de Remolacha, www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/curiosidades/2002/07/18/4852_2.php, pag 2, 24/11/06

contenido de azúcar y los avances en las técnicas de extracción de ésta. Esta política hizo posible que la remolacha se convirtiera en una opción viable.³

1.1.2 Casi el 90% del azúcar que se consume hoy día en Europa procede de la remolacha

En la actualidad, Europa produce 120 millones de toneladas de remolacha al año, que se usan para producir 16 millones de toneladas de azúcar blanca. Francia y Alemania siguen siendo los principales productores, también se produce azúcar de remolacha en todos los países de la Unión Europea salvo en Luxemburgo⁴, debido a que su principal industria es el acero, le sigue en fuente de ingresos la generada por el sector bancario, la producción industrial siderúrgica, la industria química y últimamente se han unido nuevas industrias derivadas de la informática y el campo audiovisual; en la agricultura no es motivo de atención la producción⁵.

1.2 ETIMOLOGÍA Y ORIGEN DEL AZÚCAR DE REMOLACHA

1.2.1 Etimología:

Durante la época de Nerón un escritor le puso el nombre de saccharum. Dioscorides hace referencia a “una especie de miel sólida llamada saccharum, que se encuentra en las cañas de la India y en Arabia; tiene la consistencia de la sal y es crujiente”. El nombre en latín medieval para un trozo de esa preciosa sustancia fue sustituido más tarde en occidente por el de azúcar. La palabra original en sánscrito continuó siempre relacionada con sal de India, sobreviviendo su transición a través de las lenguas del imperio árabe y de las lenguas latinas. De hecho el sánscrito canda se convirtió en la palabra “candy” (caramelo) en el idioma inglés.⁶

³ El Azúcar de Remolacha, www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/curiosidades/2002/07/18/4852_2.php, pag 2, 24/11/06

⁴ El Azúcar de Remolacha, www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/curiosidades/2002/07/18/4852_2.php, pag 2-3, 24/11/06

⁵ Economía y negocios, <http://www.excite.es/viajes/guias/europa/luxemburgo/EconomiaNegocios>, pag.1, 19/12/07.

⁶ Azúcar, <http://www.mind-surf.net/drogas/azucar.htm>, pag1, 24/11/06

1.2.2 Orígenes:

El azúcar no era conocida en la antigüedad. Ninguno de los libros antiguos la menciona. Los profetas sólo consignan unas cuantas cosas sobre la caña de azúcar, un raro y caro lujo importado de tierras lejanas. Se atribuye al imperio persa la investigación y el desarrollo del proceso que solidificó y refinó el jugo de la caña, conservándolo sin fermentación para posibilitar su transporte y comercio. Esto ocurrió poco después del año 600 de nuestra era y comenzó a usarse como medicina. En esa época, un trocito de azúcar era considerado como una rara y preciada droga. La llamaban sal India o miel sin abejas y se importaban pequeñas cantidades a un gran costo. Herodoto la conocía como miel manufacturada y Plinio como miel de caña.⁷

1.3 AZÚCAR DE REMOLACHA

1.3.1 El Azúcar Refinado

Algunas etiquetas de los envases de azúcar parecen indicar que el producto es azúcar pura, pero todo el azúcar comercial ha sido sometido a algún refinamiento. El azúcar puro genuino, no puede ser comprado y vendido al consumidor general en los Estados Unidos según las regulaciones de la “Food and Drug Administration”, por no ser adecuado para el consumo humano.

El azúcar turbinado, es un producto obtenido separando los cristales en bruto de la caña de azúcar en una centrifugadora y lavándolos con vapor. Según Dominio Sugar, el azúcar turbinado no se pasa a través de un filtro de huesos porque su color moreno es conveniente.

El refinado del azúcar conlleva una serie de fases, que incluyen la aclaración y un paso inicial en el que se añade jarabe de azúcar. Los agentes aclarantes son el hidróxido de calcio, el ácido fosfórico y la poliacrilomita. El azúcar empleado en el jarabe inicial, es un azúcar bruto intermedio que todavía no ha pasado a través del filtro de huesos.

Si la única razón para no consumir azúcar refinado es el uso de huesos carbonizados, se debe considerar comprar azúcar que no haya sido pasado

⁷ Azúcar, <http://www.mind-surf.net/drogas/azucar.htm>, pag1, 24/11/06

por esos filtros. El azúcar refinado de remolacha, que nunca emplea huesos, a menudo viene etiquetado como azúcar granulado fino. California & Hawaiian Sugar Co, produce un azúcar que no ha sido pasado por filtro de huesos. Esta etiquetado como azúcar puro lavado. El azúcar de caña, que a veces usa filtro de huesos, se indica como azúcar de caña en el envase.⁸

1.3.2 Variedades Comerciales del azúcar

El azúcar blanco, según las exigencias del mercado, se expende en diferentes formas:

AZÚCAR MOLIDO: se obtiene por trituración mecánica del azúcar en panes.

AZÚCAR GRANULADO: formado por cristales más o menos grandes.

AZÚCAR BRUTO: que se comercia según su riqueza en sacarosa y su color.

AZÚCAR EN PANCITOS: se obtiene humedeciendo el azúcar refinada con jarabe incoloro, moldeado en cubos o en pancitos es llevado a secadores especiales.

AZÚCAR PILE: se presentan en terrones irregulares, que se obtienen descansando el azúcar en un tambor rotatorio en donde llega una corriente de aire seco.

AZÚCAR IMPALPABLE: se prepara moliendo el azúcar cristalizado hasta polvo muy fino y mezclándolo con un 3% de almidón para impedir el empastado.

AZÚCAR CANDE: se evapora una disolución de azúcar en recipientes de cobre, cuya parte interior contiene hilos atravesados, se deja enfriar lentamente. Hermosos cristales prismáticos se aglomeran alrededor de los hilos y en las paredes de los recipientes. La disolución se coloca en estufas calentadas a 60°C, después de 10 o 12 días se rompe la corteza superior para dejar salir el jarabe. Los cristales se lavan con agua tibia y son secados a la estufa. Se emplea en la fabricación de vino de champagne, se usa también contra la tos.

AZÚCAR RUBIA O NEGRA: es menos refinada y contiene trozos de otros azúcares y sustancias coloreadas y tiene un agradable sabor.

JARABES: son soluciones concentradas de azúcar, con presencia de azúcar invertido que impide su cristalización.

⁸Qué es el azúcar, www.azucar.cl, pag 1, 23/11/06

Entre los jarabes se incluyen las melazas, los melados y el jarabe dorado.⁹

1.3.3 Subproductos que se derivan de la elaboración del azúcar

MELAZA: es la miel residual que se obtiene del proceso de la cristalización del azúcar. Parte de la producción se utiliza como materia prima para la fabricación de la levadura y en la fabricación de otros productos también en la Industria Azucarera Chilena IANSA, como cosetan, melazán, y alcohol.

MELAZÁN: este alimento para ganado se obtiene a partir de la melaza, a lo que se agregan sales minerales, y otros elementos nutritivos, dándole la consistencia adecuada para su manipulación.

COSETA: de la etapa de extracción del azúcar se obtiene valioso forraje, la coseta constituida por la pulpa de remolacha, que contiene carbohidratos, proteínas y sales minerales.

COSETAN: es un alimento para ganado ovino y bovino, se compone del 76% de coseta fresca y un 10% de melaza, el resto corresponde a afrechos de oleaginosas y sales minerales.

ALCOHOL: el 40% de la melaza producida por IANSA se procesa y da origen a un alcohol de excelente calidad, cubriendo el 90% del mercado nacional.

ANHÍDRIDO CARBÓNICO: se obtiene de la destilación del alcohol y se vende en estado líquido y sólido para la industria de hielo seco, bebidas gaseosas y otros.¹⁰

MIEL: los ingenios del país no fabrican miel para el consumo de la población. La poca cantidad que se consume proviene de pequeños trapiches al aire libre que extraen el jugo de la caña, que es sometido a cocción en tachos bajo galpón, hasta que, mediante sucesivos hervores queda convertido en miel.

BAGAZO: exprimida la caña por los trapiches, queda el residuo fibroso o sea, el bagazo. La casi totalidad del bagazo se emplea en los ingenios como combustible. El bagazo puede utilizarse también en la industrialización de diversos productos, entre ellos la celulosa, para fabricar papeles y cartones, el celotex o tablas alisadoras y para construir tabiques y paredes internas y los plásticos para diversos usos, entre ellos, como material para carrocerías de automóviles.

⁹ Pulpa de remolacha, www.eukanub.com, pag 1, 23/11/06

¹⁰ Pulpa de remolacha, www.eukanub.com, pag 1, 23/11/06

CELULOSA: en la Argentina se utiliza el bagazo en la fabricación de pulpa para elaborar papeles y cartones. En Tucumán existe una fábrica de papeles que utilizan en parte los residuos de la caña, despuntes, malojas y bagazo y el ingenio “Bella Vista” produce celulosa para fabricar papel de envolver y cartones. En Santa Fe, el ingenio “Arno” elabora celulosa que es empleada en la fabricación de papel para embalar y corrugado.

En Estados Unidos se instaló en 1953 la primera fábrica del mundo para elaborar papel de diarios con el bagazo exclusivamente.¹¹

1.4 BENEFICIOS DEL AZÚCAR

El azúcar es un alimento sano y natural que ofrece una serie de beneficios fundamentales para el organismo. Su principal función es la de aportar energía, pero también es importante el sabor y placer que proporciona. El azúcar es un ingrediente que se añade a otros alimentos y forma parte de muchos productos elaborados. A todos ellos les aporta un sabor, una textura, un color y un aroma inconfundible.¹²

1.4.1 Importancia del azúcar

La importancia del azúcar se puede resaltar considerando los siguientes aspectos:

- **Azúcar, un alimento sano**

El azúcar es un alimento de origen natural que se extrae de la remolacha o de la caña de azúcar. Se trata de sacarosa, un disacárido constituido por la unión de una molécula de glucosa y una molécula de fructosa. La sacarosa está presente en estos cultivos, al igual que en otras plantas, árboles, flores, frutas o verduras.

Existen tres principios inmediatos o macro nutrientes: grasas, proteínas e hidratos de carbono. El azúcar pertenece al grupo de los hidratos de carbono. Se trata de los compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza y

¹¹ El azúcar, www.mind-surf.net, pág. 1, 24/11/06

¹² El azúcar, www.mind-surf.net, pág. 2, 24/11/06

constituyen la principal fuente de energía. Todos los alimentos que pertenecen a este grupo tienen el mismo valor energético: cuatro calorías por gramo. Los que pertenecen a las grasas, por ejemplo, proporciona más del doble, nueve calorías por gramo.¹³

- **Una fuente de energía esencial para nuestro organismo**

La principal función del azúcar, es proporcionar la energía que nuestro cuerpo necesita para el funcionamiento de órganos tan importantes como el cerebro y los músculos. Sólo el cerebro es responsable del 20% del consumo de la energía procedente de la glucosa, aunque también es necesaria para otros tejidos del organismo ya que todas las células del cuerpo humano son capaces de oxidar glucosa. Además, esta energía es de fácil y rápida asimilación, por esta razón, el organismo la emplea inmediatamente y no se almacena de forma tan eficaz como las grasas.¹⁴

- **¿El azúcar engorda?**

Hoy en día esta teoría esta considerada errónea y se sabe que son diversos factores, dietéticos, los que influyen en la obesidad; recientes investigaciones demuestran que la restricción de azúcar y su reemplazo por un edulcorante artificial, disminuyen escasamente el peso corporal. Para el azúcar como para cualquier otro alimento, todo depende de las cantidades consumidas. Esta es la razón por la cual para adelgazar, no sirve de nada eliminar el azúcar de nuestra alimentación, si por otro lado no se varían los hábitos alimenticios.¹⁵

- **Dieta equilibrada**

Lo esencial es respetar los equilibrios alimenticios. Una dieta equilibrada debe contener un 15% de proteínas, un 35% de grasas y un 50% de glúcidos o hidratos de carbono, elemento nutritivo energético por excelencia. Podemos incluir un consumo aproximado de 70 gramos de azúcar al día; en un alimento

¹³ El Azúcar y otros edulcorantes, www.irv.org, pag 1, 20/11/06

¹⁴ El Azúcar una fuente esencial para el organismo, www.aprenderacomerbien.es, pag 2, 21/11/06

¹⁵ El Azúcar, www.mind-surf.net, pag 3, 24/11/06

que nuestro organismo asimila y digiere fácilmente y que nos proporciona energía.¹⁶

- **Cualidades del azúcar**

El azúcar le da un toque de sabor a nuestras comidas, juega un rol de edulcorante, es decir un producto que entrega un sabor dulce. También resalta los sabores de los alimentos. Por esto, inclusive la encontramos en productos como: verduras en conservas, platos preparados y productos congelados. El azúcar es además un agente de textura, de acuerdo a las proporciones, contribuye a que los productos sean crocantes.¹⁷

1.5 DESVENTAJAS DEL CONSUMO DE AZÚCAR

1.5.1 El daño en la salud dental

Las caries dentales ocurren, porque las bacterias degradan los carbohidratos (azúcares y almidones) para formar ácidos en la placa, que entonces desmineraliza (disuelve) el esmalte dental cercano. Los factores más significativos relativos a la dieta son:

La frecuencia: El consumo frecuente de bocadillos que contienen carbohidratos, incrementa el tiempo durante el cual los dientes están expuestos a los efectos desmineralizantes de los diversos ácidos. La cantidad de carbohidratos consumida no es tan significativa para la formación de caries dentales como la frecuencia del consumo.

La forma: Los carbohidratos pegajosos quedan retenidos sobre los dientes y permiten que se prolongue la producción de ácidos. Entre los alimentos pegajosos que contienen azúcar, se encuentran la goma de mascar, las uvas pasas y otros frutos secos y algunos caramelos. Investigaciones recientes han encontrado que los alimentos con almidón (por ejemplo, palitos de pan, hojuelas de maíz, hojuelas de papas fritas) pueden quedarse en la boca más tiempo que algunos alimentos dulces.

¹⁶ Idem

¹⁷ Percepción de sabores, www.consumer.com, pag 1, 23/11/06

1.5.2 Diabetes

La diabetes es una enfermedad producida por una alteración del metabolismo de los carbohidratos en la que aparece una excesiva cantidad de azúcar en la sangre y en la orina.

La diabetes es resultado de un grupo de procesos con causas múltiples. El páncreas humano segrega una hormona denominada insulina, que facilita la entrada de glucosa a la célula de todos los tejidos del organismo, como fuente de energía. En un diabético hay déficit en la cantidad de insulina que produce el páncreas, o una alteración de los receptores de la célula de ésta, dificultando el paso de la glucosa. De este modo, aumenta la concentración de la glucosa en la sangre y ésta se excreta en la orina.

En las dos formas de diabetes, la presencia de niveles de azúcar elevados en la sangre durante muchos años es responsable de alteraciones en el riñón, en la vista, en la circulación de las extremidades y necrosis (destrucción de los tejidos del organismo) que en ocasiones puede precisar amputación de extremidades y alteraciones sensitivas por lesiones del sistema nervioso.

Esta enfermedad es hereditaria.¹⁸

1.5.3 Obesidad

Es una condición corporal caracterizada por el almacenamiento de una cantidad excesiva de grasa en el tejido adiposo bajo la piel y en el interior de ciertos órganos, así como en los músculos.

El azúcar tiene mucho que ver con esta enfermedad, ya que al ser consumida en exceso junto con una serie de procesos se convierte en grasa.

No sólo el azúcar refinada provoca este trastorno, sino también los alimentos fabricados con ésta; como los productos de confitería o las bebidas alcohólicas, que tienen un alto contenido en calorías, pero muy bajo en nutrientes.

¹⁸ El azúcar en tu dieta, http://www.imperialsugar.com/fw/main/El_Azucar_En_Tu_Dieta-185.html#12, pag 2, 22/11/06

1.5.4 Consumo recomendado de azúcar

Para que una dieta sea equilibrada y las necesidades de nuestro organismo queden cubiertas, es necesario consumir entre un 55 y un 60% de hidratos de carbono, un 30% de grasas y entre un 10 y un 15% de proteínas.

Respecto al azúcar, una cantidad equivalente de 60 a 80 gramos diarios, puede considerarse un consumo adecuado dentro de una alimentación sana y equilibrada. Esta cantidad, equivale a 10 cucharaditas de azúcar al día, con la que se puede endulzar multitud de alimentos y bebidas.

Estas recomendaciones vienen avaladas, por dos de los más importantes organismos internacionales dedicados a la salud: la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS).

1.6 MITOS SOBRE LA PULPA DE REMOLACHA

¿La pulpa de remolacha es perjudicial?

La pulpa de remolacha no contiene toxinas y es una fuente de fibra muy segura.

¿La pulpa de remolacha afecta el color del cabello?

No hay nada en la pulpa de remolacha que pueda afectar la pigmentación del pelo. El interior de la misma es de color claro. La piel externa, que es de color oscuro, no se la usa.

¿La pulpa de remolacha contiene azúcar?

Por definición, la pulpa de remolacha es el material que queda después de extraer el azúcar de la remolacha azucarera. Por lo tanto, la pulpa de remolacha no contiene azúcar.

¿La pulpa de remolacha provoca hinchazón?

La hinchazón esta relacionada con un defecto del estómago que retrasa la evacuación. Se cree que la hinchazón no está relacionada con la dieta ni los ingredientes, como la pulpa de remolacha. Sin embargo la causa de la hinchazón sigue desconocida.¹⁹

1.6.1 Rompiendo mitos

“The Iams Company” ha realizado numerosas investigaciones sobre muchos tipos de fibra. De conformidad con los resultados de estas investigaciones, la pulpa de remolacha promueve la salud del intestino y se combina con otros nutrientes que proporcionen una óptima nutrición.

“The Iams Company” es propietaria de una patente para la pulpa de remolacha moderadamente fermentable.

También afirma que normalmente suele ocurrir en toda persona que consume azúcar en forma cotidiana, es que sus niveles de glucosa se mantiene permanentemente por encima del nivel regular, es decir, rara vez se experimenta una baja hacia la auténtica normalidad en los niveles de glucosa. La mayoría de la población mundial literalmente vive bajo los efectos del azúcar, sin saberlo y sin notarlo. Este desequilibrio permanente, está siendo asociado con diversas enfermedades nerviosas, especialmente en los niños.²⁰

1.7 IMPACTO SOCIAL DE LA PRODUCCIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y CONSUMO DEL AZÚCAR.

Previo al estudio del impacto social que producirá el azúcar de remolacha, es necesario mostrar el impacto que se ha venido dando en Latinoamérica con el azúcar de la caña. Los primeros africanos esclavizados llevados al nuevo mundo alrededor de 1503 – 1505, trabajaron en las plantaciones de azúcar y los últimos africanos esclavizados, introducidos de contrabando en Cuba, en la

¹⁹ Azúcar, www.alimentacion-sana.com, pag 3, 22/11/06

²⁰ Azúcar que consumimos, www.infor.com, pag 2, 22/11/06

década de 1860 o 1870, trabajaron en plantaciones de azúcar. Una tradición desesperadamente duradera.

Diversas fuentes aseguran que, las mayores empresas transnacionales encargadas de la transformación de azúcar se enriquecen, perpetuando un sistema en el que, a costa de los consumidores de muchos países y de otros productores extranjeros más eficientes, multiplican las divisas existentes entre los países del Norte y del Sur.

En la mayoría de los países en desarrollo en los que se produce azúcar de caña, los ingresos de los pequeños productores son muy bajos, al igual que los sueldos de los trabajadores de la industria azucarera. Estas condiciones de vida, en muchos casos, tienen una influencia importante, y a la vez son influidas, por las condiciones de los derechos humanos y laborales en el país y la zona en cuestión. En gran parte de estos países se cultiva caña de azúcar en grandes plantaciones, cuyos propietarios no suelen reconocer a los sindicatos.

La situación de los trabajadores temporales, contratados sobre todo en la época de cosecha, es todavía peor: suelen ganar menos que los trabajadores fijos y trabajan a destajo. Así mismo, en gran número de ocasiones, aparecen denuncias acerca de los trabajadores de la caña de azúcar y de las asociaciones que los representan; así como de organizaciones de derechos humanos y laborales de todo el mundo, que protestan contra la aplicación de pesticidas, la rigidez de las condiciones laborales, la imposibilidad de asociación.²¹

1.7.1 Impacto del azúcar en el medio ambiente

Derivados de la producción y consumo de los más de 140 millones de toneladas de azúcar generados cada año, producen severos impactos medioambientales en todo el mundo: a través de la pérdida de hábitats naturales; el uso intensivo de agua y agroquímicos; la filtración y escorrentía de aguas contaminadas y la polución aérea. Esto nos lleva cada vez más a una

²¹ El Azúcar y otros edulcorantes, www.irv.org, pag 1, 20/11/06

degradación progresiva de la vida salvaje, y de las bases bióticas de la reproducción de la vida, tierra, aire, agua y biodiversidad, allí donde el azúcar se produce y en los ecosistemas que están situados aguas abajo. Aunque muchos de estos impactos medioambientales, son generalizables a todo el sistema productivo agrícola, algunos son particularmente importantes en la producción de azúcar. Los relacionados con el riego de la caña de azúcar y la contaminación aérea generada, son de particular gravedad.

1.7.2 Impacto de la azúcar sobre los ecosistemas

Se producen graves impactos en los ecosistemas alrededor de las producciones de azúcar, así como en aquellos lugares cercanos a industrias de transformación.

Contaminación de acuíferos: Es uno de los impactos mas significativos dentro de la industria azucarera. En aquellos países en los que la legislación ambiental no es muy severa ni controlada, se producen vertidos de las impurezas sobrantes, generalmente una vez al año en las corrientes de agua más cercanas, causando daños irreparables a la flora y fauna de la zona y de toda la cuenca de los ríos a los que se vierte.

Uso intensivo de agroquímicos: El impacto negativo del uso de pesticidas sobre la salud humana es considerable. La Organización Mundial de la Salud estima, que hay entre 2 y 5 millones de casos de envenenamiento anuales en los países en desarrollo, debido a los químicos utilizados en la agricultura; de los cuales 40.000 tienen un fatal desenlace. Además la preocupación generada por el uso defectuoso de estos pesticidas; el valor total de las ventas mundiales de agroquímicos se ha incrementado más de tres veces los últimos 20 años, hasta alcanzar 41 mil millones de dólares, en el año 2001.

Uso excesivo de agua de riego: La agricultura constituye el mayor consumidor de agua en el globo. El 70% del agua dulce consumida es para riego, llegando al 90% en algunos países en vías de desarrollo en algunas zonas desfavorecidas, pero con frecuencia lo obtenido de su uso ha sido insuficiente para pagar los servicios a la deuda externa, o incluso para cubrir los costos de manejo y mantenimiento. Es importante recalcar que la caña de azúcar esta

dentro del grupo de los grandes consumidores de agua con el arroz y el algodón y se le suministra entre 1500 y 2000mm al año.

Quema de precosecha de la caña de azúcar: Este método de cosecha, utilizado en la caña de azúcar en algunos casos conduce a una pérdida de riqueza y fertilidad en el suelo, la pérdida de propiedades físicas y químicas del suelo necesarias para la producción posterior, así como a incrementar los niveles de CO en las cercanías de las plantaciones en la época de la quema anterior a la cosecha.²²

1.7.3 Impacto en la salud

En lo referente a la salud podríamos hacer una distinción clara: los problemas de salud ocasionados por el trabajo en las plantaciones de azúcar en los países donde se produce y posteriormente los problemas de salud generados por el consumo de azúcar.

Con respecto a los primeros, los trabajadores con la caña de azúcar requieren que las personas encargadas de su manejo, utilicen herramientas que no estén expuestas con frecuencia a sustancias irritantes para la piel y los ojos; especialmente cuando manejan caña verde; también a una exposición elevada a los tratamientos químicos, que supone la periódica aplicación de herbicidas. Así mismo, en no pocas ocasiones las personas encargadas del trabajo en la caña, se ven expuestas a quemaduras e inhalación del humo, como consecuencia de la entrada en los campos de caña para realizar el corte, una vez quemados los campos.

Como resultado de los riesgos para la salud a los que están expuestos, un estudio del Programa Internacional para la Erradicación del Trabajo Infantil (IPEC) concluyó: que los niños trabajadores en la caña, experimentaban habitualmente dolores de cabeza, cortes en la piel, torso; y sobre todo, en las extremidades; problemas de espalda o de cuello; problemas respiratorios e irritaciones en piel y ojos. Todo ello unido a la dificultad de encontrar tratamiento médico y el costo del mismo, en determinados lugares, hace que el

²²El Azúcar y otros edulcorantes, www.irv.org, pag 2, 20/11/06

cultivo y el cuidado de la caña de azúcar sea una práctica de riesgo para la salud, si bien es cierto que es la única fuente de ingresos para muchos trabajadores en algunas ocasiones, de manera que es obligada la aceptación de tales condiciones para poder subsistir.²³

1.7.4 Impacto social del azúcar de remolacha

El impacto social que producirá el azúcar de remolacha y el impacto que se ha producido en los países donde se consume y el por qué es producida en tal magnitud en Europa, es organización común de mercado el impulso de este producto que puede impactar con éxito.²⁴

En la actualidad, la organización común de mercado OCM del sector del azúcar se rige por el Reglamento (CE) nº 1260/2001 del Consejo. Sus rasgos más destacados son intervenciones en los precios, cuotas de producción, comercio con países terceros y autofinanciación. Sus disposiciones principales sólo son aplicables hasta el 30 de junio de 2006.

La ayuda comunitaria para el sector se presta y los ingresos se protegen por medio de las compras de intervención de azúcar y mediante un precio mínimo para la remolacha azucarera. Estas disposiciones han sufrido pocas alteraciones desde la creación de la OCM en 1968.

El precio de intervención, al cual los organismos de intervención están obligados a comprar el azúcar subvencionable que les sea ofrecido, está congelado desde 1984/85 en 631,90 euros por tonelada, para el azúcar blanco, y en 523,70 € por tonelada, para el azúcar terciado. La intervención se concibe como una "red de seguridad", que garantiza un precio mínimo para el azúcar. Los derechos de importación y la restricción de las cantidades disponibles, que son los otros instrumentos de la OCM, mantienen los precios de mercado por encima del nivel de intervención.

El precio mínimo es el precio al cual los fabricantes de azúcar están obligados a comprar la remolacha a los agricultores. Fue fijado por el Consejo en 46,72 €

²³ El Azúcar y otros edulcorantes, www.irv.org, pag 4, 20/11/06

²⁴ El Azúcar y otros edulcorantes, www.irv.org, pag 5, 20/11/06

por tonelada, en el caso de la remolacha A, utilizada en la producción de azúcar de la cuota A, y en 32,42 € por tonelada, en el caso de la remolacha B, utilizada la producción de azúcar de la cuota B. Los precios actuales, inalterados desde la campaña de comercialización de 1993/1994, están en vigor hasta finales de 2005/2006. Los precios comunitarios sólo están garantizados para la producción dentro de las cuotas.

La cuota total de 14,5 millones de toneladas para la UE-15 se divide en cuotas A (82%) y cuotas B (18%), fijadas por el Estado miembro. Esas cuotas A y B corresponden, en principio, a la demanda en el mercado interior y a la exportación del azúcar de la cuota en exceso con restituciones por exportación, respectivamente. El azúcar producido fuera de las cuotas no recibe ayudas, ni puede ser libremente comercializado en el interior de la Comunidad. Las cantidades adicionales se transfieren obligatoriamente a la campaña de comercialización siguiente o se exportan sin restitución.

La transferencia implica, para las fábricas de azúcar que hayan producido por encima de su cuota correspondiente, el almacenaje del excedente durante un período mínimo de 12 meses, después del cual éste es tratado como azúcar A producido por la fábrica como parte de la producción de ese año. El azúcar producido fuera del régimen de cuotas que no sea transferido tiene que ser obligatoriamente exportado sin restitución, y se denomina azúcar C.

Las restituciones por exportación se destinan a cubrir la diferencia entre el precio comunitario y el precio del azúcar en el mercado mundial, permitiéndole ser vendido en dicho mercado. El precio medio de exportación del azúcar blanco comunitario fue de 280 € por tonelada en la campaña de comercialización de 2001/2002. Se pagan restituciones al azúcar obtenido a partir de remolacha o caña recogidas en la Comunidad y al azúcar importado en el marco del protocolo ACP o del acuerdo con la India. En la campaña de comercialización de 2001/2002, las restituciones fueron de 443 € por tonelada y en la de 2002/2003 de 485 € por tonelada.

Al tiempo que la protección en las fronteras de la Comunidad garantiza la coherencia del régimen, los acuerdos preferenciales permiten la importación de

azúcar con exención de derechos aduaneros o con de derechos muy reducidos.

Las importaciones de los países ACP y de la India a la UE, en virtud de los acuerdos preferenciales, a precios comunitarios garantizados, pueden ser reexportadas con financiación del presupuesto de la Unión. El principio de la cofinanciación funciona a partir de cotizaciones por producción aplicadas por los Estados miembros a las fábricas de azúcar y pagadas al presupuesto comunitario, una vez deducido un 25% por costes de recogida. Dichas cotizaciones tienen que cubrir la 'pérdida global', determinada por la aplicación de la restitución media a la exportación al excedente de producción dentro de las cuotas por encima del consumo comunitario.

De esta forma, las exportaciones netas de la producción dentro de las cuotas se financian mediante un sistema de cotizaciones aplicadas a la producción, totalmente pagadas por los productores de remolacha azucarera y por la industria azucarera.

La remolacha azucarera constituye del 1,6 al 1,8% de la producción agrícola de la Unión Europea y se cultiva en 230 000 explotaciones. En general, las explotaciones que se dedican al cultivo de la remolacha azucarera son más grandes que la media y obtienen mayores ingresos.

La producción de azúcar de la EU-15 fluctúa entre 15 y 18 millones de toneladas, en equivalente de azúcar refinada. Con los diez nuevos Estados miembros, se espera un aumento del 15% de la producción de azúcar. En la EU-15, existen 135 fábricas de azúcar y seis refinerías.

Todos los Estados miembros de la UE-15, a excepción de Luxemburgo, producen azúcar. Sin embargo, la productividad varía de forma considerable de un Estado miembro a otro. Alemania y Francia representan más de la mitad de la producción de azúcar de la UE-15, seguidas por el Reino Unido e Italia (con el 8% cada uno). De los diez nuevos Estados miembros, seis producen azúcar, con un total de casi 3 millones de toneladas, de cuales Polonia aporta las dos terceras partes.

La UE-15 importa y exporta azúcar, pero es exportadora neta del producto. En promedio, en relación con las campañas de comercialización de 1999/2000 a 2001/2002, las exportaciones se han cifrado en 5,3 millones de toneladas, frente a los 1,8 millones de toneladas de las importaciones. Las exportaciones netas representan, en promedio, el 20% de la producción de azúcar y del 2 al 3,5% de las exportaciones de productos alimenticios de la UE-15, de acuerdo con la definición de la Ronda Uruguay.

La Unión Europea es uno operador fundamental en el mercado mundial del azúcar, pero sigue estando bastante por detrás de Brasil, que en la actualidad domina las exportaciones. La cuota de mercado mundial de la UE-15 supone el 13% de la producción, el 12% del consumo, el 15% de las exportaciones y el 5% de las importaciones. Su cuota en la producción, consumo y exportaciones mundiales ha disminuido, mientras que los países del hemisferio sur han ido ganando gradualmente importancia.

Los precios internacionales del azúcar tienen una gran importancia y son extremadamente volátiles, con una evolución errática. Desde 1995, los precios han registrado una tendencia decreciente, explicada sobre todo por un exceso global de producción en relación al consumo²⁵.

1.7.5 Impacto del azúcar de remolacha en la salud

La remolacha es una planta de la familia de las Chenopodiáceas, originaria del sur de Europa y, según la opinión más generalizada, de Italia, procede de la especie silvestre "*Beta Maritima Linn*", que crece libremente en muchas zonas marítimas del sur de Europa y Norte de África. Esta especie no es comestible y solo se ha utilizado como planta medicinal. Las remolachas fueron utilizadas en la antigüedad, cuando no solamente se consumía la raíz sino las hojas que tienen un sabor semejante a las espinacas y que todavía siguen comiéndose en Francia. Fue a partir del siglo XIX cuando se abandonó su uso como alimento y se destinó fundamentalmente a la producción de azúcar o la extracción del alcohol.

²⁵Agriculture in the European Union Statistical and economic information 2002, http://europa.eu.int/comm/agriculture/agrista/2002/table_en/en43.htm, 22/12/07, pag. 3.

Desde el punto de vista dietético, la remolacha roja es la más interesante por sus propiedades medicinales. Se destaca por ser un potente anticancerígeno, virtud que deriva de su riqueza en flavonoides, principalmente por el pigmento rojo betanina. Se ha demostrado que la ingestión de esta planta inhibe y previene la aparición o crecimiento de tumores cancerígenos, tal como constató el doctor húngaro Alexander Frerenegi en sus experimentos llevados a cabo en animales y personas. Aquellos que comían mucha remolacha desarrollaban mucho menos tumores que los que no lo hacían y los enfermos de cáncer mejoraban y resistían durante más tiempo a la enfermedad si comían remolacha cruda o polvos de remolacha. Así pues resulta muy interesante comer este alimento crudo, o en combinación con otras plantas que ayudan a depurar el organismo y prevenir esta terrible enfermedad, como tomates, cebollas o pepinos, por ejemplo. Por su contenido en folatos, resulta ideal para prevenir enfermedades del corazón.

Este alimento constituye un muy buen mineralizante del organismo. Es rico en hierro, lo que la hace muy interesante su consumo en las mujeres, quienes necesitan fundamentalmente este elemento durante el embarazo y durante la menstruación, dos momentos en los que se precisa más aporte mineral. Resulta esencial en la producción de hemoglobina, se hace también necesario en otros momentos como en la presencia de anemias, leucemia o transfusiones muy habituales.

Es, además un vegetal con prioridades rejuvenecedoras, cuyo consumo puede mantener la juventud durante más tiempo. Esta propiedad viene aportada por la presencia del ácido fólico, del cual esta planta es una de las que posee en más cantidad. Este ácido contribuye a la creación de nuevas células y también, junto con el hierro, en la producción de glóbulos rojos.

También interviene en la creación del aminoácido metionina, cuya existencia es necesaria para la buena salud del cabello, las uñas o la piel. Su consumo hace que nuestra piel tenga un aspecto más joven y más sano. También hay que mencionar su participación en la producción de la hormona dopamina, que nos previene el mal humor y de los síntomas depresivos. Otro de los elementos rejuvenecedores es el silicio, muy importante para la buena salud de los

huesos, las arterias y la piel. Para aprovecharnos de estas propiedades es conveniente comer este alimento crudo, dado que el ácido fólico se pierde con la cocción.

Hay que destacar su riqueza en fibras muy útil para vaciar el intestino y prevenir el estreñimiento. En general resulta digerible, e incluso ayuda a asimilar el resto de alimentos ya que su riqueza en rubidio incrementa los jugos gástricos. No obstante, hay que tener en consideración que no resulta muy adecuado para los que posean un estómago frágil o los que tengan tendencia a desarrollar acidez o gases. Por su riqueza en sodio, tampoco deben abusar de su consumo los que deben tomar una dieta sin sal; si bien su riqueza en potasio neutraliza en parte su contenido en sodio.

También deberían ser prudentes en su utilización, aquellas personas que tengan tendencias a producir piedras en el riñón, puesto que su riqueza en oxalatos, al igual que ocurre con las espinacas, no beneficia a este órgano en absoluto.

Es un alimento muy adecuado para los que sufren de retención de líquidos, por lo que deberán comerlo habitualmente los obesos o artríticos, o quienes pretendan bajar de peso. No solamente depura los riñones, sino también la sangre al resultar alcalinizante, elimina la acidez corporal y ayuda al hígado en su función depurativa, hecho que lo hace muy interesante para que sea consumido por los enfermos de este órgano.

Estimula el cerebro y elimina las toxinas que en él se puedan acumular, por lo que ayuda a mantener una buena salud mental y previene el envejecimiento precoz.²⁶

1.7.6 Impacto del cultivo de la remolacha en el ecosistema

En lo referente a la remolacha, al ser cultivadas en zonas templadas no suele necesitar de mucho riego, salvo en aquellas latitudes o climas secos, como en el caso de España. En cualquier caso, en la industria azucarera de la

²⁶ El Azúcar y otros edulcorantes, www.irv.org, pag 5, 20/11/06

remolacha, si es necesaria la utilización de grandes cantidades de agua de riego para la limpieza de todas las impurezas extraídas del campo con la cosecha, que llegan incluso al 30% del peso total.

El cultivo de la remolacha necesita del cuidado del ecosistema y del medio ambiente, como puntos fundamentales e importantes, para mejorar el producto y elevar su cantidad.²⁷

²⁷ El Azúcar y otros edulcorantes, www.irv.org, pag 5, 20/11/06

CAPÍTULO II

CULTIVO DE LA REMOLACHA AZUCARERA

2.1 TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

La remolacha azucarera es una planta bianual perteneciente a la familia *Quenopodiaceae* y cuyo nombre botánico es *Beta vulgaris* L.

Durante el primer año la remolacha azucarera desarrolla una gruesa raíz napiforme y una roseta de hojas, durante el segundo, emite una inflorescencia ramificada en panícula, que puede alcanzar hasta un metro de altura.

a) *Flores*: Las flores son poco llamativas y hermafroditas. La fecundación es generalmente cruzada, ya que sus órganos masculinos y femeninos maduran en períodos diferentes.

b) *Raíz*: La raíz es pivotante, casi totalmente enterrada, de piel-amarillo verdosa y rugosa al tacto, constituyendo la parte más importante del órgano acumulador de reservas.

c) *Semillas*: Se encuentran adheridas al cáliz y son algo leñosas.²⁸

2.2 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

a) *Clima*: Es uno de los principales factores que inciden directamente sobre el rendimiento. Un clima templado, soleado y húmedo contribuye a la producción de un elevado porcentaje de azúcar en la remolacha, los rangos de temperatura son de 8°C a 37°C.

En este cultivo es muy importante la intensidad de iluminación, ya que por medio de este se permite el buen ejercicio de la fotosíntesis y condiciona la calidad de la elaboración del azúcar.

El régimen de luminosidad del Ecuador es adecuado para un cultivo extensivo de la remolacha azucarera.

²⁸ Cultivo de la Remolacha Azucarera,
<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 1-2, 09/10/2006

b) *Suelo*: Los suelos profundos con un pH alrededor de 7, con elevada capacidad de retención de agua, poca tendencia a formar costras y buena aireación son los más convenientes para la remolacha. Para el caso de cultivo de remolacha azucarera en Ecuador es necesario identificar una zona con suelos que reúnen dichas características.

Las provincias más idóneas para el cultivo de la remolacha azucarera son: Cotopaxi, Pichincha e Imbabura, afirmación que se verifica por los estudios de introducción y cultivo de remolacha azucarera realizados en la Universidad Técnica del Norte a cargo del Ingeniero Oswaldo Vivanco, otra fuente de confirmación constituyen los mapas de suelos de dichas provincias desarrollados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería. Anexo No. 1

Los suelos arcillosos, arenosos, calizos y secos no son propicios para este cultivo.²⁹

2.3 PARTICULARIDADES DEL CULTIVO

2.3.1. CULTIVO A CAMPO ABIERTO

2.3.1.1 Preparación del terreno

Para conseguir una buena producción de remolacha es necesario realizar un alzado lo más profundo posible (25-35 cm.) para enterrar rastrojos del cultivo anterior, facilitar un buen desarrollo posterior de las raíces y conservar la mayor cantidad posible de agua de lluvia, además de oxigenar el suelo.³⁰

La labor de alzado se completa con uno o dos pases de grada o cultivador, según las necesidades del terreno, con el objetivo de desmenuzar los terrones formados en el alzado.

El gradeo suele tener una profundidad de 10-15 cm, siendo conveniente aprovechar esta labor para enterrar el abono de fondo. La presencia de

²⁹ Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 3, 09/10/2006

³⁰ Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 4, 09/10/2006

pedrecillas con diámetro de 20 mm no debe superar el 20%, con diámetro de 50 mm el 5%, de la masa del suelo.

El laboreo previo a la siembra se realiza de 2-3 cm más profundo que la siembra de semilla (en suelos livianos la profundidad de siembra 5 -4 cm y en suelos compactos 2.5 -3 cm)³¹ .

2.3.1.2 Siembra

La semilla de la remolacha necesita un contacto completo con el suelo y además un sustrato firme para que la raíz deba entrar con fuerza.

Las semillas de remolacha se limpian y calibran en dos fracciones: 3.5-4.5 y 4.5-5.5 mm. La calibración es necesaria para una siembra uniforme. La siembra se realiza cuando la temperatura del suelo a 5cm de profundidad alcanza de 6-7 °C.³²

Si el suelo ha sido removido por debajo de los 3 cm. de profundidad, la raíz no encuentra resistencia y forma múltiples raíces, siendo contraproducente en la remolacha azucarera en cuanto a su contenido de azúcar.

La distancia entre líneas oscila entre 35-55 cm, se debe estrechar la interlínea hasta donde lo permita la maquinaria empleada.

En los campos llenos de hierbas malas, en ausencia de herbicidas la norma óptima de siembra es de 10-12 Kg. de semilla por hectárea. Si el campo de siembra esta limpio de mala hierba, es suficiente sembrar de 6.5 a 7.8 Kg./Ha.³³

En España, en la siembra primaveral se pretende realizar una implantación temprana a partir del 15 de mayo cuando la iluminación comienza a ser más

³¹ Bases Aerotécnicas de cultivos de hortalizas, G.V. Vstimenko, P.F Kononkov.Editorial Prosveshere, Moscú, 1999. pág. 133.

³² Bases Aerotécnicas de cultivos de hortalizas, G.V. Vstimenko, P.F Kononkov.Editorial Prosveshere, Moscú, 1999. pág. 133-134.

³³ Bases Aerotécnicas de cultivos de hortalizas, G.V. Vstimenko, P.F Kononkov.Editorial Prosveshere, Moscú, 1999. pág. 134.

elevada. Y la mejor fecha de siembra otoñal es la que va desde primeros de octubre a mediados de noviembre.³⁴

Considerando que la siembra requiere mucha precisión de siembra, a continuación se citan las ventajas del empleo de una sembradora de precisión, bien mecánica o neumática:

- Se favorece una germinación más uniforme, unas plantas de tamaño más regular, y en número suficiente.
- Se disminuye el coste de aclareo.
- Menor competencia entre plantas y desarrollo más rápido del cultivo.
- Se facilita el aclareo dentro del período hábil disponible para ello.
- Se facilita el trabajo de las binadoras.

La siembra de precisión es aconsejable para los terrenos de regadío, donde pueda asegurarse la germinación o nascencia, debiendo utilizar herbicidas selectivos e insecticida microgranulado que proteja la semilla. Para una correcta siembra de precisión debe emplearse exclusivamente semillas calibradas, debiendo existir una relación entre el calibre de las semillas a sembrar y el tamaño de los alvéolos del distribuidor de la sembradora.

Con carácter orientativo, la distancia entre semillas recomendables para una siembra de precisión sería.³⁵

Tabla No. 2.1: Distancia entre semillas

Tipo de semilla	Distancia entre semillas (cm)
Calibradas	4
De precisión (monogermen técnica)	6
Monogermen genética	9-12

Fuente: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm pag. 5

³⁴ Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 5, 09/10/2006

³⁵ Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 5, 09/10/2006

2.3.1.3 Tipos de semillas

La semilla de remolacha es un glomérulo que se compone en realidad de varias semillas encerradas en una misma cubierta suberosa. Tiene el inconveniente de que nacen varias plantas en un mismo punto, dificultando y encareciendo la labor de aclareo. Además, esta siembra no es uniforme, por tanto en los países que se ha mecanizado totalmente el cultivo, para abaratar la operación de aclareo, surgió la necesidad de obtener semillas monogermen. (Para mayor información sobre los tipos de semilla ver anexo No. 2)

2.3.1.4 Riego

El agua, es el factor que más influye sobre el peso y la riqueza de la remolacha azucarera; a la vez es el más difícil de manejar, por depender de muchos otros parámetros como climatología, tipo de suelo, profundidad de raíces, etc. El volumen de agua a emplear puede oscilar entre 50 y 70 l/m², siendo aplicada desde mediados de agosto a principios de septiembre.

La remolacha necesita aproximadamente 20 l/m² para nacer, pero si en un plazo de 15-20 días no ha recibido de nuevo agua, puede perderse la siembra.

La mayoría de suelos donde se cultiva remolacha, tienen una conductividad eléctrica inferior a 0.5 mmhos/cm, no obstante, si se presume que una parcela pueda ser salina, se recomienda efectuar un análisis, y si la conductividad eléctrica es igual o mayor de 3 mmhos/cm, es preferible no sembrarla.

Los suelos arenosos tienen menor capacidad de retención de agua, por tanto los riegos tendrán que ser más ligeros y frecuentes; ocurriendo lo contrario en suelos arcillosos.³⁶

2.3.1.5 Abonado

Las exigencias nutricionales de la remolacha azucarera son elevadas y la fertilización debe tener en cuenta el ciclo vegetativo largo. Este exige por un lado, fuentes disponibles y asimilables rápidamente y por otro, nutrientes de

³⁶ Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 6, 09/10/2006

acción prolongada y persistente. Los suelos que tienden a compactarse, deben ser abonados con productos orgánicos para mejorar su estructura.

Se recomienda aplicar 20-40 ton/ha de un estiércol bien curado y bien repartido por el campo en una capa regular. La relación óptima de N: P₂O₅: K₂O es 1: 0.8: 1.2. Esta relación ideal no siempre se puede lograr, pues depende del cultivo anterior, de la calidad del abonado orgánico, de la actividad del suelo y de su grado de productividad.³⁷

a) *Nitrógeno*: El abonado nitrogenado se debe aplicar 1/3 del total en fondo y 2/3 en cobertura (efectuando 1 ó 2 aplicaciones dependiendo de la fecha, tipo de abono, suelo, climatología).

El nitrógeno de cobertura deberá aplicarse temprano. La primera aplicación, en caso de realizarse dos, se hará tras el aclareo, y unos 20 o 30 días después la segunda. En el abonado de cobertura, se puede emplear indistintamente las formas nítricas, amoniacales o ureicas, dependiendo de factores como: fecha de aclareo, tipo de suelo, climatología, maquinaria disponible.

En ningún caso se realizarán aportaciones tardías de nitrógeno, pues alarga el ciclo de la planta, empeora la calidad y disminuye la riqueza.³⁸

Tabla No. 2.2: Unidades fertilizantes por hectárea de nitrógeno.

Unidades fertilizantes por hectárea de nitrógeno				
	FONDO	COBERTURA		TOTAL
		1 ^a	2 ^a	
Secano	50	50-60	40-50	140-160
Riego localizado	50	60-70	50-60	160-180
Riego por superficie	50	70-80	60-70	180-200

Fuente: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm pag. 7

b) *Fósforo*: El P₂O₅ no solo acelera el desarrollo de la primera edad sino que mejora el contenido en sacarosa. El valor promedio es de 0,17ton/ha de P₂O₅

³⁷ Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 6, 09/10/2006

³⁸ Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 7, 09/10/2006

aplicados exclusivamente en abonado de fondo. En suelos con tendencia a la acidez se empleará fósforo de componente alcalino.

La eficacia del fósforo se manifiesta principalmente en los estados jóvenes de la planta, por tanto es recomendable enterrar este elemento lo más temprano posible para que esté disponible y asimilable en los primeros estados de la remolacha.

c) *Potasio (K)*: Es necesario suministrar 0,22ton/ha de K_2O . Las tierras que puedan tener bajo contenido en potasio son aquellas arenosas y sueltas, susceptibles al lavado.

d) *Boro (B)*: Es uno de los microelementos más importantes. Normalmente basta con 20 kg/ha de Borax repartidos con el abonado antes de la siembra, el inconveniente es conseguir un reparto uniforme, pero se pueden emplear combinaciones con boro, como el superfosfato de boro.

e) *Magnesio (Mg)*: La carencia de magnesio, se hace visible con manchas amarillas en las hojas, ocurriendo frecuentemente en suelos ligeros. Se recomienda pulverizar con abonos líquidos que contengan magnesio.

f) *Manganeso (Mn)*: Su carencia se manifiesta mediante puntos amarillos en las hojas, se debe pulverizar con abonos líquidos que contengan manganeso.³⁹

2.3.1.6 Malas hierbas

La importancia de las malas hierbas en el cultivo de la remolacha azucarera es primordial tanto en el aspecto técnico como en el económico; técnicamente por la dificultad de controlar las malas hierbas, y económicamente por la repercusión en los costes de producción y en el producto bruto final, bien sea utilizando la escarda manual, mecánica o la aplicación de herbicidas. A continuación citaremos algunos herbicidas empleados en los cultivos de remolacha azucarera y sus características más acentuadas:

³⁹ Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 7-8, 09/10/2006

- a) Cloridazona
- b) Fenmedifan
- c) Etofumesato
- d) Lenacilo
- e) Metacloro
- f) Metamitrona

(Detalles ver anexo No. 3, tabla No.1, 2 y 3)

2.4 CULTIVO EN INVERNADERO

La palabra invernadero, en el sentido agronómico, se aplica a los lugares cubiertos y abrigados de manera artificial, de construcción alta o baja o menos perfecta, cuyo acondicionamiento puede ser controlado y modificado bajo el estándar característico de cada cultivo, sea este hortícola u ornamental. Con el propósito de defender las plantas de la acción de agentes ambientales externos se cubre con materiales transparentes con condiciones artificiales de microclima, con ello se consigue cultivar plantas fuera de estación en condiciones óptimas. Estas condiciones varían de acuerdo al cultivo y condiciones en las que se debe desarrollar la planta.⁴⁰

2.4.1 Trasplante.

Es una actividad cultural obligatoria para la siembra bajo invernadero. Esta técnica consiste, en la obtención en invernadero de plantas sanas y fuertes, para ser trasplantadas en campo.

La técnica de trasplante se realiza mediante el siguiente proceso: las semillas son colocadas en una bandeja formada por cartuchos de papel denominadas "paperpot", permaneciendo 45 días en el invernadero. Durante este periodo se aplican los cuidados necesarios para que las plántulas alcancen su desarrollo para poder ser trasplantadas.

Mediante el trasplante se adelanta el ciclo de cultivo, adelantando así la campaña de la recolección de la remolacha para la obtención de azúcar. Con el

⁴⁰ Diversas investigaciones, www.vrg.org, pag 4, 09/10/2006

trasplante, además se consigue alcanzar grandes ventajas agronómicas, como por ejemplo:

- ✓ Aumento del rendimiento del cultivo hasta un 25%.
- ✓ Reducción del coste de la semilla hasta un 58%.
- ✓ Se evita el problema de germinación, así como el de la resiembra.
- ✓ Facilita la lucha contra malas hierbas y ahorro en el empleo de tratamientos herbicidas.
- ✓ Ahorro en el suministro de insecticidas para posibles plagas en el cultivo, pues el trasplante facilita la lucha contra ciertas plagas.⁴¹

2.5 ROTACIONES DE CULTIVO

La remolacha azucarera no debe sembrarse en una misma área a año seguido, se recomienda volver a sembrar a los 3-4 años. En el caso de una infestación de nemátodos en el suelo, se recomienda la rotación cada 4-5 años.

También se recomienda mantener barbecho de los suelos o alternas con cultivos de papa o gramíneas.⁴²

2.6 PLAGAS Y ENFERMEDADES

2.6.1 Plagas

Entre las plagas de la remolacha azucarera podemos encontrar bacterias, virus, insectos y sus larvas, nemátodos, como enfermedades generadas por la deficiencia de nutrientes.

Entre los organismos que constituyen plagas que pierden el cultivo de la remolacha podemos mencionar:

- **Insectos**
 - a) Gusanos de alambre (*agriotes lineatus*).
 - b) Gusanos blancos (*anoxia villosa*).

⁴¹ Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 11, 09/10/2006

⁴² Horticultura en los Trópicos, P.F. Kononkov, 2da Edición, Editorial Agropromisdat, 2000, Moscú, pag. 216-220.

- c) Mosca de la remolacha
- d) Cassida (*cassida vittata*)
- e) Gusanos verdes (*phytometra gamma*, *laphygma exigua*).
- f) Pulgones (*aphis fabae*, *myzus persicae*).
- g) Pulguilla de la remolacha (*chaetocnema tibialis*).
- h) Cleonus (*cleonus mendicus*).
- i) Lixus (*lixus junci*, *lixus scabricollis*).
- j) Maripaca (*aubeonymus mariaefranciscae*).

(Detalles ver anexo No. 4, tablas No. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11)

- **Nemátodos**

- a) Gusanos grises (*agrotis segetum*).
- b) Heterodera schachtii, Meloidogyne incognita

(Detalles ver anexo No. 5, tablas No.12 y 13)

- **Hongos**

- a) Oidio (erysiphe comunis).
- b) Roya (*uromyces betae*).
- c) Cercospora (*cercospora beticola*).
- d) Mal vinoso (*rhizoctonia violacea*) agente de la pudrición violácea.
- e) Mal del esclerocio (*sclerocium rolfsii*).
- f) Poma (*phoma betae*).
- g) Mildiu de la remolacha (*peronospora schachtii*).

(Detalles ver anexo No. 6, tablas No. 14, 15, 16 y 17)

- **Virus**

- a) Amarillez virótica.
- b) Rizomanía
- c) Mosaico

(Detalles ver anexo No. 7)

- **Deficiencias de Nutrientes**

- a) Mal del corazón
- b) Falta de N₂
- c) Falta de P₄
- d) Falta de K
- e) Falta de B
- f) Clorosis
- g) Albicación
- h) Plateado

(Detalles ver anexo No. 8)

2.7 RECOLECCIÓN

La recolección consta de las siguientes operaciones: deshojado, descoronado, arranque y carga. Todas estas operaciones pueden ser realizadas por una misma máquina (cosechadoras integrales) o bien ser realizadas por máquinas independientes (equipos descompuestos). A su vez estos equipos descompuestos pueden ser objetos de un reagrupamiento, de tal forma que se reduzca el número de pasadas para completar la recolección.

Como ventajas más importantes de combinar varias operaciones en una sola están, además de reducir el número de pasadas sobre el terreno, el ahorro de mano de obra y medios de tracción.⁴³

2.8 VALOR NUTRICIONAL

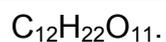
La raíz de la remolacha tiene una armadura celulósica, que constituye del 4-5% de la remolacha. El extracto seco de la raíz representa alrededor del 25% del peso de esta y lo componen la armadura celulósica y otras materias tanto orgánicas como inorgánicas. El agua constituye otro 75%.

La remolacha contiene vitaminas B1 y B2, sustancias minerales (100 mg. de potasio; 258 sodio, 30 de calcio; 1,4 de magnesio, 0,5 de hierro y 12 mg. de

⁴³ Cultivo de la Remolacha Azucarera,
<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 23, 09/10/2006

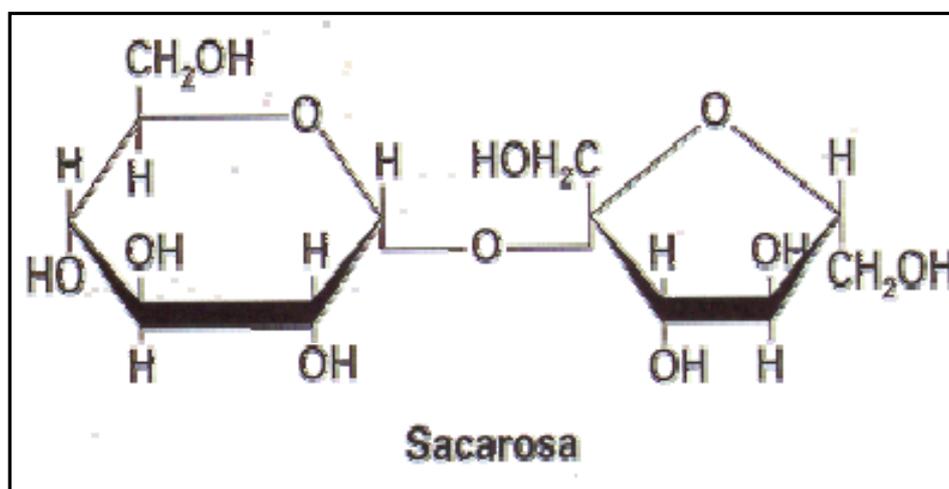
fósforo. El azúcar contenido en la remolacha es la sacarosa, un disacárido constituido por dos moléculas de hexosa unidas mediante un puente de oxígeno, siendo su fórmula química: ⁴⁴

Fórmula No. 2.1



Fuente: Horticultura en los Trópicos, P.F. Kononkov, 2da Edición, Editorial Agropromisdat, 2000, Moscú

Figura No.2.1 Estructura de la sacarosa



Fuente: Fuente: Horticultura en los Trópicos, P.F. Kononkov, 2da Edición, Editorial Agropromisdat, 2000, Moscú

⁴⁴ Horticultura en los Trópicos, P.F. Kononkov, 2da Edición, Editorial Agropromisdat, 2000, Moscú, pag. 217

2.9 GLOSARIO DE TÉRMINOS

1. **Alveolos:** Son platos distribuidores de las sembradoras de forma esférica que se adapta al diámetro necesario para que la semilla crezca.
2. **Barbecho:** Campos sin cultivar. Tierra que se ara y se deja sin cultivar un año o más para que recupere la fertilidad.
3. **Glómérulo:** Cima con flores de pedicelo corto y aglomeradas sobre ejes también cortos, como la de la ortiga.
4. **Moléculas de hexosa:** Las hexosas son monosacáridos (glúcidos simples) formados por una cadena de seis átomos de carbono. Su fórmula general es $C_6H_{12}O_6$. Su principal función es producir energía. Un gramo de cualquier hexosa produce unas 4 kilocalorías de energía. Las más importantes desde el punto de vista biológico son: glucosa, galactosa y fructosa.
5. **Panícula:** Inflorescencia racemosa compuesta de racimos en la que los mismos van decreciendo de tamaño hacia el ápice.
Conjunto de flores individuales que se agrupan sobre tallos secundarios unidos a un tallo principal (ej.: hortensia).
6. **Raíz napiforme:** Raíz axonomorfa muy engrosada, como en la zanahoria y el nabo.
7. **Raíz pivotante:** Raíz robusta que crece habitualmente en línea recta hacia abajo a partir de la base de la planta.
8. **Roseta de hojas:** Conjunto de hojas dispuestas muy juntas en algunas plantas, debido a presentar entrenudos muy cortos, generalmente a nivel del suelo.
9. **Suberosa:** Término que se aplica a los órganos vegetales, o a sus partes, que tienen consistencia de corcho.

CAPÍTULO III

ALMACENAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA SEMILLA DEL AZÚCAR DE REMOLACHA

3.1 ALMACENAMIENTO

Durante el almacenamiento de la remolacha azucarera, el contenido de azúcar en las raíces se reduce significativamente, consecuentemente también se reduce su rendimiento en las azucareras. El principal componente de la remolacha es la sacarosa $C_{12}H_{22}O_{11}$, su contenido en la remolacha recién cosechada es de 16 -20%.

En diferentes partes del tubérculo el contenido de azúcar varía. En dirección vertical la cantidad mayor de sacarosa se halla en la parte media, en especial en el límite entre la propia raíz y cuello, menos cantidad se halla en la cabeza y cola de la remolacha. En dirección horizontal (corte transversal), la menor cantidad de azúcar se halla en el centro de la raíz y las partes próximas a los tejidos de cobertura.

Las soluciones acuosas de sacarosa giran el plano de polarización a la derecha. Esta propiedad se emplea para la determinación cuantitativa de la concentración de sacarosa con ayuda de un sacarímetro.

Por acción de fermentos y ácidos orgánicos, el azúcar en soluciones acuosas sufren hidrólisis y se degradan en glucosa y fructuosa. Este proceso se llama inversión y al producto se le denomina azúcar invertido.

En los tubérculos frescos y sanos los monosacáridos constituyen el 0,04 – 0,1% de su masa. Durante la producción de azúcar, el elevado contenido de estas sustancias en la remolacha es indeseable, por cuanto dificulta la cristalización de la sacarosa facilitando sus pérdidas en el torrente.

En el contenido de azúcar invertido sensiblemente influencia las condiciones de almacenamiento de tubérculos. La alta temperatura, daños de

microorganismos, congelamiento y su posterior descongelamiento crean las condiciones para el incremento del azúcar invertido.

La mitad de todas las sustancias insolubles o el 2,4 – 2,5% de la masa del tubérculo son sustancias pécticas. En comparación con la celulosa y hemicelulosa son los componentes menos estables de la pulpa. Estos se hallan en compuesto con celulosa formando la PROTOPECTINA.

En la industria del azúcar, las sustancias pécticas se someten a hidrólisis con la formación de ácido Galactourónico, alcohol metílico y otros compuestos.

Las pectinas son altamente sensibles a la acción de álcalis, el ácido galacturónico, forma con el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ un precipitado espumoso que dificulta la filtración del jugo de remolacha.

Las pectinas se hinchan en el agua incrementando la viscosidad de la solución, dificultando la difusión del jugo.

Situaciones desagradables se observan cuando se procesa remolacha afectada por enfermedades fúngicas. En este caso los fermentos eliminados por los microorganismos, hidrolizan protopectina, incrementando la cantidad de pectina soluble.

Al procesar remolacha putrefacta en el proceso de difusión, se extraen cantidades significativas de sustancias pécticas que pasan al jugo, disminuyendo bruscamente su calidad. Además la presencia de pectinas contribuye al taponamiento de los poros de los filtros.

El contenido de sustancias nitrogenadas orgánicas, en el jugo y pulpa de la remolacha alcanza el 1,1-1,2%. Entre estos, especial lugar ocupan las proteínas (cerca de 0,7%). Al calentar el jugo, durante la producción de azúcar, las proteínas coagulan y se eliminan. En la constitución de las sustancias nitrogenadas no proteicas se hallan las amidas y compuestos aminados, aminoácidos, betaina y otros.

En la producción de azúcar, algunas sustancias nitrogenadas (aminoácidos y bases orgánicas, en especial betaina) se consideran negativas. Es imposible

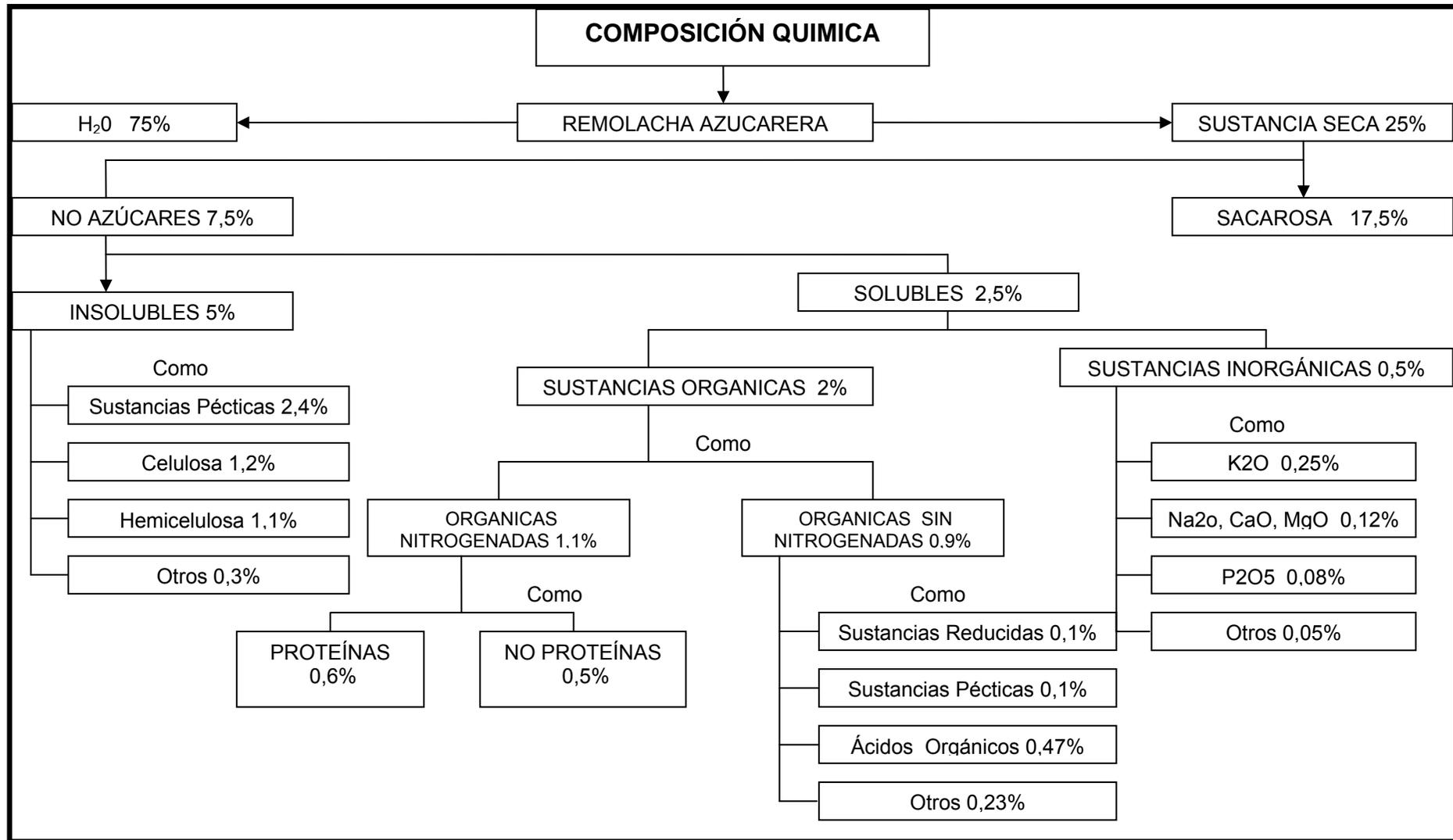
eliminarlas del jugo, por esto pasan junto con el azúcar hasta las fases finales del proceso tecnológico, caen en el torrente e incrementan las pérdidas de producto. La cantidad total de compuestos nitrogenados indeseables constituye el 0,4%.

La cantidad de nitrógeno indeseable en el jugo, depende de las condiciones de vegetación y almacenamiento de la remolacha azucarera. En los tubérculos afectados y dañados por microorganismos, el contenido de nitrógeno indeseable se incrementa bruscamente. Altas dosis de fósforo y potasio conduce al aumento del contenido de nitrógeno. Cambios significativos en la composición de sustancias nitrogenadas, se observan en los tubérculos congelados y posteriormente descongelados.

En este caso la cantidad del nitrógeno proteico disminuye en 40 -50% de la cantidad inicial y consecuentemente se incrementa la cantidad de nitrógeno indeseable. En forma más intensiva el N₂ se acumula en el período primaveral de almacenamiento.⁴⁵

3.2 EXIGENCIAS TECNOLÓGICAS A LOS TUBÉRCULOS

⁴⁵ Tecnología de almacenamiento y conservación de productos agrícolas, Trisviatskiy, L.A, Lesik B.V., Ed, Agropromizgat, Moscú, 2004, pag. 342 – 347



Fuente: Tecnología de almacenamiento y conservación de productos agrícolas, Trisviatskiy, L.A, Lesik B.V., Ed, Agropromizgat, Moscú, 2004.

3.3 EXIGENCIAS TÉCNICAS A LOS TUBÉRCULOS

La remolacha se recoge por sistemas mecanizados procurando evitar lesiones mecánicas. Por su estado físico las raíces deberían tener una turgencia natural, los tubérculos defectuosos por su masa no deben superar el 3%, tubérculos con alto deterioro 12%, marchitas 5%, el contenido de masa verde no más del 3%.

En las partes de remolacha no se aceptan raíces marchitas o secas, momificadas, putrefactas, congeladas, con tejidos envejecidos.⁴⁶

3.4 DETERMINACIÓN DE LAS IMPUREZAS TOTALES Y LESIONES DE LA PARTIDA

Para su determinación se recogen muestras de cada décima parte o (quinta). A más de los parámetros técnicos de calidad mencionados, también se valora la cantidad de azúcar (digestión) y la masa de sustancias secas.

Las sustancias secas se determinan en el jugo con ayuda de aerometría. La sacarosa mediante el método polarimétrico y las sustancias no azucaradas por diferencia NA:⁴⁷

Fórmula No. 3.1

$$ss = A_2 + NA \quad \text{o} \quad NA = SS - A_2$$

Fuente: Orlov N.P. Producción, almacenamiento y realización de azúcar de remolacha. Kiev-Ukrania. Editorial Cosecha. 1999.

ss= sustancias secas

NA= No azúcares

A₂= sacarosa

⁴⁶ Berenshtein I. B, Tsipruzh R . Preparación, transporte y conservación de frutos. Moscú. Editorial Agropromizdat. 1994

⁴⁷ Orlov N.P. Producción, almacenamiento y realización de azúcar de remolacha. Kiev-Ukrania. Editorial Cosecha. 1999.

La calidad de jugo celular y todos los productos intermedios de la producción de azúcar refinada caracteriza el nivel de calidad en %, por calidad se entiende el contenido de sacarosa en el jugo en relación a la mayor saturación de sustancias secas.⁴⁸

Fórmula No. 3.2

$$C = (A_2 * 100) / ss$$

Fuente: Orlov N.P. Producción, almacenamiento y realización de azúcar de remolacha. Kiev-Ukrania. Editorial Cosecha. 1999.

C= calidad

A2= sacarosa

Por ejemplo, la calidad C = 86 significa que en 100 partes de sustancias secas de ese jugo, contiene 86 partes de azúcar y 14 partes de no azúcares.

En soluciones de azúcar pura, donde $A_2 = ss$, la calidad es el 100%, mientras mas no azúcares exista en el jugo, mas baja es su calidad. El índice de calidad del jugo, en dependencia a las condiciones de crecimiento y almacenamiento de la remolacha azucarera, constituye el 80 – 90%.

El parámetro más importante de calidad de la remolacha azucarera se determina en la sacarinidad básica, como el promedio aritmético generado en los últimos 5 años de investigación.

La calidad de la remolacha se caracteriza también por la cantidad de ceniza (inorgánicos no azucarados), mientras más azúcar haya en la remolacha, menos es la cantidad de sustancias minerales.

Las cenizas son una de las principales causas de pérdida de sacarosa en la producción (torrente). En una parte de ceniza se pierde 5 partes de azúcar. Para determinar el contenido de azúcar en las fábricas, se establecieron líneas automáticas, con capacidad para procesar 48 pruebas (partidas) por hora.⁴⁹

⁴⁸ Orlov N.P. Producción, almacenamiento y realización de azúcar de remolacha. Kiev-Ukrania. Editorial Cosecha. 1999.

⁴⁹ Orlov N.P. Producción, almacenamiento y realización de azúcar de remolacha. Kiev-Ukrania. Editorial Cosecha. 1999.

3.5 PROCESOS QUE OCURREN EN LOS TUBÉRCULOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO

Los procesos que ocurren en la remolacha azucarera, son similares a los observados en otros tubérculos durante el almacenamiento. Los procesos son:

- ✓ Marchites foliar
- ✓ Pérdida de sustancias plásticas
- ✓ Degradación de la sacarosa
- ✓ Evaporación del agua del tubérculo
- ✓ Pérdida de turgencia
- ✓ Incremento en la respiración, que produce un incremento en las pérdidas de azúcar.

El grado de pérdida de humedad depende de la temperatura, de la humedad relativa del aire atmosférico, de la calidad de la cobertura, del grado de madurez, además del tamaño de los tubérculos.

El grado de marchites sensiblemente influencia sobre las pérdidas de sacarosa y su resistencia a las enfermedades. En los tubérculos cosechados, existen enormes cantidades de m/o (hongos y bacterias), que bajo ciertas condiciones causan enfermedades que incrementan las pérdidas de azúcar.⁵⁰

Tabla No. 3.1: INFLUENCIA DEL GRADO DE MARCHITES DE LA REMOLACHA A LOS CAMBIOS EN SU CALIDAD DESPUES DE 60 DÍAS DE CONSERVACIÓN.

GRADO DE % DE MARCHITES	PERDIDA DE AZÚCAR %	CANTIDAD DE RAÍCES AFECTADAS POR EL MOHO %
Fresca	1,25	
7	3,43	37,2
13	6,14	55,1
17	7,13	65,8

Fuente: Fitopatología Agrícola, N.F. Peresipkin, Editorial Agropromizdat. Moscú, 2000.

⁵⁰ Fitopatología Agrícola, N.F. Peresipkin, Editorial Agropromizdat. Moscú, 2000, pag, 281

Tabla No. 3.2: INFLUENCIA DE M/O EN EL CONTENIDO DE AZÚCAR EN LOS TUBÉRCULOS DE REMOLACHA.

DENOMINACIÓN	EN LOS TUBÉRCULOS		DENOMINACIÓN	EN LOS TUBERCULOS	
	SANOS	PARTE PUTREFACTA		SANOS	PARTE PUTREFACTA
SACAROSA	16,35	2,00	SOLUBILIDAD DE SUSTAN. PECTICAS	0,12	0,35
AZUCAR INVRTIDO	0,10	2,45			
NITRÓGENO MALO	0,04	0,04	CENIZA (CO ₂)	0,53	1,89

Fuente: Fitopatología Agrícola, N.F. Peresipkin, Editorial Agropromizdat. Moscú, 2000.

En los tubérculos cosechados existen muchos microorganismos (hongos y bacterias), las cuales bajo condiciones adecuadas pueden generar enfermedades a la remolacha y producir pérdidas considerables. Para evitar el desarrollo de procesos microbiológicos, durante el almacenamiento, se deben evitar las lesiones mecánicas y la marchites. Se baja la temperatura de conservación hasta 1-3° C, oportunamente se elimina el calor que se acumula en la respiración mediante ventilación activa de los tubérculos, se genera un medio alcalino (7,5-8 PH) tratando los tubérculos con CaCO₃. Se eliminan los tubérculos lesionados y se limpian de mezclas con malezas.⁵¹

3.6 CONSERVACIÓN DE LA REMOLACHA AZUCARERA FRESCA

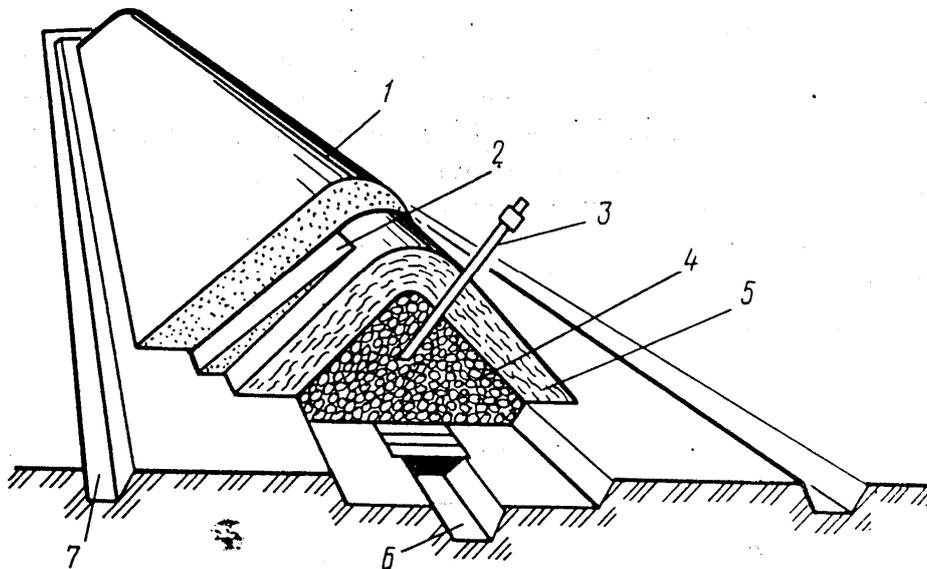
Los tubérculos seleccionados para la producción de azúcar, se los almacena en sitios de las azucareras o en Cagat.

Los cagats están ubicados en zonas específicas, cuyas dimensiones dependen de la cantidad de remolacha y la altura de los mismos, con frecuencia los tubérculos se acumulan entre 5 – 6 mil T/ha.

Con ayuda de maquinaria se pueden formar kagats de 5-7 m de altura; con capacidad de almacenamiento de 15-21 mil T/ha.

⁵¹ Skripnikov Yu. G. Tecnología progresiva de conservación y procesamiento de remolacha azucarera. Moscú. Editorial Agropromizdat. 1999, pag. 343.

Figura 3.1. Estructura de un Cagat

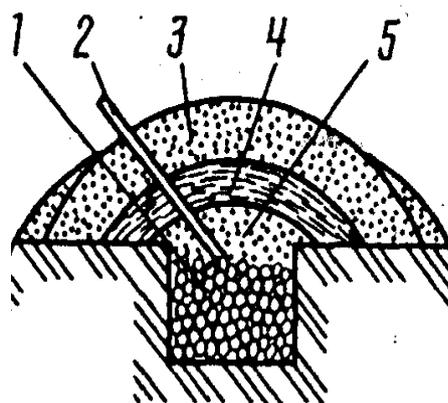


Fuente: Trisviatskiy L. A. Lesnik B.V. Agropromizdat, Moscú 1999, pag. 276

PARTES DEL ESQUEMA

1. Cobertura final de tierra, 2, Primera cobertura de tierra; 3. Termómetro de Kagat; 4. remolacha, 5. Heno (paja), canal de evacuación, canal de evacuación de agua

Figura 3.2. Corte transversal de un Cagat.

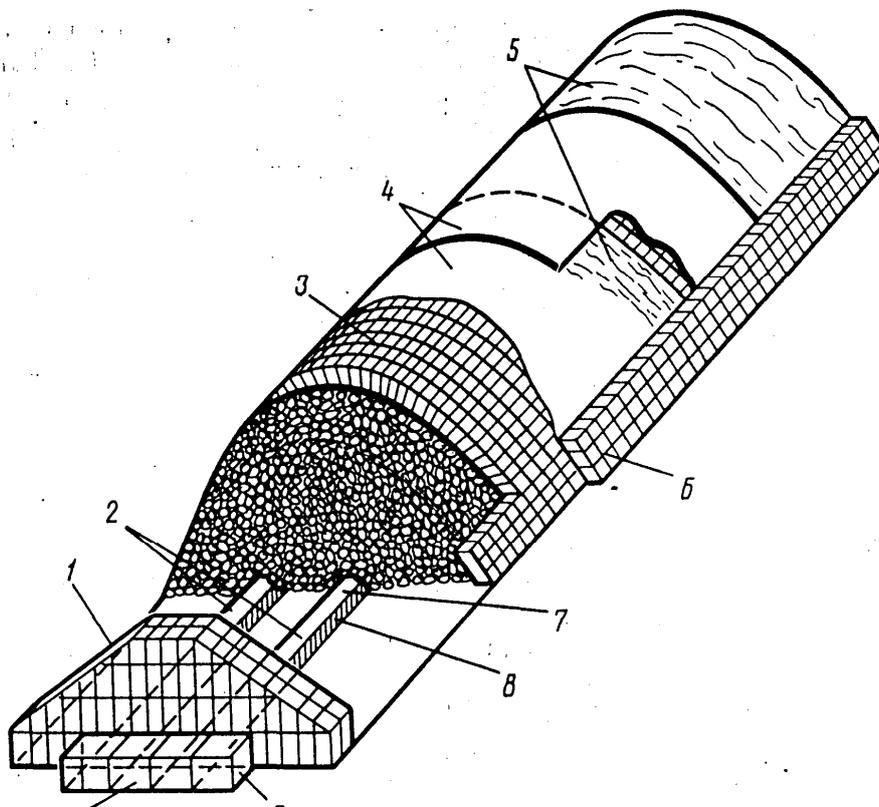


Fuente: Trisviatskiy L. A. Lesnik B.V. Agropromizdat, Moscú 1999, pag. 276

PARTES DEL ESQUEMA

1. Tubérculos; 2. Termómetro de Cagat, 3. tierra; 4. paja, 5 primera cobertura de tierra.

Figura 3.3. Esquema de un Cagat con un sistema de ventilación de dos cámaras, con capacidad para 600 Ton.



Fuente: Trisviatskiy L. A. Lesnik B.V. Agropromizdat, Moscú 1999, pag. 284

PARTES DEL ESQUEMA

1. Pared frontal, 2. Canales de ventilación; 3. Primera capa de fardos de heno, 4 y 7. plástico, 5. capa de heno; 6. segunda capa de fardos de heno; 8. Orificios para la salida del aire; 9. Cámara de ventilación; 10. Canal de circulación.

En calidad de material de cobertura se puede emplear materiales livianos como paralom, pinoplast, cartón corrugado.

Las condiciones del almacenamiento son:

- Control de temperatura en los cagats (1-3°C), por cada 300T se ubica un termómetro, no menos de 3 termómetros por cagat.
- No debe bajar la temperatura menos de 0°C.

- Control de la marchites mediante humectación del aire de ventilación (90-99% de humedad)
- La germinación de la remolacha mediante tratamiento con sal sodada de ácido maleico, en estado líquido, solución al 1% (3-4 l/T).
- Evitar el desarrollo de procesos microbiológicos, mediante aspersión de una solución al 3% de compuestos fenólicos como Pirocatecina e Hidroquinona de 3-4 l/T.
- Aireación; 30m³ de aire/h.T ⁵²

⁵² Trisviatskiy L. A. Lesnik B.V. Agropromizdat, Moscú 1999, pag. 343

3.7 GLOSARIO DE TÉRMINOS

1. **Ácido galactourónico:** Ácido glucurónico derivado de la galactosa, donde el C₆ se oxida para formar un ácido carboxílico y el C₁ está libre para formar un anillo. Es un componente importante de tubérculos, especialmente de las membranas celulares donde participan en calidad de receptores de membrana.
2. **Aerometría:** Método para determinar, por medio de un areómetro, las densidades relativas o los pesos específicos de los líquidos, o de los sólidos por medio de los líquidos: la aerometría se basa en el teorema de Arquímedes.
3. **Álcalis:** Sustancia básica capaz de formar sales con los ácidos.
4. **Amidas:** Cada uno de los compuestos orgánicos que se pueden considerar derivados de un ácido carboxílico por sustitución del grupo —OH del ácido por un grupo —NH₂, —NHR o —NRR' (siendo R y R' radicales orgánicos). Formalmente también se pueden considerar derivados del amoníaco, de una amina primaria o de una amina secundaria por sustitución de un hidrógeno por un radical ácido, dando lugar a una amida primaria, secundaria o terciaria, respectivamente.

Las amidas son comunes en la naturaleza, y una de las más conocidas es la urea, una diamida que no contiene hidrocarburos. Las proteínas y los péptidos están formados por amidas. Un ejemplo de poliamida de cadena larga es el nailon. Las amidas también se utilizan mucho en la industria farmacéutica.

5. **Aminoácidos:** Importante clase de compuestos orgánicos que contienen un grupo amino (NH₂) y un grupo carboxilo (COOH). Veinte de estos compuestos son los constituyentes de las proteínas.

Se los conoce como alfa aminoácidos (α -aminoácidos) y son los siguientes: alanina, arginina, asparagina, ácido aspártico, cisteína, ácido glutámico, glutamina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, serina, treonina, triptófano, tirosina y valina. Todos ellos responden a la siguiente fórmula general:

- 6. Betaína:** La betaína es un compuesto químicamente estable y no tóxico, el cuál es producido por todos los organismos vivos, aunque en cantidades variables. Sin embargo, sólo unos pocos organismos acumulan betaína en altas concentraciones. De los acumuladores de betaína, los más conocidos son las plantas pertenecientes a la familia de las Chenopodiaceae (la más conocida es la remolacha azucarera, de la que nosotros obtenemos el azúcar), así como algunos microbios y los invertebrado marinos. Estos organismos acumulan betaína para proteger sus células de la tensión osmótica en condiciones de sequedad o de salinidad alta.

Fórmula Química Estructural de la Betaína.

- 7. Cagat:** Sistemas de almacenamiento de tubérculos, construidos directamente en los campos de cultivo, cubiertos con materia vegetal, tierra y otros componentes, que garantizan su conservación.
- 8. Compuestos aminados:** Compuestos que han incorporado en su estructura amoníaco en forma de NH_2 , que participan en el metabolismo de las proteínas y aminoácidos.
- 9. Hemicelulosa:** Polisacárido vegetal, de estructura fibrilar que se entrelaza con otros polisacáridos de la pared celular vegetal. Está compuesto por una mezcla de heteroglucanos neutros (xilano, xiloglucano y arabinogalactano). Entra en contacto con las fibrillas de celulosa mediante pectinas de carácter ácido o neutras.

10. Hidrólisis: Tipo de reacción química en la que una molécula de agua, con fórmula HOH, reacciona con una molécula de una sustancia AB, en la que A y B representan átomos o grupos de átomos. En la reacción, la molécula de agua se descompone en los fragmentos H^+ y OH^- , y la molécula AB se descompone en A^+ y B^- . A continuación, estos fragmentos se unen proporcionando los productos finales AOH y HB. A este tipo de reacción se le conoce a menudo como doble descomposición o intercambio. De interés especial es la hidrólisis de diversas sales que origina disoluciones ácidas o básicas.

11. Protopectina: Moléculas producidas por los vegetales, a partir de la transformación de los hidratos de carbono que se constituirán finalmente en sustancias pécticas, que se acumularán en hojas, tallos y frutos en calidad de materiales de reserva y protección.

12. Sustancias pécticas: Sustancias de estructura muy compleja, se modifican por procedimientos de extracción por lo que no se conoce su estructura exacta. Se dividen en dos grupos: ácidos pécticos (el esqueleto fundamentalmente está formado por unidades de ácido galactourónico) y pectinas (algunos OH del COOH están metilados). El grado de metilación diferencia las distintas pectinas.

Las pectinas comerciales son un polvo soluble en agua a temperatura ambiente e insoluble en alcoholes. Dan soluciones viscosas; la viscosidad disminuye al aumentar el grado de metilación.

Forman soluciones estables a pH 2,6-5. Para formar el gel necesita una sustancia deshidratante. (sacarosa)

CAPÍTULO IV

PROCESOS TECNOLÓGICOS DE PRODUCCIÓN DE AZÚCAR

4.1 MODELO DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR

4.1.1 Obtención del azúcar de la caña en Ingenio Sancarlos.

El INGENIO SANCARLOS fue fundado en 1945 por don Carlos Sarmiento Lora y doña Maria Cristina Palau, en tierras rurales del municipio de Tuluá, departamento del Valle, en la República de Colombia, año en que resolvió convertir el viejo trapiche o molienda panelera en un Ingenio azucarero. Para ese propósito, contrató con la firma "Honolulu Iron Works Company" los planos, la asesoría y la construcción de lo que es hoy el INGENIO SANCARLOS.⁵³

Tres años después, el 25 de Octubre de 1948, el INGENIO SANCARLOS producía el primer bulto o quintal (unidad de medida equivalente a 50 kilogramos) de azúcar, obteniéndose para lo que restaba del año una producción de 26.128 quintales. La extensión de cultivos de caña se inició con 1.200 hectáreas, en las cuales laboraban 130 hombres, en tanto que los trabajos de fábrica demandaban el esfuerzo de 90 personas.⁵⁴

EL INGENIO SANCARLOS se compromete a satisfacer las necesidades de sus clientes, a proteger el medio ambiente previniendo la contaminación generada en sus procesos y a preservar, mantener y mejorar la salud individual y colectiva de sus colaboradores en los puestos de trabajo, mediante:

- El cumplimiento de las especificaciones del azúcar incluidas en las Fichas Técnicas, la entrega oportuna de los Certificados de Calidad, la aplicación de los Requisitos del Sistema de Calidad y de las Buenas Prácticas de Manufactura; por medio de la planificación y el control de nuestros procesos.

⁵³ Historia del Ingenio San Carlos, www.ingeniosancarlos.com.co/procesop.php, pag 1, 28/01/07

⁵⁴ Historia del ingenio San Carlos, www.ingeniosancarlos.com.co/procesop.php, pag 1-2, 28/01/07

- El uso racional de los recursos agua, suelo y energía eléctrica, el adecuado manejo y el uso racional de las grasas y agroquímicos, el manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y emisiones atmosféricas y la participación activa en los programas desarrollados por la Fundación Ríos Tuluá y Morales.
- La implementación de procedimientos de trabajo seguro, la ejecución de programas de vigilancia epidemiológica, la realización de actividades de capacitación y el suministro de elementos de protección personal, que prevengan y mitiguen los accidentes, incidentes y enfermedades profesionales relacionados con caídas, atrapamientos, contacto eléctrico, material particulado, ruido y manejo de cargas; identificados como significativos dentro de las actividades laborales.

Igualmente, se compromete a cumplir los requisitos legales aplicables y el convenio de producción limpia, enmarcando sus Sistemas de Gestión de Calidad, Gestión Ambiental y Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional en la filosofía de prevención, mejoramiento continuo y en los lineamientos de las NTC ISO 9001:2000, NTC ISO 14001:1996 y NTC OHSAS 18001:2000, asignando los recursos necesarios para materializar esta Política por medio de objetivos, metas y programas. ”. ⁵⁵

El ingenio Sancarlos tiene actualmente el certificado No. 118-1 de gestión de la calidad NTC-ISO 9001 Versión 2000 para las actividades de Fabricación y Comercialización de Azúcar.

La obtención del azúcar se requiere de un proceso muy largo, desde que la semilla de la caña germina hasta que el azúcar se comercializa. A continuación se describe detalladamente el proceso de fabricación. ⁵⁶

a) Labores de Campo y Cosecha: Para la obtención del azúcar se requiere de un proceso muy largo, desde que la semilla de la caña germina hasta que el

⁵⁵ Política de gestión integral, www.ingeniosancarlos.com.co/procesop.php, pag 1, 28/01/07

⁵⁶ Procesos Productivos, www.ingeniosancarlos.com.co/procesop.php, pag 1, 28/01/07

azúcar se comercializa. A continuación se describe detalladamente el proceso de fabricación.⁵⁷

El proceso productivo se inicia con la preparación del terreno, etapa previa a la siembra de la caña. Una vez la planta madura a los 14 meses, las personas encargadas de la cosecha la cortan, recogen a través de alce mecánico y la llevan en equipo de transporte adecuado hasta el patio de caña del ingenio.⁵⁸

b) Patio de Caña: Una vez en el patio la caña que llega del campo se muestrea para determinar el contenido de materia extraña, se pesa en las básculas y se conduce al patio de la caña, en donde es molida previo el descargue directo a las mesas para caña con el sistema de grúa hilo. El almacenaje ó apronte se hace en vagones y sólo se maneja un máximo de 150 toneladas por día. El Ingenio Sancarlos no dispone de mesas para el lavado de la caña y una vez se descarga a éstas, se envía a través de conductores de tablillas metálicos hacia las picadoras de caña.⁵⁹

c) Picado de Caña: La caña antes de ingresar al molino se pasa por un juego de niveladora y dos picadoras, con el objeto de prepararla adecuadamente para la etapa siguiente ó de extracción de jugo en los molinos.⁶⁰

d) Molienda: La caña preparada por las picadoras llega a un tandem de 6 molinos, cada uno compuesto de tres mazas y con su respectivo rodillo alimentador. Cada molino tiene conductor intermedio de tipo Donelly, con el objetivo de buscar grados de libertad en caso de fallas que se presenten en alguno de los molinos, por un lado y por el otro, para buscar una alimentación al molino más uniforme y mejorar extracción.

Los molinos son movidos por turbinas de vapor de a dos molinos por cada turbina. Se utiliza el sistema de absorción compuesta, utilizando en el último molino agua caliente o fría.

⁵⁷ Procesos Productivos, www.ingeniosancarlos.com.co/procesop.php, pag 1, 28/01/07

⁵⁸ Procesos Productivos, www.ingeniosancarlos.com.co/procesop.php, pag 1, 28/01/07

⁵⁹ Procesos Productivos, www.ingeniosancarlos.com.co/procesop.php, pag 2, 28/01/07

⁶⁰ Procesos Productivos, www.ingeniosancarlos.com.co/procesop.php, pag 2, 28/01/07

El bagazo que sale de la última unidad de molienda ó molino sexto, se conduce a la caldera para generación de vapor y el sobrante se dispone a la bagacera, mediante un sistema de recirculación que permita no sólo alimentar la caldera, sino manejar los sobrantes de una manera práctica.

El vapor se produce a 300 psi y 580°F, el cual pasa directamente a los turbogeneradores, en donde se autoabastece la fábrica de energía eléctrica. El vapor de escape de los turbogeneradores pasa directamente al evaporador tipo Kestner en donde se inicia la evaporación del agua del jugo, tal como se indica más adelante.⁶¹

e) Pesaje de Jugo: El jugo diluido se pasa por filtros estáticos tipo DSM ó en movimiento tipo Tromel, cuyo objeto es el de retirar partículas de bagacillo, para posteriormente pasarlo a una báscula electrónica y automática, montada sobre celdas de carga, en donde se registra el peso del jugo y de esta forma iniciar el control de la fábrica en lo que a sacarosa se refiere.⁶²

f) Clarificación: El jugo obtenido en la molienda, que es de carácter ácido se trata con lechada de cal entre 9 y 15 grados Baumé, previo al calentamiento primario a 75 °C y la preparación de lechada de cal en una estación separada.

Realizadas las operaciones anteriores, se procede a sulfitar para el caso del azúcar que no se obtiene por el proceso de doble cristalización ó Remelt y, enseguida se pasa a un calentamiento secundario en donde se incrementa la temperatura hasta 103 - 104 °C.

Cuando el azúcar se obtiene por el método Remelt, no se sulfita pero el resto de operaciones permanecen constantes. El jugo caliente pasa a una torre de prefloculación, en donde además de agregar el polímero ó floculante, sirve como elemento amortiguador de entrada del jugo al clarificador.

El jugo así clarificado, pasa al tandem de evaporación y los productos de la sedimentación ó lodos se procesan en filtros al vacío, para entregar una cachaza muy agotada en lo que a sacarosa se refiere.

⁶¹ Procesos Productivos, www.ingeniosancarlos.com.co/procesop.php, pag 3, 28/01/07

⁶² Procesos Productivos, www.ingeniosancarlos.com.co/procesop.php, pag 3, 28/01/07

El jugo filtrado se retorna al inicio del proceso ó al tanque de jugo pesado y la cachaza que se mezcla con la ceniza de la caldera se usa como aditivo en los campos.⁶³

g) Evaporación: El jugo clarificado antes de pasar por un sistema de quíntuple efecto, en donde se obtiene una meladura de 65 a 67% grados brix, se precalienta en un calentador de placas hasta una temperatura que permita que se produzca un flash inmediato a la entrada del kestner.

El sistema está compuesto por un primer efecto ó evaporador tipo kestner, pasando luego a una serie de evaporadores de tipo Roberts. El sistema opera automáticamente tanto en la parte de nivel de jugo como en los vapores de los cuerpos concentradores.

El sistema está arreglado de forma tal que se permita clarificar meladura entre 55 - 60% grados brix y luego pasa a otra serie concentradora en donde se obtiene la concentración final.

El jugo concentrado ó meladura se envía a los tanques de almacenamiento en la estación de tachos.⁶⁴

h) Clarificación de la meladura: La meladura sufre un nuevo proceso de purificación en un clarificador por flotación con el objeto de remover impurezas, para asegurar que en el producto final no haya presencia de sólidos extraños.⁶⁵

i) Evapo - Cristalización: La meladura concentrada inicia el proceso de evapo-cristalización en la estación de tachos, los cuales están automatizados en su totalidad.

El sistema empleado para el agotamiento de los materiales es el de tres templas modificadas, de forma tal que la semilla cristal para masa cocida B y C es diferente y el cristal para estas semillas se hace con slurry ó polvillo de azúcar en alcohol.

⁶³ Procesos Productivos, www.ingeniosancarlos.com.co/procesop.php, pag 4, 28/01/07

⁶⁴ Procesos Productivos, www.ingeniosancarlos.com.co/procesop.php, pag 4, 28/01/07

⁶⁵ Procesos Productivos, www.ingeniosancarlos.com.co/procesop.php, pag 5, 28/01/07

La masa cocida A se fabrica con meladura virgen y semilla ó magma B, la masa B en las porciones adecuadas para mejorar agotamiento. La masa cocida C se fabrica con semilla cristal para masa C y miel B. Todo el azúcar de C ó magma C se disuelve con jugo clarificado y se retorna al tandem de evaporadores.⁶⁶

j) Centrifugación: Las masas cocidas se envían a unos receptores o mezcladores y de allí a las centrifugas, para llevar a cabo la separación de los cristales y el licor madre o miel.

Durante el proceso de centrifugación, el azúcar se lava para eliminar residuos de miel y se descarga a unos sinfines que a su vez transportan el azúcar hacia los elevadores.

El azúcar final cuando es sulfitado se pasa directamente a la secadora, de allí a una tolva, para luego envasarla en bultos de 50 Kilos y transportarla vía conductores de banda, hasta la bodega de azúcar, en donde la reciben los operarios para hacer las estibas de 40 a 50 bultos por estiba y luego hacer los arrumes en la bodega correspondiente.

Cuando se está produciendo azúcar doblemente cristalizado, el azúcar obtenido en las centrifugas se disuelve con agua caliente en un disolutor de azúcar, para luego ser enviado al proceso de evapo-cristalización en los tachos DC, con el objeto de remover color y obtener un producto entre 120 y 150 UI de color final con humedad de 0.037 - 0.038%.

Las operaciones de secado, pesaje y arrume para el azúcar doblemente cristalizado son iguales al proceso de producción de azúcar sulfitado.⁶⁷ (Ver anexo No. 9, foto No. 1; anexo No. 10, cuadro No. 1)

⁶⁶ Procesos Productivos, www.ingeniosancarlos.com.co/procesop.php, pag 5, 28/01/07

⁶⁷ Procesos Productivos, www.ingeniosancarlos.com.co/procesop.php, pag 6, 28/01/07.

4.2 PARÁMETROS TÉCNICOS DE SISTEMAS SIMILARES AL INGENIO SANCARLOS.

4.2.1 CÁLCULO DE EVAPORACIONES EN UN INGENIO AZUCARERO.

Para los cálculos aproximados y verificaciones rápidas de un arreglo de evaporadores en un ingenio azucarero, se considera un efecto quíntuple por ser un arreglo muy común y es fácil modificar los cálculos para otros arreglos.

Con base en los principios de Rillieaux se calculan en forma sencilla los vapores, la carga del condensador y el brix del jugo en cada evaporador. Se asume que la temperatura del jugo que entra al efecto primero es bastante próxima a la de ebullición del jugo en el mismo efecto.

Ejemplo:

Cantidad de jugo: 100 t/h

Concentración del jugo a la entrada: 15 Brix

Concentración de la meladura a la salida: 65 Brix

Consumo de vapor 1 (tachos, calentadores, otros): 25 t/h

Consumo de vapor 2 (tachos, calentadores, otros): 15 t/h

La cantidad de meladura producida se calcula con la relación de brixes:

$$(100 \text{ t/h})(15 \text{ Brix} / 65 \text{ Brix}) = 23,1 \text{ t/h}$$

El agua evaporada es la diferencia entre el jugo que entra y la meladura que sale: $100 \text{ t/h} - 23,1 \text{ t/h} = 76,9 \text{ t/h}$

Si el vapor del efecto 5 que va al condensador es x , entonces el vapor que entra y sale de los efectos 3 y 4 también es x , pues no hay sangrías en estos efectos. Una tonelada de vapor evapora una tonelada de agua. Los balances de vapor para los efectos 5 a 1, se ilustran en el gráfico que se encuentra en el anexo No. 11, figura No. 5.

El agua evaporada en los evaporadores, calculada antes como 76,9 t/h, también se puede determinar por:

$$(20 + 15 + x \text{ t/h}) + (15 + x \text{ t/h}) + (x \text{ t/h}) + (x \text{ t/h}) + (x \text{ t/h}) = 76,9 \text{ t/h}$$

Al resolver la ecuación se obtiene $x = 5,4 \text{ t/h}$ y con este valor se calcula el vapor de escape consumido y los vapores generados en cada evaporador. El agua evaporada en cada evaporador permite calcular los brixes de salida del jugo en cada efecto. El procedimiento para el efecto primero es:

$$\begin{aligned} \text{Vapor producido: } & 20 + 15 + x \text{ t/h} = 35 + 5,4 \text{ t/h} = 40,4 \text{ t/h} \\ \text{cantidad de jugo a la salida: } & 100 \text{ t/h} - 40,4 \text{ t/h} = 59,6 \text{ t/h} \\ \text{concentración del jugo a la salida: } & (15 \text{ Brix}) (100 \text{ t/h} / 59,6 \text{ t/h}) = 25,2 \text{ Brix}^{68} \end{aligned}$$

Los valores de balance de vapor para todo el arreglo se encuentran en el anexo No. 12, figura No. 6

4.2.2 RENDIMIENTO REGIONAL EN LA PRODUCCIÓN DE AZÚCAR.

La molienda de caña en el *Ingenio San - Carlos*, de octubre a diciembre de 2002 fue de 170.271 toneladas para un total de 681.914 toneladas en el 2.002, lo cual significa un incremento del 9.88% respecto al año 2001. La rata diaria de molienda ha estado en 2.280 t/d , un 7.6% mayor al año anterior.

La producción de azúcar de octubre a diciembre es 414.725 qq, completando a diciembre 1.718.431 qq, superando en un 7.67% al año anterior. El mayor porcentaje del azúcar producido en el cuarto trimestre del 2.002 es recristalizado, con destino a Panamco y exportación (69.65%), siguiendo luego el azúcar crudo a granel para exportación (30.35%).

La producción de miel final (melaza) octubre-diciembre 2.002 es 3.830 toneladas y el total del año 15.791 toneladas, un 9.89% más con respecto al 2.001

⁶⁸ Cálculos Simplificados de evaporadores, <http://www.perafan.com/ea02basi.html>, Pág. 3, 28/01/07

El rendimiento comercial a la fecha es 12.60% un 0.02% por debajo del 12.86% del año anterior.

El tiempo de operación de la fábrica es 303 días con 10 días más que el 2.001. San - Carlos es el ingenio que tiene mayor utilización del tiempo (81.05%) y el menor tiempo perdido en la fábrica (2.23%) de toda la industria azucarera colombiana. Comparando con el año anterior el tiempo perdido en la fábrica ha disminuido el 17.0%.⁶⁹

En *Colombia* produce 2'240 millones de toneladas y representa el 55.50 % de la producción del mercado andino; Perú produce 600.000 toneladas y le corresponde el 14.50 %; Venezuela produce 550.000 toneladas y le corresponde el 13.50 %; Ecuador produce 450.000 toneladas y le corresponde el 11 %; y Bolivia produce 220.000 toneladas y le corresponde el 5.50 %.⁷⁰

Las exportaciones totales dentro de la Subregión - asciende a 976.134 TM para 1999, Colombia es el mayor exportador con 897.004 TM, seguido de Bolivia y Ecuador con 28.344 TM y 26.277 TM, respectivamente, Perú tuvo una participación del 2 % y Venezuela el 0.3 %.⁷¹

El mayor importador de azúcar dentro de la CAN es Perú, con 353.033 TM (49 %), seguido de Venezuela con 330.864 TM (46 %), Ecuador con 11.522 TM, Colombia con el 2 % y Bolivia con 5.952 TM.⁷²

La estacionalidad de la caña de azúcar dentro de la Comunidad Andina se presenta de la siguiente manera: Perú y Colombia tienen una zafra durante todo el año, los inicios de la cosecha es a partir del mes de mayo hasta abril del próximo año, Bolivia inicia la zafra en mayo y culmina las actividades de cosecha en noviembre, la zafra en Ecuador es de junio a diciembre, Venezuela

⁶⁹ Información estadística, <http://www.ingeniosancarlos.com.co/estadosf2.php>, pag 1, 28/01/07.

⁷⁰ Análisis Cluster de la Cadena Agroindustrial de la Caña de Azúcar, <http://www.sica.gov.ec/cadenas/azucar/docs/monitoreo.pdf>, pag. 4, 28/01/07

⁷¹ Análisis Cluster de la Cadena Agroindustrial de la Caña de Azúcar, <http://www.sica.gov.ec/cadenas/azucar/docs/monitoreo.pdf>, pag. 4, 28/01/07

⁷² Análisis Cluster de la Cadena Agroindustrial de la Caña de Azúcar, <http://www.sica.gov.ec/cadenas/azucar/docs/monitoreo.pdf>, pag. 4, 28/01/07

tiene cinco meses de zafra, la misma corresponde en el período Diciembre – abril.⁷³

4.3 OPERACIONES UNITARIAS Y EQUIPOS DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE AZÚCAR DE CAÑA.

Para lograr producir azúcar a partir de la caña, es necesario seguir un proceso establecido, desde que la caña se corta hasta que llega el azúcar a la bodega de almacenamiento.

El llamado proceso de fabricación de azúcar, consiste esencialmente en separar la sacarosa, en su forma pura definitiva, de los distintos materiales a que está asociada en la planta de caña. A continuación se presenta un esquema y explicación del proceso.⁷⁴

4.3.1 Recolección de la caña de azúcar

La recolección de la caña de azúcar puede realizarse, mecanizadamente o manualmente. Manualmente cuando las condiciones topográficas de las zonas de los cultivos de caña no permiten el funcionamiento adecuado de las máquinas cortadoras.

La caña cortada es cargada a los vehículos de transporte a granel o en rollos. El primer método es más rápido puesto que en este se utilizan tractores. La carga en rollos es manual.⁷⁵ (Ver anexo No. 13, foto No. 2)

Las fincas disponen de varios centros de pesaje o romanas que permiten tener un adecuado control de la caña desde que sale de las fincas hasta que entra a la Planta. La existencia de estos centros también favorece a los productores asociados ya que pueden entregar la caña en la romana más cercana para que esta sea transportada posteriormente al Ingenio.⁷⁶

⁷³ Análisis Cluster de la Cadena Agroindustrial de la Caña de Azúcar, <http://www.sica.gov.ec/cadenas/azucar/docs/monitoreo.pdf>, pag. 4, 28/01/07

⁷⁴ La Caña de Azúcar, , <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 1, 29/01/07

⁷⁵ La Caña de Azúcar, , <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 2, 29/01/07

⁷⁶ La Caña de Azúcar, , <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 3, 29/01/07

4.3.2 Pesaje

Toda la caña que ingresa al Ingenio es pesada en la Romana Central que se ubica a la entrada de la Planta y que está diseñada para un tonelaje de entre 60 y 100 toneladas. El conductor del vehículo entrega al operador de la romana un documento llamado “Boleta de despacho” que contiene entre otros datos el registro del lugar de proveniencia y la variedad de la caña. Las variedades más comunes son la San Pablo, Mexicana, República Brasileña y Laica.

El peso registrado por la Romana y demás datos se envía al Laboratorio para su posterior procesamiento.⁷⁷ (Ver anexo No. 14, foto No. 3)

4.3.3 Mostreo de Laboratorio

Frente al laboratorio, haciendo uso de máquinas diseñadas para tal propósito se extraen muestras de aproximadamente 5 kg. Luego la muestra se hace pasar por una máquina desfibradora. Del producto resultante se toma una segunda muestra de 500 g a la cual se le realizan diferentes análisis.

El propósito de éstos es entre otros, determinar la cantidad de sólidos, cantidad de sacarosa, porcentaje de fibra y cantidad de impurezas presentes en la caña que entra al Ingenio.

El resultado de dichos análisis, junto con el registro de peso en la romana, determina el precio a pagar al productor. La caña con mayor contenido de sacarosa tendrá un mayor precio.⁷⁸ (Ver anexo No. 15, foto No. 4)

4.3.4 Descarga

Una vez, que las muestras son tomadas, la caña es llevada a la zona de descarga. Esta consiste en un amplio patio con espacio suficiente para almacenar al menos 4000 toneladas. Normalmente la caña se descarga de los vehículos y se almacena por algunas horas en el patio. El método de descarga varía según el modo de transporte de la caña. La caña a granel es descargada

⁷⁷ La Caña de Azúcar, , <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 2, 29/01/07

⁷⁸ La Caña de Azúcar, , <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 3, 29/01/07

y posteriormente puesta en la mesa de la caña por un tractor. Para la descarga por volteo y de caña en rollos se cuenta con una o dos grúas.⁷⁹ (Ver anexo No. 16, foto No. 5)

Grúa Estacionaria: Se utiliza para descarga por volteo. Tiene capacidad promedio para 10 toneladas. Se encuentra ubicada frente a la mesa de caña. Funciona por medio de un tambor giratorio movido por un motor eléctrico en que se enrollan los cables de acero. Esta puede desplazarse linealmente una longitud de 15 metros.

Grúa Fimiza: Es la grúa principal. Se ubica en el centro del patio. Está montada sobre una estructura metálica de aproximadamente 20 metros de altura.

Posee un brazo giratorio en el que se desplaza linealmente un carro, a partir del cual baja o sube el gancho que se acopla a la carga. Este diseño permite un alcance de 20 metros en un radio de 360.

El ritmo de molienda y la agilidad en la descarga deben ser coordinados adecuadamente, puesto que no es conveniente almacenar la caña por periodos largos de tiempo. Generalmente luego de 24 horas inicia la formación de hongos y bacterias lo cual disminuye el contenido de sacarosa en la caña.⁸⁰

4.3.5 Preparación

La preparación de la caña persigue dos propósitos fundamentales:

- Incrementar el volumen de alimentación hacia los molinos; esto se logra mediante el aumento de densidad producto de la preparación.
- Facilitar la extracción en los molinos al romper la estructura de la caña. Las grúas depositan la caña en la mesa. La mesa consiste en una plataforma metálica con 15 grados de inclinación provista de un conductor de cadena con velocidad variable. La caña es conducida en la mesa hasta las cuchillas (20 a lo largo de un eje de 5 metros de longitud). Estas cortan por impacto la caña en partes pequeñas. Inmediatamente la caña cae al

⁷⁹ La Caña de Azúcar, , <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 4, 29/01/07

⁸⁰ La Caña de Azúcar, , <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 4, 29/01/07

segundo conductor que acarrea los trozos hacia las segundas cuchillas (58 en una longitud de 1,10 metros). Finalmente la caña pasa por una máquina desfibadora (no se muestra en la imagen) la cual consiste en un tambor giratorio de 60 pulgadas de longitud provisto de 46 martillos que desmenuzan completamente la caña. De esta forma la fibra queda totalmente accesible a la operación de molienda.⁸¹ (Ver anexo No. 17, foto No. 6)

4.3.6 Extracción

La extracción del jugo se lleva a cabo en los molinos y consiste en la compresión de la fibra de caña entre cilindros de gran tamaño llamados mazas.

Molinos: Son estructuras compuestas por Vírgenes (bases metálicas que brindan el soporte a los ejes que mueven las mazas). Cada molino posee 3 mazas. Los molinos se colocan de forma tal que la fibra que sale de un molino sea acarreada por un conductor intermedio y entre a un siguiente molino, de esta manera se logra extraer la mayor cantidad de sacarosa que contiene la fibra. Estos arreglos de molinos se conocen como Tándem de Molinos.⁸²

(Ver anexo No. 18, foto No. 7)

Mazas: Son cilindros acanalados contruidos de hierro fundido y acero con un peso de aproximadamente 10 toneladas. La compresión de la caña se da por el propio peso de las masas y por la presión que ejerce un pistón sobre la masa superior, la cual varía de 1800 psi en el primer molino hasta 3200 psi en el quinto molino. La apertura entre las masas se regula de modo que la salida sea menor que la entrada. Las aperturas en los diferentes molinos se calculan a partir de diversas variables como lo son: cantidad de caña molida por hora, porcentaje de fibra de caña, cantidad de agua de imbibición, tamaño de molinos, entre otros. Este cálculo es conocido como "Seting de Molinos".

En el caso de CoopeVictoria, las masas son de 34 pulgadas de diámetro por 60

⁸¹ La Caña de Azúcar, , <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 5, 29/01/07

⁸² La Caña de Azúcar, , <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 6, 29/01/07

pulgadas de largo para los molinos 1, 2 y 3, y 30 por 60 pulgadas para los molinos 4 y 5.

Imbibición: Para mejorar la extracción de sacarosa, se aplica agua de imbibición. Este proceso consiste en agregar agua al bagazo antes de su paso por el molino final. La imbibición aumenta la extracción de sacarosa en aproximadamente un 15 %.

Maceración: Este es un proceso que se aplica paralelo a la imbibición y que tiene la misma finalidad (aumentar la extracción). Consiste en remojar el bagazo con el jugo diluido producto de la imbibición. El jugo extraído por un molino se aplica a la entrada del molino anterior. En un tándem de 5 molinos se aplica maceración al segundo, tercero y cuarto molino, e imbibición al quinto molino.

Tratamiento químico: El jugo de caña es tratado químicamente tanto para regular el color final del azúcar, como para favorecer el proceso de clarificación (separación de impurezas). En la molienda se le agrega ácido fosfórico al jugo con el fin de que éste funcione como puente y propicie la reacción entre la materia orgánica y la Acril – Amida, que se agrega en una etapa posterior. El jugo tratado químicamente recibe el nombre de jugo mixto.⁸³

4.3.7 Filtración

El jugo extraído en la molienda contiene mucho bagazo en suspensión, conocido generalmente como bagacillo o *cush-cush*. Para eliminar este bagacillo los jugos se pasan primero por filtros perforados con agujeros de 1 mm de diámetro. La forma más común consiste en filtros horizontales fijos. Al pasar el jugo por el filtro que se deposita en un tanque, en tanto que el bagacillo que ha sido separado, se recoge por medio de un conductor de raspador que lleva el bagacillo de nuevo a los molinos.

⁸³ La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 6, 29/01/07

El jugo filtrado es bombeado hasta la parte alta de la torre de sulfatación en donde cae por gravedad.⁸⁴ (Ver anexo No. 19, foto No. 8)

4.3.8 Sulfatación – Alcalización

Sulfatación: En el jugo existen dos compuestos que son no azúcares y que reaccionan con otros formando sustancias colorantes. Entre los compuestos más notables se encuentran los Poli fenoles y los Amino compuestos. La presencia de sustancias colorantes en el azúcar es indeseable; existen valores máximos de unidades de color permitidos por el organismo contralor de la actividad azucarera. La producción de azúcar con coloraciones fuera de los límites establecidos puede ocasionar grandes pérdidas económicas para la empresa. Para mantener los índices de coloración en valores aceptables se utiliza el proceso de Sulfatación, que consiste en mezclar el jugo con bióxido de azufre. Este proceso consigue inactivar o al menos minimizar la acción de los Poli fenoles y los Amino compuestos.⁸⁵ (Ver anexo No. 20, foto No. 9)

Torre de Sulfatación: Su función es mezclar el jugo mixto proveniente de los molinos con el bióxido de azufre (SO₂). En la torre el jugo cae por gravedad, en tanto que vapores de azufre recorren la torre en sentido inverso. El flujo de azufre se controla por medio de la medición de la acidez (PH) de la mezcla resultante.

Alcalización: Posterior al proceso de sulfatación se agrega lechada de cal al jugo. Este proceso recibe el nombre de alcalización. Se realiza para que el calcio reaccione con los fosfatos libres y forme fosfatos tricálcicos. Estos contribuyen en la reacción de la acril- amida con la materia orgánica en el proceso de clarificado.⁸⁶

4.3.9 Calentamiento

Esta operación tiene por objeto calentar el jugo desde la temperatura a la que sale del tanque de alcalización, hasta la temperatura de ebullición normal a la

⁸⁴ La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 7, 29/01/07

⁸⁵ La Caña de Azúcar, , <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 8, 29/01/07

⁸⁶ La Caña de Azúcar, , <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 8, 29/01/07

presión atmosférica del lugar. El calentamiento tiene por función fundamental acelerar la velocidad de la reacción de los fosfatos tricálcicos.

Calentadores: Consisten en intercambiadores de calor horizontales de dos pasos. El intercambio de calor se da a partir de vapor de escape proveniente de las turbinas con una presión de aproximadamente 20 psi.⁸⁷ (Ver anexo No. 21, foto No. 10)

4.3.10 Clarificación

El propósito del proceso de clarificación es separar las impurezas presentes en el jugo. El jugo contiene una considerable cantidad de materia fina y coloidal en suspensión, la misma que debe eliminarse para conseguir azúcares de alta pureza al final del proceso. En la clarificación también se extraen algunos constituyentes solubles.

Floculantes (Acril - Amida): Los floculantes se comenzaron a utilizar en el año 1962. Por medio de los fosfatos tricálcicos (puente) reaccionan con la materia orgánica (impurezas), produciendo moléculas de gran tamaño que decantan por diferencia de densidad.

Clarificadores: Son tanques o depósitos de gran tamaño por los que el jugo circula a una velocidad lo suficientemente lenta, para que el precipitado producido por la reacción del floculante y la materia orgánica se asiente en la parte inferior y pueda ser extraído.

El jugo clarificado es enviado a los evaporadores por medio de un sistema de bobeo.⁸⁸ (Ver anexo No. 22, foto No. 11)

4.3.11 Filtración de Cachaza

La mezcla de floculante y materia orgánica depositada en la parte inferior de los clarificadores es transportada al Filtro de Cachaza. Este consiste en un cilindro rotatorio provisto de una superficie porosa en la que la cachaza se

⁸⁷ La Caña de Azúcar, , <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 9, 29/01/07

⁸⁸ La Caña de Azúcar, , <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 10, 29/01/07

adhiera a la vez que se le rocía agua caliente. La adhesión se da por medio de la presión de vacío dentro del cilindro.

La sustancia producto del lavado de la cachaza se trasporta por una serie de conductos en la parte interna del cilindro. Posteriormente esta mezcla (jugo y agua) es enviada al tanque de depósito de la romana de jugo. La cachaza por su parte es utilizada para la elaboración de abono orgánico.⁸⁹ (Ver anexo No. 23, foto No. 12)

4.3.12 Evaporación

El jugo clarificado contiene del 15 al 20% de sólidos, según la concentración del jugo original de la caña y el procedimiento de maceración empleado. Para conseguir la formación de cristales de azúcar, el jugo debe ser concentrado hasta el estado de mieles. Para alcanzar tal condición, es necesario eliminar la totalidad del agua presente.

En la Evaporación, por medio de intercambio de calor con vapor de baja presión (20 psi), el jugo se concentra en un jarabe de uso llamado Meladura (no saturado). El proceso se da en varias etapas. Es común el uso de 5 cuerpos de evaporación dispuestos en serie, en los cuales el jugo fluye por diferencia de presión en los cuerpos.

Evaporadores: La Evaporación de varias etapas o múltiple efecto fue inventada por Rillieux, en Luisiana, en el año 1844.

A partir de esa fecha se ha dado un desarrollo de tales “máquinas”, hasta llegar a los diseños modernos que consisten en evaporadores de tubos dispuestos verticalmente.⁹⁰ (Ver anexo No. 24, foto No. 13)

El evaporador consiste en un intercambiador de calor de gran tamaño, dotado de espejos en su nivel medio e inferior y de tubos verticales que conforman el área de calefacción, en la que el jugo en la parte interna de los tubos recibe el calor proporcionado por el vapor de baja presión que fluye externamente.

⁸⁹ La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 11, 29/01/07

⁹⁰ La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 12, 29/01/07

Como se mencionó anteriormente, el flujo del jugo por los diferentes cuerpos se da por diferencia de presión. En los procesos de quíntuplo efecto como el caso de CoopeVictoria, el quinto cuerpo de evaporación trabaja con presión de vacío de aproximadamente 23 pulgadas de mercurio (11 psi).⁹¹

4.3.13 Cristalización

Se conoce también como cocción de azúcar. La cristalización consiste básicamente en la formación de los cristales de azúcar a partir de diferentes mieles.

El proceso se efectúa en evaporadores al vacío de efecto sencillo comúnmente llamados tachos. Primeramente se concentra la Meladura hasta que esta alcanza el punto de saturación. En tal condición se introducen cristales de siembra que sirven de núcleos a los cristales de azúcar. A medida que se evapora el agua se agrega Meladura con el fin de aumentar el tamaño de los cristales.

Los cristales de siembra son cristales de 0,010 mm de diámetro, que se obtienen a partir de la mezcla de azúcar refinado (4,8 kg) y alcohol Izo propílico (1,5 galones), en un cilindro rotativo por un tiempo de 24 horas. La mezcla de cristales de siembra y meladura se concentran hasta formar una masa densa llamada “masa cocida”. En este punto el proceso finaliza y el contenido del tacho (llamado templa), se descarga a través de una válvula colocada en la parte inferior.⁹² (Ver anexo No. 25, foto No. 14)

Para la elaboración de azúcar blanco se utiliza el proceso de Tres Templas y Doble Magma, que tiene como propósito principal minimizar las pérdidas de azúcar en la miel final. Como parámetro aceptable se considera que la pureza de la miel final no debe ser mayor de 35% de sacarosa en su contenido.

Tachos: Son evaporadores al vacío de efecto sencillo diseñados para la manipulación de materiales viscosos. Al igual que los evaporadores se

⁹¹ La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 12, 29/01/07

⁹² La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 13, 29/01/07

componen de un cuerpo provisto internamente de tubos verticales soportados por espejos en sus extremos. El tacho es un cristizador evaporativo en el que el grado de sobresaturación se controla y se mantiene por medio de la evaporación del disolvente, en tanto que el material disuelto cristaliza.⁹³

4.3.14 Centrifugación

Las masas cocidas resultantes de la cristalización, se depositan en tanques o vasos de retención, para pasar seguidamente al área de centrífugas en donde se consigue la separación de las masas en cristales y miel.

Centrífugas: Son máquinas dotadas de una canasta cilíndrica giratoria, forrada internamente por una delgada tela de cobre o acero inoxidable, perforada con infinidad de agujeros de pequeño diámetro que permiten el paso de la miel, a la vez que retienen los cristales de azúcar. La separación se da a partir de la fuerza centrífuga que se genera en la máquina por el giro de la canasta a gran velocidad.

La Masa Cocida se introduce a la máquina por medio de un canal de poca longitud desde el vaso de retención. El canal se cierra por medio de una compuerta apropiada. En el momento de la carga la máquina gira a baja velocidad. La masa forma entonces una capa vertical contra la pared de la canasta. Cuando esta capa adquiere el espesor deseado se suspende la entrada de la masa cocida.⁹⁴ (Ver anexo No. 26, foto No. 15)

Seguidamente, la máquina es acelerada hasta alcanzar la velocidad de operación. Cuando el ciclo finaliza se descarga el azúcar a un conductor que transporta ésta hasta la parte alta de la fábrica, en donde se ubican las máquinas secadoras.⁹⁵

⁹³ La Caña de Azúcar, , <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 13, 29/01/07

⁹⁴ La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 14, 29/01/07

⁹⁵ La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 14, 29/01/07

4.3.15 Secado

El contenido de humedad del azúcar al finalizar la separación centrífuga no mantiene un nivel apropiado para su manipulación y almacenamiento. La función de secado busca entonces reducir el contenido de humedad del azúcar hasta un valor lo bastante bajo, para impedir el desarrollo de microorganismos que puedan ocasionar el deterioro del producto, o en el peor de los casos, su pérdida.⁹⁶ (Ver anexo No. 27, foto No. 16)

Secadoras: Se emplean varios tipos. El diseño más común consiste en un cilindro giratorio por el que se hace pasar el azúcar, a la vez que fluye una corriente de aire caliente en sentido contrario.

El movimiento permite la adecuada exposición de los cristales al calor y por ende, la disminución de la humedad.⁹⁷

4.3.16 Empaque

La parte final del proceso es el empaque. El azúcar es empacada por máquinas automáticas y semiautomáticas en varios tamaños, dependiendo de las necesidades del consumidor. Paquetes de un kilogramo que a su vez se empacan en sacos de 30 o 50 kilogramos, azúcar a granel en sacos de 50 kilogramos y azúcar a granel en sacos especiales de 500 kilogramos llamados "Big Bags".⁹⁸ (Ver anexo No. 28, foto No. 17)

Parte del azúcar no es empacada, sino puede transportarse a granel en contenedores hasta los puertos, para su posterior exportación en grandes navíos.⁹⁹ (Ver anexo No. 29, foto No. 18)

⁹⁶ La Caña de Azúcar, , <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 14, 29/01/07

⁹⁷ La Caña de Azúcar, , <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 15, 29/01/07

⁹⁸ La Caña de Azúcar, , <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 16, 29/01/07

⁹⁹ La Caña de Azúcar, , <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 17, 29/01/07

4.4 CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO TERMINADO

FOTO No.4.1: Tipos de Azúcar



Fuente: Panorama de la Cadena, www.proyectosica.gov.ec.

4.4.1 AZÚCAR BLANCO

Cumple la norma técnica colombiana NTC 611 del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC

Características Fisicoquímicas

Característica	Límite
Polarización, °S, a 20 °C, Mínimo	99.4
Color, uma, a 420nm,Máximo	400
Turbiedad, uma, a 420 nm, Máximo	400
Humedad, Granulado, % m/m, Máximo	0.075
Cenizas, %m/m,Máximo	0.15

Fuente: Uma, Unidades de Miliabsorbancia.

Características Microbiológicas

Microorganismo	Límite
Coliformes Totales, NMP/g, Máximo	3
Coliformes, Filtración por membrana, UFC/10g, Máximo	80
Coliformes Fecales, NMP/g	<3
Coliformes Fecales , Filtración por membrana, UFC/10g	<10

Bacterias Mesófilas aerobias, UFC/g	<200
Bacterias Mesófilas aerobias, Filtración por membrana UFC/g	<200
Mohos y Levaduras, UFC/g	<100
Mohos y Levaduras, Filtración por membrana, UFC/g	<100

Fuente: UFC Unidades Formadoras de Colonias.
NMP Número más probable.
La filtración por membrana se considera método alterno.

Presentación

Bolsas de 50 kg en papel o Polipropileno.

Bolsas de 1.000 kg en Polipropileno.¹⁰⁰

4.4.2 AZÚCAR BLANCO ESPECIAL

Cumple la norma técnica colombiana NTC 2085 del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

Características Fisicoquímicas

Característica	Límite
Polarización, °S, a 20 °C, Mínimo	99.6
Color, uma, a 420nm, Máximo	180
Turbiedad, uma, a 420 nm, Máximo	80
Humedad, Granulado, % m/m, Máximo	0.07
Cenizas, %m/m, Máximo	0.095

Fuente: Uma, Unidades de Miliabsorbancia.

Características Microbiológicas

Microorganismo	Límite
Coliformes Totales, NMP/g, Máximo	3
Coliformes, Filtración por membrana, UFC/10g, Máximo	80

¹⁰⁰ Especificaciones de sus productos, <http://www.ingeniosancarlos.com.co/productos.php>, Pag. 1, 28/01/07

Coliformes Fecales, NMP/g	<3
Coliformes Fecales , Filtración por membrana, UFC/10g	<10
Bacterias Mesófilas aerobias, UFC/g	<200
Bacterias Mesófilas aerobias, Filtración por membrana UFC/g	<200
Mohos y Levaduras, UFC/g	<100
Mohos y Levaduras, Filtración por membrana, UFC/g	<100

Fuente: UFC Unidades Formadoras de Colonias. NMP Número más probable. La filtración por membrana se considera método alterno.

Presentación

Bolsas de 50 kg en papel o Polipropileno.

Bolsas de 1.000 kg en Polipropileno.¹⁰¹

4.4.3 AZÚCAR REFINADO

Cumple la norma técnica colombiana NTC 778 del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

Características Fisicoquímicas

Característica	Límite
Polarización, °S, a 20 °C, Mínimo	99.8
Color, uma, a 420nm, Máximo	60
Turbiedad, uma, a 420 nm, Máximo	0.05
Humedad, Granulado, % m/m, Máximo	0.05
Cenizas, %m/m, Máximo	0.04
Arsenico, Expresado como As, mg/kg, Máximo	1
Cobre, Expresado como CU, mg/kg, Máximo	2
Plomo, Espresado como Pb, mg/kg, Máximo	2

¹⁰¹ Especificaciones de sus productos, <http://www.ingeniosancarlos.com.co/productos.php>, Pag. 2, 28/01/07

Fuente: Una Unidades de Miliabsorbancia.

Características Microbiológicas

Microorganismo	Límite
Coliformes Totales, NMP/g, Máximo	<200
Coliformes, Filtración por membrana, UFC/10g, Máximo	<300
Coliformes Fecales, NMP/g	<3
Coliformes Fecales , Filtración por membrana, UFC/10g	<80
Coliformes fecales NMP	nd
Bacterias Mesófilas aerobias, UFC/g, Máximo	0
Mohos, UFC/g Máximo	<100
Bacterias Mesófilas aerobias, Filtración por membrana UFC/g	<100
Mohos y Levaduras, UFC/g	<100
Mohos y Levaduras, Filtración por membrana, UFC/g	<100

Fuente: UFC Unidades Formadoras de Colonias. NMP Número más probable. La filtración por membrana se considera método alterno.

Presentación

Bolsas de 50 kg en papel o Polipropileno.

Bolsas de 1.000 kg en Polipropileno.¹⁰²

4.4.4 AZÚCAR CRUDO

Cumple la norma técnica colombiana NTC 607 del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

Característica	Límite
Polarización, °S, a 20 °C, Mínimo	96.0
Humedad, % m/m, Máximo	1.0
Factor de seguridad, Máximo	0.30

¹⁰² Especificaciones de sus productos, <http://www.ingeniosancarlos.com.co/productos.php>, Pag. 3, 28/01/07

Arsenico, Expresado como As, mg/kg, Máximo	1.0
Cobre, Expresado como CU, mg/kg, Máximo	2.0
Plomo, Espresado como Pb, mg/kg, Máximo	2.0

Fuente: Una Unidades de Miliabsorbancia.

Presentación

A granel.¹⁰³

¹⁰³ Especificaciones de sus productos, <http://www.ingeniosancarlos.com.co/productos.php>, Pag. 4, 28/01/07

4.5 GLOSARIO DE TÉRMINOS

1. **Grados brix:** Los **grados Brix** (símbolo °**Bx**) miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Bx tiene 25 gramos de azúcar (sacarosa) por 100 gramos de líquido o, dicho de otro modo, hay 25 gramos de sacarosa y 75 gramos de agua en los 100 gramos de la solución. Los grados Brix se miden con un sacarímetro, que mide la gravedad específica de un líquido, o, más fácilmente, con un refractómetro.

CAPÍTULO V

PROCESO PROPUESTO DE FABRICACIÓN DEL AZÚCAR DE REMOLACHA

5.1 BASES DE PRODUCCIÓN DE AZÚCAR DE REMOLACHA

5.1.1 Esquema del Proceso General de Producción

El Proceso de Producción de azúcar de remolacha es un proceso físico-químico complejo. La sacarosa se extrae de las células por difusión, después de la cual se emplean acciones químicas y termo físicas, para separar el azúcar de los no azúcares y su transformación en producto blanco cristalino y limpio.

El esquema de producción es el siguiente:

- Transporte de tubérculos al ingenio
- Lavado
- Pesado de la materia prima
- Fragmentación (molinos – trituradoras)
- Obtención de jugo en las instalaciones de difusión
- Purificación del jugo
- Condensación del jugo (evaporación)
- Hervido del jugo hasta la cristalización del azúcar
- Separación del azúcar
- Embalaje del azúcar en sacos o paquetes
- Almacenamiento
- Comercialización¹⁰⁴

5.1.2 Proceso estándar de Producción de Azúcar de Remolacha

Desde el kagat se transporta en camión o tren; la remolacha llega a la bodega de almacenamiento que es una fosa subterránea (bunquer). Los bunquers se aspergean con agua a presión procedentes de hidrantes. El agua lava la

¹⁰⁴ Fuente: Triviatskiy L. A. Lesik B. V. Kurdina V. N. Tecnología de conservación de productos agrícolas. Moscú Agropromizdat 1999. pag. 342.

remolacha sobre los eslabones del transportador, a través de los cuales los tubérculos ingresan al procesamiento.

La cinta transportadora se construye considerando las condiciones de relieve del área y con una pendiente específica. Para separar de la remolacha, paja, piedras, arena y otras mezclas en la cinta, se construyen trampas.

Durante el transporte hidráulico de la remolacha, parcialmente se lava la tierra. El suelo y otras sustancias adheridas en la remolacha pasan a lavadoras, en donde se garantiza la separación completa de heno (paja) y otras sustancias.

Para la extracción del azúcar, los tubérculos se fragmentan en máquinas especiales, (cortadora de remolacha) en forma de bandas, con una longitud de 4-6mm y 1.2-1.5mm de espesor.

La difusión de sacarosa transcurre total y rápidamente si la pulpa posee mayor superficie por unidad de masa. Si los tubérculos son de buena calidad (con buena turgencia) y si la cortadora esta bien instalada (ubicada), le colocamos una masa de 100g, en una línea recta, ocupa no menos de 24m. el 45 – 50%, deberá tener forma regular y el rechazo y fibra (pedazos gruesos y cortos de forma irregular con espesor menor a 0,5mm), no más del 3%.

La pulpa de remolacha ingresa al transportador que lo entrega al aparato de difusión de acción continua o a la batería de difusión. El azúcar se extrae de la pulpa con chorros de agua caliente. La membrana de las células de los tubérculos son permeables para el azúcar y otras sustancias hidrosolubles, sin embargo el citoplasma vivo celular es semipermeable y casi no permite el paso del azúcar y de otras sustancias disueltas en el jugo celular.

Por esta razón, una extracción de azúcar relativamente completa por el método de difusión, es posible solo después del calentamiento de la pulpa hasta 60°C, que es cuando ocurre el proceso de coagulación de las proteínas del citoplasma.

El coeficiente de difusión de la sustancia disuelta difiere de la temperatura del medio y de su masa molecular. Mientras más alta es la temperatura y menor el peso molecular de la sustancia; mayor es la difusión.

El coeficiente de difusión muestra cuanta sustancia disuelta difunde en la unidad de tiempo a través de la unidad de área, bajo una diferencia de concentración igual a la unidad.

El coeficiente de difusión de la sacarosa al incrementarse la temperatura hasta 70°C, crece tres veces y constituye 1,07cm³, contra 0,37cm³ a temperatura 20°C. La cantidad de sustancias que pasan a jugo de difusión constituye en porcentaje: sacarosa 98% y proteínas 30%.

El Coeficiente de difusión (D), está relacionado con el Flujo de difusión (j), mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 5.1 : } [j] = - D \, dc/dx.$$

Donde: C es la concentración de la solución, x dirección del movimiento de difusión.

Las dimensiones del coeficiente de difusión. Sea j el número de moléculas de la sustancia disuelta que pasan por segundo a través de 1 cm², entonces:

$$\text{Ecuación 5.2 : } [j] = 1/ \text{s. cm}^2$$

Como se sabe, la concentración es el número de moléculas disueltas en 1 cm³ y sus dimensiones son (c) = 1/ cm³. Comparando las dimensiones de ambas partes de la igualdad, hallamos que:

$$\text{Ecuación 5.3 : } [D] = \text{cm}^2/ \text{s.}$$

Por lo tanto, el coeficiente de difusión de la sacarosa a 70°C es 1,07 cm²/s en contra de 0,37 cm²/s a 20°C¹⁰⁵.

Estos valores muestran que las proteínas y otras sustancias de alta masa molecular pasan al jugo de difusión lentamente y en menor cantidad. La mayoría de las proteínas bajo calentamiento se coagulan y se quedan en pulpa.

¹⁰⁵ Curso de Física General, Mecánica y Física Molecular, L. Landau, A. Ajjezer Editorial Mir, Moscú, pag: 341. 2001.

Significativamente más lento que la sacarosa, difunden las sustancias pécticas, esto favorece positivamente al proceso tecnológico, por cuanto, su paso al jugo de difusión es indeseable, sin embargo su paso se incrementa a temperaturas superiores a 80°C.

Para reducir el paso de no azúcares al jugo de difusión, la difusión se realiza rápidamente bajo PH ligeramente ácido (PH 5-6). En el jugo de difusión los no azúcares son en 18 a 20% menos que en el jugo celular, esto es, la calidad del jugo de difusión es más alta que el jugo celular.

La pulpa ingresa en el aparato de difusión ininterrumpidamente (continuamente), y en dirección contraria a su movimiento cae el agua, con la ayuda de la cual ocurre la extracción del azúcar.

Preliminarmente la pulpa se calienta con jugo caliente para la plasmólisis celular en calentadores especiales. La pulpa caliente desplaza de un extremo a otro del calentador entregando al torrente de agua el azúcar y no azúcares.

A medida que se desplaza la pulpa, la extracción de azúcar se incrementa. A la salida del aparato, el contenido de azúcar en la pulpa es de 0,2-0,28% de la masa de remolacha procesada.

El jugo de difusión es turbio que se oscurece rápidamente en contacto con el oxígeno del aire. En él, a más de azúcar se hallan no azúcares orgánicos y minerales, además en estado suspendido se hallan fragmentos pequeños de pulpa de remolacha. El jugo posee una reacción ligeramente ácida, y es capaz de formar espuma.

La purificación del jugo consiste en la eliminación de partículas suspendidas de no azúcares cerca del 40%. El resto atraviesa todas las etapas subsiguientes del proceso tecnológico y se acumulan en el torrente de melaza. La limpieza incluye las siguientes operaciones:

- a) Defecación previa
- b) Defecación básica
- c) Saturación primaria y secundaria

- d) Sulfuración
- e) Filtración de control

El jugo recalentado hasta 85-90° C, es tratado dos veces por lechado de cal. Por acción de la cal, las proteínas y otras sustancias que se hallan en el jugo de difusión en forma de micelas grandes, se coagulan.

Además, en el proceso de defecación ocurre las reacciones entre los azúcares del jugo de difusión y iones de Ca^{2+} y OH^- . En presencia de iones Ca^{2+} se precipitan los ácidos cítrico, oxálico y oxiácidos, formando sales insolubles. También la cal precipita al ácido fosfórico y en cantidades pequeñas al ácido sulfúrico.

Por acción de los iones OH^- , ocurre la reacción de precipitación de sales de aluminio, hierro y magnesio en forma de hidróxidos de dichos metales. La duración de la defecación durante el calentamiento del jugo hasta 80–90°C, es de 8 a 10 minutos.

La siguiente etapa de la limpieza del jugo es la saturación que se realiza en dos pasos. El fin básico del proceso consiste en que al saturar el jugo con CO_2 se logra la precipitación del calcio en forma de CaCO_3 . El CaCO_3 formado en el proceso posee estructura muy fina y en forma activa absorbe diferentes sustancias orgánicas, especialmente los azúcares que colorean al jugo. El jugo se transforma en claro y transparente.

El jugo ingresa en el saturador desde arriba al caer sobre el disco aspersor fluye en forma uniforme. El gas de saturación ingresa por la parte inferior del aparato, y pone al jugo en movimiento rotatorio, se mezcla bien con él. Gran parte del jugo tratado con el gas de la primera saturación se calienta hasta 90°C y se lo dirige a la filtración.

El filtrado se calienta hasta 100°C e ingresa a la segunda saturación, la tarea consiste en la eliminación de la cal y sales de calcio, que pueden producir dificultades al calentar el jugo.

En la saturación secundaria se trata con CO_2 cuya basicidad es de PH 8,8 a 9. Razón por la cual en el evaporado queda la menor cantidad de sales de calcio. Después de la saturación secundaria, el jugo ingresa nuevamente a filtración.

La filtración se realiza en filtros de presión y filtros a vacío, donde se obtienen dos productos: el jugo con alta limpieza o suciedad y el rechazo de la producción de azúcar.

Para decolorar y reducir la viscosidad del jugo se trata con H_2S (ácido sulfhídrico), que al reaccionar con el agua parcialmente forma H_2SO_4 (ácido sulfúrico). El hidrógeno libre reduce las sustancias orgánicas cromáticas, transformándolas en incoloras. Además el H_2S reduce la alcalinidad del jugo, facilita la reducción de la viscosidad del sirop (miel espesa) que a su vez facilita la cristalización y separación de cristales de azúcar.

La sulfuración ocurre en aparatos especiales (sulfuradores), el jugo ingresa a ellos por la parte superior en forma de lluvia saturándose con H_2S , al caer al fondo del aparato.

La calidad del jugo después de la segunda saturación y filtración es de 91-93%, con un contenido de sustancias secas de 14 a 16% entre ellos azúcar de 13-14%.

La siguiente tarea consiste en obtener azúcar del jugo mediante cristalización. Con este propósito en dos etapas se elimina el H_2O . Inicialmente el jugo se evapora hasta que el contenido de sustancias secas en el sirop sea del 65-70%.

Luego se purifica completamente y se coce en aparatos al vacío hasta tener un contenido de sustancias secas de 92-93%.

Al continuar con la evaporación del agua del sirop, la solución se sobresatura y en él empiezan a formarse cristales de azúcar.

Para evitar la formación de caramelo, el sirop se coce a vacío a temperatura de ebullición que no supere los 80°C .

Para la formación de cristales, en el aparato de vacío se agrega una pequeña cantidad de azúcar en polvo (50-10g), que facilita la rápida formación de centros de cristalización, luego el producto se dirige a las centrifugas para separar los cristales de azúcar del torrente. El líquido obtenido se llama (torrente verde) melaza verde.

Los cristales de azúcar que se quedan en la superficie del tambor, se blanquean con agua caliente y vapor. Parte de los cristales se diluyen. La solución obtenida que contiene H₂O, residuos de melaza y azúcar disuelta, se denomina melaza blanca.

La melaza blanca ingresa a un aparato al vacío al final de la cocción de la primera producción, el azúcar blanca descargada de la centrifuga con una humedad de 0,5 a 0,6% y una temperatura de 70-17°C ingresa en la sección de secado.

En el recipiente de secado se lo seca hasta la humedad estándar de 0,1-0,15%, gracias al calor residual de la misma azúcar, seguidamente se lo pasa a través de tamices y de un separador magnético, para luego dirigirse a un buñquer donde se empaca en sacos.

La melaza verde ingresa en otro aparato al vacío para la cocción de la segunda porción, después de la cristalización complementaria, la porción se transfiere a la centrifuga, donde nuevamente se separan los cristales de azúcar de la fracción de azúcar amarilla.

Esta última retorna al proceso mediante dilución en el jugo después de la segunda saturación. La azúcar amarilla disuelta se adiciona al sirop y a los vapores de la sulfuración. El producto de dicho proceso se denomina melaza.

El rendimiento de azúcar puro en las fábricas modernas depende del contenido de azúcar de la materia prima y constituye frecuentemente 14-15% de la masa procesada.

El azúcar se guarda en bodegas limpias, secas y temperadas (con temperatura uniforme). La humedad relativa de las bodegas es menor al 7%. Los sacos con

azúcar se arruman sobre palets de madera, dejando pasos peatonales entre columnas de 0,7m. de ancho.¹⁰⁶

5.1.3 Producción de Azúcar Refinada

La producción de azúcar refinada esta dirigida a un público exigente. De acuerdo a los estándares el azúcar en polvo de primera clase debe contener no menos de 99,75% de sacarosa y de sustancias no azucaradas no más de 0,25%, la cantidad de sustancias reductoras no menos de 0,15%.

El azúcar refinado, contiene sacarosa no menos de 99,9%, esto es, la diferencia entre azúcar en polvo y azúcar refinada, es insignificante.

El azúcar refinado se produce en fábricas especiales; se distinguen azúcar refinada cristalina y refinada compactada.

Para producir polvo de sacarosa refinada, primero se disuelve en agua. La solución obtenida se filtra y se trata con carbón activado, para eliminar las sustancias colorantes.

Luego se la dirige a un aparato al vacío, para cocción de la primera fracción de refinado. Durante la cocción se adiciona una pequeña cantidad de ultramarina (0,0008% de la masa de azúcar) para ocultar la tonalidad amarilla de los cristales de azúcar. La cocción transcurre de igual forma como en la producción de polvo de azúcar.

La porción refinada, se blanquea. La masa de refinado (con humedad de 3%), se comprime y se obtiene un refinado húmedo de forma específica.

Para preparar refinado en forma de cristales, se lo vierte en formas cónicas y se lo enfría hasta tener una temperatura de 45°C. En los poros entre cristales se queda la solución materna que gotea a través de los mismos hasta la parte inferior. El refinado prensado húmedo se seca en secadores, calentados con aire, hasta llegar a obtener una humedad de 0,3-0,4%.

¹⁰⁶ Fuente: Triviatskiy L. A. Lesik B. V. Kurdina V. N. Tecnología de conservación de productos agrícolas. Moscú Agropromizdat 1999. pag. 343-344.

Los bloques refinados se enfrían, se fragmentan en una columna especial y se empacan.

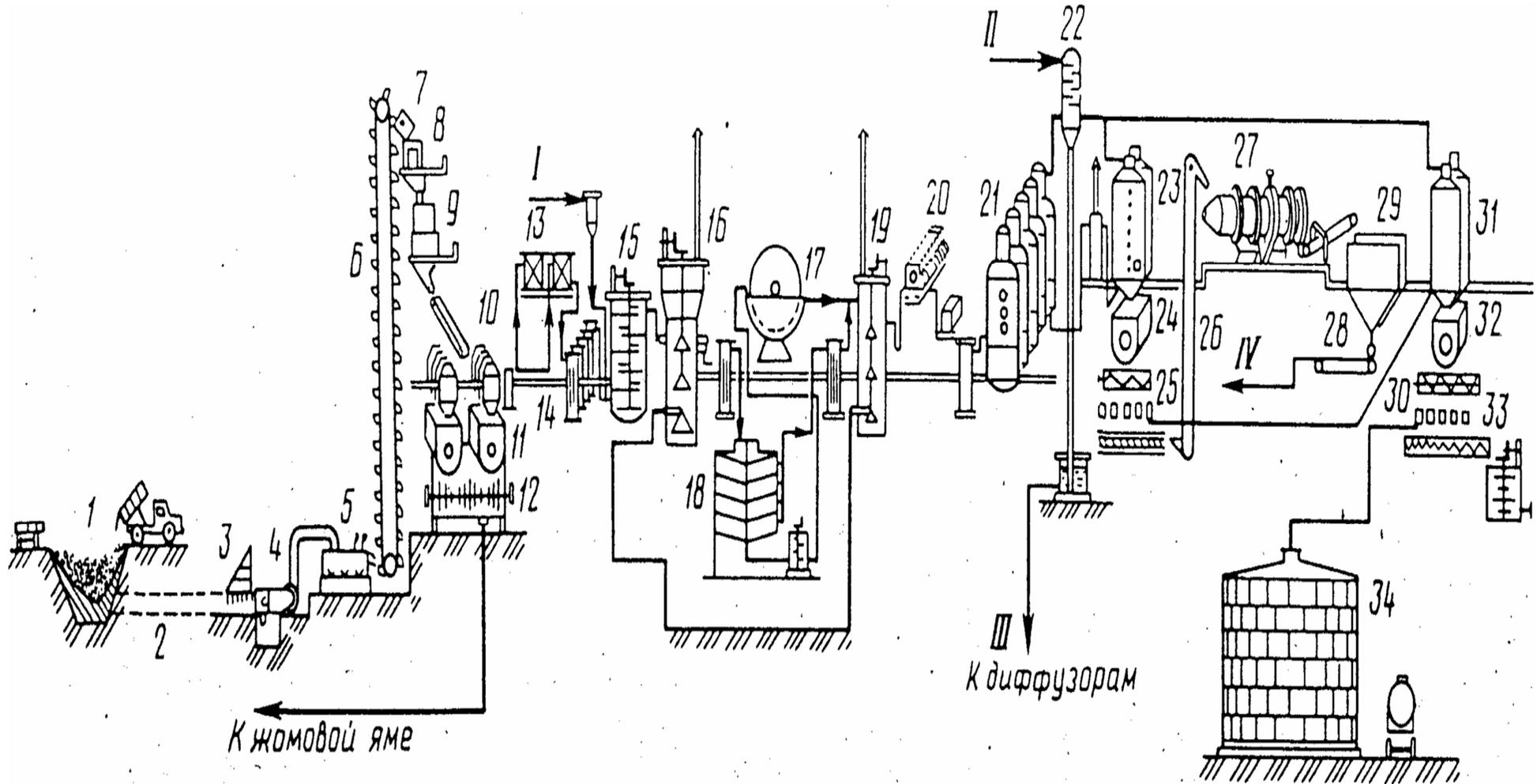
Después del blanqueado de la primera porción de refinado, en las centrífugas se obtienen dos fracciones: blanca y verde.

La blanca retorna a la cocción primaria, la verde después de su decoloración con carbón activado, también pasa por cocción y se cristaliza.

De la segunda porción de refinado se produce papilla refinada. La porción verde del segundo refinado sirve como sirop de la tercera refinación.

El esquema tecnológico típico incluye las tres etapas de refinación.

Гrafico No. 5.1: Esquema del proceso de producción de azúcar de remolacha.



Fuente: Triviatskiy L. A. Lesik B. V. Kurdina V. N. Tecnología de conservación de productos agrícolas. Moscú Agropromizdat 1999. pag. 345.

PARTES DEL ESQUEMA DE PLANTA

1 Ventero. 2 Transportador hidráulico. 3 Extractor de paja. 4 Bomba centrífuga. 5 Máquina lavadora de remolacha. 6 Elevador. 7 Separador magnético. 8 Balanza automática. 9 Cortadora de remolacha. 10 Batería de difusión. 11 Canal de transferencia de residuos. 12 Agitador. 13 Reservorio de jugo crudo. 14 Precalentador. 15 Defector. 16 Saturador. 17 Filtro al vacío. 18 Sedimentador del jugo. 19 Saturador. 20 Filtro de presión. 21 Aparatos de evaporación. 22 Condensador barométrico. 23 Aparatos al vacío. 24 Agitadores 25 Centrífuga. 26 Elevador de azúcar blanca 27 Tambor de secado. 28 Transportador de azúcar a bodega. 29 Bunker 30 Cosedora automática de sacos. 31 Aparato al vacío (Vaccum) del producto secundario. 32 Agitador del producto secundario. 33 Centrífuga del producto secundario. 34 Reservorio de melaza.

- I. Lechada de cal
- II. Agua
- III. Agua
- IV. Azúcar.

5.2 PROCESO PROPUESTO DE EXTRACCIÓN DE AZÚCAR DE REMOLACHA

Después de realizar algunas pruebas en el Laboratorio de Química, en la Universidad de las Américas, se han definido los siguientes procesos para la extracción de azúcar de remolacha.

5.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

5.2.1.1 PROPUESTA No. 1

En consideración de las limitaciones de equipo con los que se cuenta para la realización de la propuesta de tesis, se debe aclarar que fue utilizado todo el espacio y potencial de aparatos disponibles de la Universidad, más los

materiales adquiridos por la estudiante (Ver anexo No. 30, fotos No. 19, 20, 21, 22), lo que permitió elaborar el siguiente proceso de extracción.

- Lavado
- Corte
- Extracción del jugo de difusión
- Filtrado
- Adición de PAC
- Carbonatado
- Cocción
- Filtrado
- Carbonatado
- Cocción
- Filtrado
- Evaporación
- Cristalización

Se adquirieron los tubérculos de remolacha azucarera importados de Madrid – España (Ver anexo No.31), los cuales se procedieron a lavar, retirar pajas y adherencias (Ver anexo No. 32, foto No. 23). Una vez que se encontraban completamente limpios se procedió a cortarlos en forma longitudinal (Ver anexo No. 33, foto No. 24) y pasarlos al sistema de molienda para la extracción del jugo de difusión y bagazo (Ver anexo No. 34, foto No. 25), todo lo obtenido pasó al sistema de filtrado a presión, que en este caso fue una gasa para separar totalmente el jugo de difusión del bagazo (Ver anexo No. 35, foto No. 26).

El bagazo se lo guarda para utilizarlo en el compostaje (Ver anexo No. 36, foto No. 27).

Al jugo de difusión se le agrega 75ml de PAC (policloruro de aluminio), (Ver anexo No. 37, foto No. 28) y pasó al sistema de carbonatación. Para lograr este proceso se adaptó un recipiente plástico con capacidad para 30 litros, al cual se le realizaron orificios en los costados a la altura de la base, a través de los cuales se introdujo una manguera azul para gases. La manguera se perforó cada 0,5 cm. con ayuda de una lesna calentada. Los orificios permitieron el

ingreso del CO₂, desde la base del recipiente, se hermetizó el sistema con ayuda de una pistola de silicona y se armó el sistema de carbonatación en la forma como se puede ver en el anexo No. 38, foto No. 29. La carbonatación permitió la eliminación de espumas y la precipitación de algunos carbonatos, contribuyendo a eliminar del jugo de difusión, sustancias que más tarde impedirían el proceso de cristalización. (Ver anexo No. 39, foto No. 30)

Se retiraron todas las pectinas obtenidas, después del proceso anteriormente detallado y el líquido fue llevado a cocción en donde se formaron coágulos y espumas. (Ver anexo No. 40, foto No. 31)

Debido a la imposibilidad de crear un sistema de cocción al vacío (evaporación) y de centrifugar una muestra de 25 litros de jugo de difusión, el proceso de cristalización se vio entorpecido; llegando a obtener una masa pastosa muy dulce de color negro y con sabor a remolacha, los cristales de azúcar se diluían en esta masa espesa y no se pudo separarlos del sistema. (Ver anexo No. 41, foto No. 32)

5.2.1.2 PROPUESTA No. 2

Ante esta situación, se elaboró un filtro múltiple para la purificación del jugo de difusión de la remolacha, utilizando los siguientes componentes:

- Gasa
- Algodón
- Carbón activado.
- Arena fina Blanca (grava).

Este filtro resultó efectivo, en cuanto al retiro de las sustancias pécticas, no azúcares, proteínas, olores y sabores propios de la remolacha.

Considerando, que la propuesta es el desarrollo de un sistema de extracción de azúcar de remolacha, libre de encalado, el sistema empleado resultó ser eficiente, por cuanto durante el proceso de evaporación no se formaron espumas ni coágulos, los que sí se observó en el proceso inicialmente empleado. (Ver anexo No. 42, foto No. 33)

Es importante definir el rol de cada uno de los componentes del filtro en el proceso de purificación de jugo de difusión.

- **Gasa.** Sostiene al resto de componentes dentro del embudo de filtración. Retiene material colorante y fino que se impregna en su ultra estructura de micro fibrillas. (Ver anexo No. 43, foto No. 34)
- **Algodón.** Retiene material ultra fino, especial material coloidal, como sustancias pécticas, proteínas y péptidos. (Ver anexo No.44, foto No. 35)
- **Carbón activado.** Retiene sustancias orgánicas disueltas, responsables de: coloración, olores y sabores a través de procesos de intercambio iónico. (Ver anexo No. 45, foto No. 36)
- **Arena blanca.** Retiene celulosa, hemicelulosa y materia fibrilar finamente fragmentada. También se retienen en la arena, sales de metales divalentes como Ca, Ba, Mg, Zn y Fe. (Ver anexo No. 46, foto No. 37), también se puede utilizar Zeolita.

Si reflexionamos, veremos claramente que son todos los componentes que el proceso de encalado y sulfurado elimina, durante la extracción de azúcar¹⁰⁷.

El proceso se simplificó a los siguientes pasos:

1. Corte en pedazos cuadrados de la remolacha,
2. Colocados en una olla, (Ver anexo No. 47, foto No. 38).
3. Se adicionó un litro de agua desmineralizada y se hirvió durante 15-20min. (Ver anexo No. 48, foto No. 39).
4. Los trozos de remolacha cocida fueron molidos finamente con ayuda de una cuchara o pistilo. (Ver anexo No. 49, foto No. 40).
5. La masa de color oscuro se filtró a través de un embudo que contiene algodón. (Ver anexo No. 50, foto No. 41).

¹⁰⁷ Interpretaciones del autor, basados en información bibliográfica

6. Posteriormente, la solución obtenida pasó a través de un filtro compuesto de gasa, algodón, carbón activado y una fina capa de arena lavada. (Ver anexo No. 51, foto No. 42).
7. El líquido filtrado se lo colocó en una olla a baño maría, donde se evaporó hasta la aparición de cristales transparentes. (Ver anexo No. 52, foto No. 43).

Se logró la formación de cristales libres de melasa. Además la fase semilíquida tenía un color rojo claro brillante y extremadamente dulce.

Para la propuesta de procesamiento de 20 toneladas de remolacha se estima que se generarán aproximadamente un 0,25 del líquido de difusión (75 m^3), esto es $0,1875 \text{ m}^3$, (187 litros). De igual forma la cantidad de azúcar esperada es de 0,875 toneladas, a esta cantidad adicionamos aproximadamente 0,040 toneladas de sustancias nitrogenadas no azucaradas, sales minerales y otros componentes que no se eliminan en el proceso por cuanto no se realiza el encalado. La cantidad total del producto final se estima en 0,915 toneladas /20 toneladas de remolacha.

La presencia de sustancias no azucaradas nitrogenadas se puede verificar por el análisis realizado al azúcar obtenida por el proceso propuesto, donde se confirma la presencia de sustancias que contribuyen a incrementar su calidad frente al azúcar refinado producido por procedimientos estandarizados industriales. Entre las sustancias encontradas podemos mencionar a:

- Vitamina A
- Vitamina E
- Vitamina D
- Acido Fólico
- Hierro

Cuyas cantidades por unidad de masa se pueden verificar en la hoja de análisis del laboratorio adjunta en el anexo No. 53.

5.2.1.2.1 CUALIDADES ORGANOLEPTICAS DEL AZUCAR OBTEBIDA

Las cualidades organolépticas a considerar son las siguientes: Anexo No. 54
Foto No. 44

a) COLOR: Presenta un color rojo oscuro característico de la remolacha, con cierto brillo por la refracción de la luz de los cristales de azúcar.

b) OLOR: Tiene un olor acaramelado que recuerda ligeramente a frutas deshidratadas secas empaquetadas a base de membrillo y cítricos.

c) SABOR: Posee un sabor dulce avinagrado suave.

d) ASPECTO O APARIENCIA: En estado sólido tiene apariencia de pequeños cristales color pardo rojizo mientras que sus soluciones presentan un color acanelado.

e) SOLUBILIDAD: El azúcar se disuelve al 100% en agua tibia, requiere un poco de agitación ver Anexo No. 55, foto No. 45. En agua fría es necesario agitar por mayor tiempo pero siempre queda una fracción que no se disuelve compuesta por sustancias no azucaradas que contiene tal como se puede observar en la Anexo No. 56, Foto No. 46

5.2.2 CONCLUSIÓN DE LA PROPUESTA

se estima que, de contar con un sistema de evaporación al vacío industrial y de una centrifugadora, el rendimiento del azúcar cristalino sería muy superior y la cantidad de melaza sería menor a la obtenida.

Se puede afirmar categóricamente esto, por cuanto las fuentes de consulta, utilizadas para establecer este sistema, certifican que, para obtener 45 kg. de azúcar, se requieren de 290 Kg. de remolacha, 27 kg. de carbón activado, 16 kg. de arena blanca.

En resumen el proceso de extracción del azúcar se limita a las siguientes etapas:

- Lavado
- Cocción

- Extracción.
- Purificación
- Evaporación
- Cristalización.

Consecuentemente podemos hacer las siguientes afirmaciones:

- El azúcar posee cualidades organolépticas, diferentes a la del azúcar refinado que ha sido sometido a encalado, por cuanto posee mucho de los componentes que el encalado elimina, tales como: aminoácidos, vitaminas, y minerales.
- La miel (melaza) obtenida, posee un color claro y brillante, sabor dulce y olor a remolacha, que puede ser utilizado en confitería, con la simple adición de un preservante orgánico, para su conservación.

5.2.3 UTILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DE REMOLACHA

5.2.3.1 Compostaje con residuos de remolacha

Los residuos de remolacha (pulpa), producidos en el proceso de extracción de sacarosa, puede ser incorporados a un sistema de compostaje para la obtención de una enmienda orgánica de elevado valor nutritivo para las plantas. De esta forma, se puede garantizar un proceso industrial de producción azucarera que no produce residuos, esto es, donde se aprovechan todos los componentes del sistema, generando un sistema cerrado de producción.

La generación de pulpa estimada en este proyecto es de 5 toneladas. A esta cantidad se debe adicionar aproximadamente el 0,375% (75 kg), de restos vegetales y suelo producidos en el lavado de tubérculos. En total representan 5,1 toneladas.

La pulpa de remolacha, una vez separada del jugo, en un filtro de presión, se dispondrá en tinas móviles y se desplazará hasta plataformas cubiertas, construidas en las inmediaciones de la planta extractora, para su compostaje.

El proceso de compostaje es un proceso bioquímico aerobio, donde la pulpa con cierto grado de humedad, será mezclado con los siguientes materiales:

- Cascarilla de arroz.
- Residuos de cítricos (en estado de descomposición).
- Material vegetal del tubérculo de remolacha (hojas, raíces finamente fragmentadas)
- Suelo (procedente de las etapas preliminares del proceso de extracción de azúcar).

Los materiales se mezclarán en forma homogénea y se distribuyen de forma de surcos en la plataforma.

Los residuos se tienden en pilas estrechas y largas que se remueven manualmente, sus dimensiones son 6m x.1,5m y 1.0m con capacidad para 9.0 m³, dejando espacios de 1m. Para la circulación del personal encargado de las tareas de volteo, humectación y control de parámetros de proceso, para más información ver anexo No. 57, fotos No. 47 y 48.

La plataforma donde se ubica la pila, tendrá una ligera inclinación hacia los costados para facilitar la evacuación de los percolados, los mismos que pueden ser recirculados por los surcos o envasados para ser utilizados en calidad de abono líquido. En el mercado se comercializa este tipo de enmienda con el nombre de BIOL, a razón de 3 USD/L.

Diariamente se controlarán los siguientes parámetros:

- Temperatura.
- PH.
- Humedad.
- Conductividad.
- Nutrientes.
- Aireación.

El sistema de compostaje, no produce malos olores y si se llegase a producir se podrá adicionar (espolvorear), sobre el surco una fina capa de zeolita blanca en polvo. También se puede emplear la estrategia de cubrir los surcos con plástico negro, para evitar la presencia de moscas, mantener la temperatura interna y evitar la excesiva evaporación¹⁰⁸.

Existen dos métodos de aireación de las pilas:

- Mediante succión por la parte inferior donde se ventila la pila mediante una presión negativa. En este tipo de ventilación, la altura es un factor crítico. Con pilas de más de 2.5 a 3 metros es difícil conseguir una ventilación uniforme. Estas pilas deben ser colocadas sobre una capa aislante (comúnmente compost curado) para asegurar una distribución uniforme de la temperatura y el aire.
- Otra forma de aeración es el insuflar aire por el fondo (presión positiva). Este método tiende a enfriar y secar las capas inferiores de la pila, y dejar las capas exteriores calientes y húmedas. En sistemas mixtos se alterna la ventilación por el fondo con la succión inferior. El movimiento alternativo de aire conduce a una homogeneización de temperatura y humedad a lo largo de la pila, estos sistemas son costosos¹⁰⁹.

Los residuos tratados, adquieren una apariencia café oscura uniforme, similar a un suelo con alto contenido húmico, con un contenido de humedad promedio de 40-50%. Este material será ensacado y comercializado a razón de 20-30 centavos el kg.

5.2.3.2 Producción de Alimentos

La pulpa de remolacha, se deshidrata por completo y se muele finamente. La harina de pulpa se mezcla posteriormente con los otros componentes de los balanceados, en dependencia del tipo y las características del balanceado a

¹⁰⁸ Gualoto Miguel. Sistema de gestión Integral de residuos Industriales. Proyecto Landfarming. Weatherford Ecuador. 2005. páginas 27-32

¹⁰⁹ Proyecto Ecológico Jalonguilla. **EMASEO**, Distrito Metropolitano de Quito. Sistema de Compostaje de RSU. 2002, página 7,12 y 15.

producir. El balanceado puede ser en polvo, peletizado, granulado u otro.

Es natural, que previo a la elaboración del balanceado se deberá hacer un análisis profundo del contenido de nutrientes de la pulpa, esto es, su contenido de proteínas, grasas, hidratos de carbono, vitaminas y sales minerales. Incluye un análisis elemental, que permita establecer la relación de mezcla con los otros componentes del balanceado.

Los costos del balanceado, dependerán de las cualidades que este posea en función de los componentes adicionados por la pulpa de remolacha.

5.2.3.3 Lodos Residuales.

Los lodos residuales del proceso de tratamiento de aguas del sistema de filtrado, parcialmente se recirculan al proceso de extracción, la fracción que se elimina, que contiene a más de sales de calcio (carbonato de calcio, sulfato de calcio y otros metales divalentes), contiene flóculos de sustancias pectinas, proteínas, gomas y no azúcares.

Todos estos componentes, sumados a las natas retiradas en el proceso de extracción de azúcar, deberán incorporarse al sistema de compostaje.

La cantidad de lodos pueden variar dentro de amplios límites, en dependencia de la calidad e las aguas a tratar, para la propuesta se espera un volumen de generación de lodos equivalentes a $3.5 \text{ m}^3/ 61\text{m}^3$ de agua.

Especial cuidado, se deberá tomar al adicionar las sales al sistema de compostaje, para evitar el incremento de la salinidad que podría interrumpir el proceso.

En definitiva, todos los efluentes del sistema de extracción pueden y deben ser reutilizados, en tal forma que se garantice la limpieza ecológica del proceso industrial, factor que constituye un valor agregado al producto final de la empresa.¹¹⁰

¹¹⁰ Gualoto Miguel, Sistema de Tratamiento de lodos residuales, TECPECUADOR, 2001.

5.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS

1. **Ácido cítrico oxálico:** Ácido di carboxílico orgánico débil, componente de muchos frutos, tubérculos vegetales, su fórmula es HOOC-COOH.
2. **Coeficiente de difusión:** Se define como la facilidad con que cada soluto en particular se mueve en un solvente determinado. Depende de tres factores:
 - Tamaño y forma del soluto
 - Viscosidad del solvente
 - Temperatura
3. **Método de difusión:** La difusión es un proceso físico irreversible, en el que partículas materiales se introducen en un medio que inicialmente estaba ausente de ellas aumentando la entropía del sistema conjunto formado por las partículas difundidas o soluto y el medio donde se difunden o disolvente.

Normalmente los procesos de difusión están sujetos a la Ley de Fick. La membrana permeable puede haber paso de partículas y disolvente, siempre también a favor del gradiente de concentración. La difusión, proceso que no requiere aporte energético es frecuente como forma de intercambio celular.

4. **Micelas:** Se denomina micela al conglomerado de moléculas que constituye una de las fases de los coloides. Estos conglomerados poseen dos porciones una hidrófoba (cadenas hidrocarbonadas) y otra hidrófila formada por residuos de glicerina o esfingosina. Al entrar en contacto con el agua, orientan su porción hidrófila al agua, mientras sus colas hidrófobas, se mantienen fuera del agua, formando pequeñas esferas monocapas o bicapas. Estas micelas pueden contener millares de moléculas de lípidos y, por tanto, su masa es muy elevada.
5. **Oxiácidos:** Son compuestos ternarios formados por un no metal, oxígeno e hidrógeno. Se obtienen a partir del óxido ácido o anhídrido correspondiente sumándole una molécula de agua (H₂O).

Su fórmula general es: $H_2O + N_2O_x = H_aN_bO_c$

Donde H es el hidrógeno, N el no metal y O el oxígeno.

6. **Plasmólisis celular:** Proceso mediante el cual el agua que hay dentro de la membrana celular sale al medio hipertónico (osmosis) y esta se deshidrata y la membrana citoplasmática se separa de la pared. La plasmólisis es la contracción del citoplasma de una célula consecuencia de la pérdida de agua por acción osmótica.
7. **Sustancias hidrosolubles:** Son sustancias solubles en agua. Se trata de coenzimas o precursores de coenzimas, necesarias para muchas reacciones químicas del metabolismo.
8. **Tubérculos permeables:** Tubérculos capaces de permitir el ingreso de materiales disueltos en agua a través de sus tejidos de cobertura.

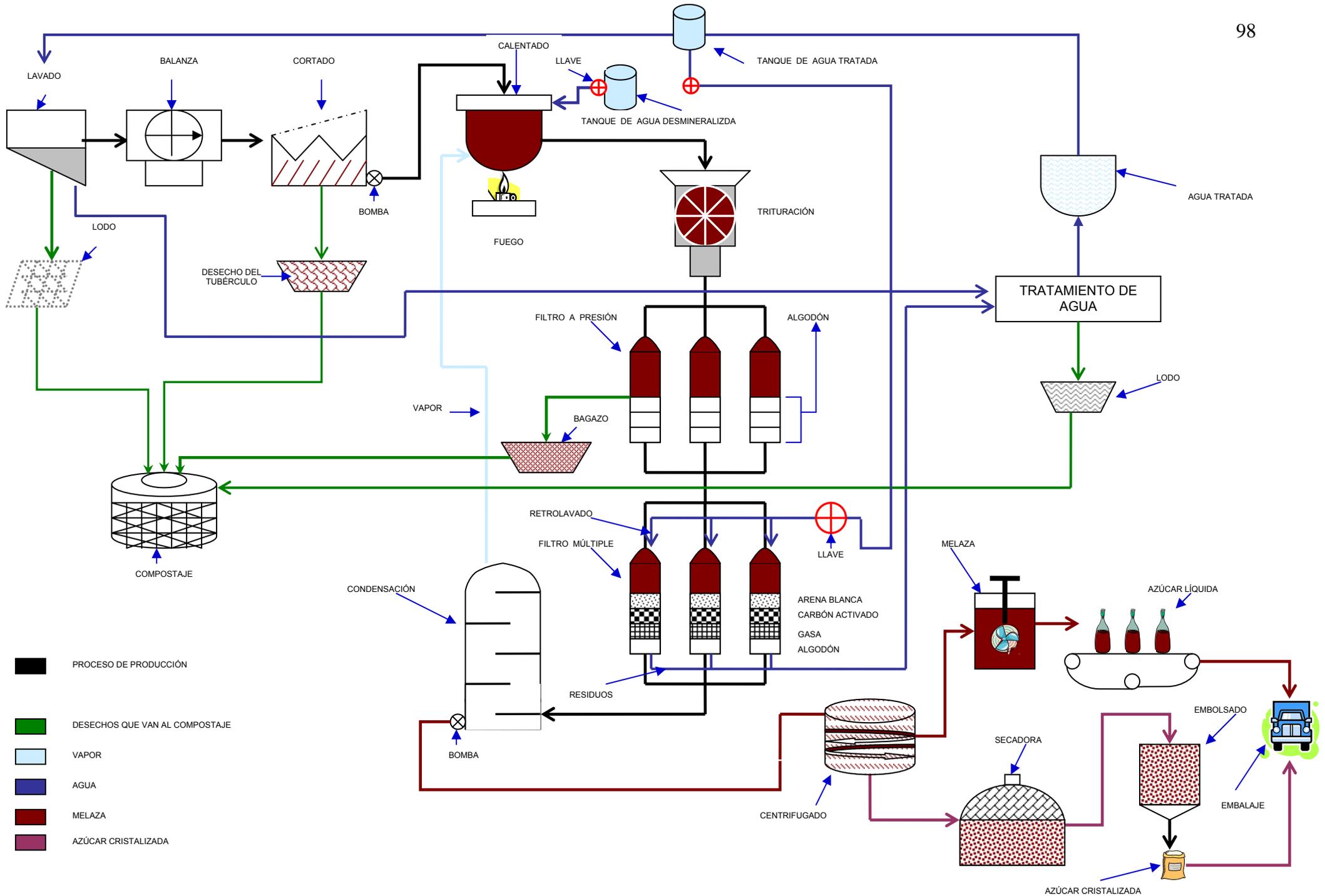
CAPÍTULO VI

DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE AZÚCAR DE REMOLACHA

6.1 DISEÑO DEL PROCESO

Para realizar el diseño, se ha tomado en cuenta los procesos realizados en los experimentos de la extracción de azúcar, incluyendo los equipos que no se pudieron utilizar, con la certeza de que en el proceso propuesto servirán eficientemente.¹¹¹

¹¹¹ Interpretaciones del autor, basados en información bibliográfica



6.2 EQUIPOS

a) Lavado de tubérculos: Se efectúa tan pronto como sea posible para eliminar material incomedible tales como hojas, piedras, arena, etc. Como en otras industrias alimentarias, es un proceso multietapa, es decir, en un primer momento se elimina la suciedad adherida al alimento, pasando luego por un desarenador, despedrador etc.

El recipiente para la recolección de aguas de lavado debe tener una capacidad mínima de 35m³, además se debe contar con una bomba aproximadamente de 2.5 hp para impulsar el agua a presión y asegurar la limpieza de los tubérculos.

El lavado de los tubérculos se realizará a razón de 333.2 kg por minuto. Consumiendo 500 litros de agua por minuto. Tiempo del proceso: 1 hora.¹¹²

b) Pesaje: Se requiere una balanza para la materia prima, en este paso, debe tomar en cuenta que la fabricación que se va a realizar es por lote de producción o sistema de Bach y poder tener un control, de cuanta materia prima entra y la cantidad producto final obtenido.

La capacidad de este equipo es de 1 tonelada. Con el propósito de reducir el tiempo de pesaje se pueden utilizar 3 balanzas. Tiempo estimado del proceso: 15 min.¹¹³

c) Cortado: El tubérculo una vez lavado, se hace pasar por una cortadora con cuchillas dispuestas en reja que produce unos filamentos finos y largos, allí se corta el tubérculo en trozos pequeños. Este proceso tiene como finalidad, conseguir diluir en agua la sacarosa presente en la planta. Si el tubérculo estuviese entero presentaría una menor superficie de contacto y por tanto la extracción sería muy deficiente.

La capacidad de este equipo es de 20 toneladas por hora. Tiempo del proceso: 1 hora.¹¹⁴

¹¹² Interpretaciones del autor, basados en información bibliográfica

¹¹³ Idem

¹¹⁴ Interpretaciones del autor, basados en información bibliográfica

d) Calentado: Este proceso, tiene como finalidad extraer la sacarosa de los trozos del tubérculo con el agua caliente desmineralizada que hay en el difusor en relación de 3 litros de agua por cada kg de tubérculo. Se hace pasar en dirección opuesta al desplazamiento del tubérculo.

Los trozos una vez que se le ha extraído la sacarosa, recibe el nombre de pulpa agotada.

La capacidad de este equipo es de 60m^3 o se pueden utilizar 3 recipientes de 30m^3 .

El tiempo de residencia de la remolacha en el sistema de calentamiento es de 30 minutos a una temperatura de 70°C , siempre que se utilicen tres recipientes. Tiempo del proceso: 30 minutos.¹¹⁵

e) Bomba de Agua: Esta cumple la finalidad de verter el agua del difusor al tanque de calentado, a medida que ingresa el tubérculo cortado.

La capacidad de bombeo es de 2m^3 por minuto.¹¹⁶

f) Triturado: Tiene la finalidad de moler a la remolacha, una vez cocida, esto ayuda a que sea factible obtener una pulpa mas uniforme y con líquido de difusión con mayor contenido de azúcar. Este molino será de cuchillas con capacidad para procesar 6.66 toneladas por hora, en un total de tres unidades con una velocidad de 120kg por minuto. Tiempo del proceso: 1 hora. .¹¹⁷

g) Filtrado:

Filtro a presión: La finalidad de este método, es separar la pulpa del jugo tras la filtración. La industria azucarera además de fabricar azúcar produce subproductos tales como pulpa, melaza, etc. En este caso, la pulpa es prensada para conseguir una mayor densidad y abaratar posteriores procesos de manipulación y transporte. El destino de la pulpa es la del compostaje.

¹¹⁵ Idem

¹¹⁶ Idem

¹¹⁷ Idem

La capacidad de cada filtro es de 6.66 toneladas por hora, a una velocidad de 120kg por minuto, se utilizarán tres filtros. Tiempo del proceso: 1 hora.¹¹⁸

Filtro múltiple: Este filtro esta compuesto por carbón activado, arena fina blanca, filtros de gasa y algodón, que sirve para la purificación del jugo de difusión, es muy efectivo en cuanto al retiro de las sustancias pécticas, no azúcares, proteínas, olores y sabores propios de la remolacha.

La capacidad de este equipo es de 25.33m³ por cada filtro a una velocidad de 0.84 m³ por minuto, se utilizarán tres filtros. Tiempo del proceso: 30 minutos.¹¹⁹

h) Condensado: En este proceso, se elimina por la aplicación de calor, las dos terceras partes del agua presente en el jugo, obteniéndose el jarabe o melaza. Consiste en someter a cocción el jarabe para producir granos de sacarosa.

Al condensador ingresan 76m³ de filtrado que contiene sacarosa, del sistema de condensación al vacío se recirculan a la etapa de calentado aproximadamente el 60%, esto es 45 m³.

Los condensadores pueden ser 6, dispuestos en paralelo con capacidad para 15 m³, para cada uno.

La parte líquida que no cristaliza se denomina miel, la cristalización se realiza en un recinto denominado tacha, se efectúa un vacío durante la cristalización para, de esta manera, no tener que subir tanto la temperatura para la cocción y conseguir el azúcar con un color rojizo.¹²⁰ Tiempo del proceso: 2 horas.

i) Centrifugado: Su finalidad es la separación del azúcar cristalizada de la miel o melaza. La capacidad de este equipo es de 1 m³ con una velocidad de procesamiento de 66.66litros por minuto. Tiempo del proceso: 15 min.¹²¹

¹¹⁸ Interpretaciones del autor, basados en información bibliográfica

¹¹⁹ Idem

¹²⁰ Idem

¹²¹ Idem

j) Tambor de secado: El azúcar abandona la centrifuga con un contenido de humedad de 0,5-1%, para su almacenamiento se deseca a 0,03-0,05%, mediante aire seco y templado, se rebaja la humedad del azúcar cristalizada para así aumentar su vida útil.

La capacidad de este equipo es de 1 tonelada que será procesado en 30 minutos a 75°C.

k) Embalaje: El azúcar cristalizada y la líquida se introduce en unos silos que pueden ser de forma variable, las condiciones del interior se mantienen constantes en el tiempo a través de aire que regula la temperatura y humedad.

El ingreso del azúcar en silos se da en el caso de que el producto no vaya a ser usado para consumo directo, porqué, de lo contrario, se empaqueta en la fábrica directamente. La capacidad de este equipo es de 1 tonelada.¹²²

l) Tratamiento de aguas: El agua a tratar viene de tres procesos:

- Lavado de tubérculos.
- Cocción al vacío
- Retro lavado de filtros.

El volumen de aguas a tratar es de: 30 m³ del lavado de tubérculos y 31 procedentes del sistema de condensación. El volumen total de aguas a tratar es de 61 m³ por cada 20 toneladas de remolacha procesados. Las aguas pueden ser utilizadas varias veces, mientras sus parámetros físico químicos así lo permitan.

El consumo total de agua es de 90 m³, de los cuales se recuperan durante el proceso 50%, esto es 45 m³.

Los tanques para el sistema de tratamiento de aguas deben tener las siguientes dimensiones:

- Tanque de recolección de aguas de proceso: 70 m³.
- Tanques de floculación 20m³.

¹²² Interpretaciones del autor, basados en información bibliográfica

- Tanque de regulación de pH y clorinación 20m³.

Pueden ser gestionados de la siguiente manera:

Las aguas de lavado y retro lavado serán sometidas a tratamiento químico, mediante el uso de agentes floculantes y encapsulantes sintéticos, como Glochem, Supflock, PAC, sulfato de aluminio u otro agente comercial.

Una vez floculadas y sedimentadas las aguas, se someterán a un proceso de estabilización del PH, con ayuda de una base fuerte o un ácido fuerte, en dependencia del PH final resultante del tratamiento.

Seguidamente, las aguas se someterán a clorinación, con hipoclorito de sodio, para eliminar posibles agentes microbianos, presentes en el sistema de filtración.

Consecutivamente, las aguas serán pasadas a un filtro compuesto de zeolitas granuladas y carbón activado, para retirar el excedente de cloro y materia orgánica residual, no floculada (olores y sabores desagradables).

Para asegurarse de la calidad de las aguas, serán sometidas a un proceso de aireación y lograr los niveles de DBO y DQO exigidos por la legislación ambiental vigente, el proceso se llevará a cabo con ayuda de una bomba de aire o un sistema de campana.

Seguidamente, se realizará el muestreo de las aguas tratadas para evaluar su calidad y el cumplimiento de las normas ambientales y proceder a su evacuación a la alcantarilla o reciclado en las operaciones unitarias de la planta extractora de azúcar de remolacha.

Los lodos generados en el proceso de floculación y precipitación, serán deshidratados en plataformas y enviados a un sistema de landfarming, conjuntamente con los restos del lavado de tubérculos y otros subproductos del proceso que no se empleen en la producción de balanceados animales. Los costos

estimados del tratamiento de aguas por metro cúbico son: De 3.4 a 10 USD/ metro cúbico.¹²³

ESQUEMA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS



¹²³ Gualoto Miguel. Sistema de gestión Integral de residuos Industriales. Proyecto Landfarming. Weatherford Ecuador. 2005. páginas 27-32

CAPÍTULO VII

COMERCIALIZACIÓN

7.1 CARACTERÍSTICAS ORGANÓLEPTICAS DEL AZÚCAR DE REMOLACHA PARA LA COMERCIALIZACIÓN

El azúcar de remolacha para su comercialización y consumo masivo debe reunir ciertas cualidades que la hagan apetecibles para el consumidor tales como:

COLOR:

El color debe ser lo más claro posible, por cuanto el consumidor está acostumbrado a una azúcar blanca o a un color ligeramente amarillo en el caso del azúcar no refinado conocida como azúcar morena.

OLOR:

El olor es una propiedad fundamental en la comercialización de cualquier producto alimenticio por cuanto el éxito de su introducción al mercado pasa por el órgano de los sentidos siendo el más importante el olfato. El azúcar de remolacha debe tener un olor agradable o ser totalmente inodoro.

SABOR:

El sabor constituye la segunda propiedad organoléptica de mayor importancia por cuanto el consumidor luego de oler un producto lo degusta, consecuentemente el azúcar de remolacha debe poseer un sabor agradable similar a algo conocido por el consumidor.

ASPECTO O APARIENCIA:

La presentación comercial de un producto alimenticio es importante para el marketing, razón por la cual el azúcar de remolacha debe poseer un aspecto agradable a la vista a más de un empaque llamativo e informativo.

SOLUBILIDAD:

Esta cualidad organoléptica es fundamental para su empleo masivo a nivel industrial como confitería, pastelería en las cuales el aprovechamiento del producto debe ser

el más alto consecuentemente la solubilidad del azúcar de remolacha debe ser al 100%.

7.2 ESTUDIO DE MERCADO

Partiendo del concepto, de que el mercado es el lugar, donde se encuentra las fuerzas de la oferta y la demanda, para la transacción de bienes y servicios a un determinado precio que alcanza a todas las personas, hogares, empresas que tienen la necesidad del producto ofertante y que son mercados reales, en algunos casos ya lo consumen y en otros que no consumiéndolos podrían consumirlos en un futuro.¹²⁴

Para saber si el producto ha ofertar, va ha ser aceptado a los clientes se ha recurrido a la aplicación de encuestas, tomando como muestra, el sector de la Jipijapa, al norte de Quito, porque la autora del proyecto conoce bien el sector.

El estudio de mercado, es una herramienta, que permite obtener resultados que luego de ser analizados y procesados estadísticamente ayudarán a disminuir los riesgos de producción y aceptación del producto.¹²⁵

7.3 APLICACIÓN Y VALIDACIÓN DE ENCUESTAS

Para la elaboración de este trabajo, se utilizó como instrumento a la encuesta y previo a esto, se estructuró la matriz de operacionalización de variables: independiente es el proceso tecnológico de extracción; y, dependiente cualidades organolépticas; se caracterizó los instrumentos; y, el espectro de indicadores. (Ver anexo No. 58, cuadros 2, 3 y 4); se elaboraron dos encuestas, en la primera los encuestados probaron el azúcar de remolacha y en la segunda no.

Las encuestas estuvieron dirigidas a pobladores de la ciudadela Jipijapa, con el objeto de medir el grado de aceptación de este producto novedoso para nuestro país debido a sus cualidades organolépticas. Las encuestas contienen los siguientes

¹²⁴ Estudio de Mercado, www.monografias.com/trabajos13/mercado/mercado.shtml, pag. 1, 19/08/07

¹²⁵ Estudio de Mercado, www.monografias.com/trabajos13/mercado/mercado.shtml, pag. 2, 19/08/07

elementos: título, instrucciones, datos de identificación y preguntas cerradas que responden a los indicadores de las variables que se pretende medir.

Para validar las encuestas, se procedió a aplicar en dos supermercados como son: Mi Comisariato y Megamaxi, donde se obtuvo observaciones y sugerencias como la que se realice evaluación sensorial del producto con los consumidores. (Ver anexo No. 59).

Para la aplicación se consultó al INEC el número de habitantes de la Jipijapa siendo 14 821; cuyos límites son: al Oeste la Av. 10 de Agosto, al Sur Av. Gaspar de Villarroel, al Norte Av. El Inca, al Este Av. Eloy Alfaro a partir de la Gaspar de Villarroel hasta Av. El Inca, incluye Campo Alegre.

Para obtener la muestra de este universo se utilizó la siguiente fórmula:

Fórmula No. 7.1

$$n = \frac{z^2 \cdot q \cdot p \cdot N}{Ne^2 + z^2 \cdot pq}$$

Z = Nivel de confianza

N = Universo

p = Probabilidad a favor

q = Probabilidad en común

e = Error

$$n = \frac{14\ 821}{(0,05)^2 (14821) + 1}$$

$$\underline{\underline{n = 389}}$$

7.4 TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se codificaron los datos por preguntas de cada instrumento, se transfirieron a una matriz y se graficaron estadísticamente sus resultados, el análisis se procedió a realizarlo según los indicadores del espectro. (Ver anexo No. 58, cuadro No. 5).

7.4.1 Conocimientos

Las personas encuestadas que no probaron el azúcar saben más que las que probaron sobre las consecuencias del consumo excesivo del azúcar. (Ver anexo No. 60, pregunta 6).

Sin embargo en cuanto a conocer sobre blanqueado la frecuencia de los que probaron es mayor a los que no probaron. (Ver anexo No.60, pregunta 7).

En cuanto a los beneficios organolépticos que tiene el azúcar de la remolacha, tanto los que probaron como los que no probaron tienen conocimiento de sus propiedades. (Ver anexo No. 60, pregunta 9).

En lo referente a ampliar los conocimientos sobre los beneficios del producto tanto los que probaron como los que no probaron dicen que si; lo que hace que mi proyecto sea factible. (Ver anexo No. 60, pregunta 10).

Y por último las personas encuestadas consumen el azúcar por costumbre más no por los nutrientes que ella posea. (Ver anexo No. 60, pregunta 13)

7.4.2 Proceso

En cuanto al proceso de blanqueado del azúcar tradicional las personas encuestadas que probaron no conocen mucho y no así las que si la probaron. (Ver anexo No. 60, pregunta 7).

Las personas encuestadas tanto las que probaron como las que no probaron sí tienen clara la idea de los beneficios que se obtienen del proceso del azúcar de la remolacha; este es otro indicador que avala mi investigación. (Ver anexo No. 60, pregunta 9).

7.4.3 Costumbre

A todas las personas encuestadas no les gusta consumir bebidas y postres muy dulces, esto me permitiría promocionar mi producto por los beneficios organolépticos que posee. (Ver anexo No. 60, pregunta 4 y 5).

A pesar de evitar el exceso del consumo de azúcar tradicional la mayoría de encuestados prefiere el azúcar blanca y esto concuerda con la pregunta 13 que lo hacen por costumbre. (Ver anexo No. 60, pregunta 12 y 13).

7.4.4 Nivel Cultural, Género y Edad

La mayoría de los encuestados poseen una educación superior y son de sexo femenino y se encuentran entre los 25 y 29 años, por lo que sería necesario promocionarlo a los otros niveles. (Ver anexo No. 60, pregunta 2, 1 y 3)

7.4.5 Percepción del Producto

Casi la totalidad de las personas encuestadas están dispuestas a conocer más sobre los beneficios del azúcar de remolacha para consumirla, lo que viabiliza la realización del proyecto. (Ver anexo No. 60, pregunta 10, 11 y 14)

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

- ✓ En concordancia con el objetivo general de la investigación, se logró integrar un nuevo proceso de obtención de azúcar de remolacha sin refinar con cualidades organolépticas diferentes al azúcar cristalino comercial, (ver esquema de producción propuesto en el capítulo V, página 90).
- ✓ El proceso propuesto en efecto permite conservar en el azúcar sustancias nutritivas y de actividad biológica tales como vitaminas, ácido fólico y sales minerales, lo que le da un valor agregado al azúcar obtenida.
- ✓ Datos obtenidos en la Universidad Técnica del Norte (Ibarra), nos permiten afirmar que se necesita un suelo profundo con un PH alrededor de 7, con elevada capacidad de retención de agua y buena aireación; con un clima templado, soleado y húmedo, la temperatura promedio es de 8 a 37°C; con buena intensidad de iluminación para obtener una buena producción de remolacha azucarera. Personalmente se comprobó dichos datos mediante la siembra en masetas y en un lote de terreno a escala doméstica cuyos suelos superan los 30cm de profundidad y poseen abundante materia orgánica.
- ✓ El régimen de luminosidad, clima, humedad, de los suelos ecuatorianos son adecuados para el cultivo extensivo, rotativo de la remolacha. Las provincias más idóneas para este cultivo serían: Pichincha, Cotopaxi e Imbabura ver mapa de distribución de suelos de la Sierra Anexo No.1
- ✓ Se investigaron tres procesos:
 - a) El proceso estándar de producción en Rusia.
 - b) El segundo proceso fue elaborado en el laboratorio de química de la Universidad de las Américas aplicando los siguientes pasos: lavado, cortado,

extracción del jugo de difusión, 1era filtración, adición del PAC, 1era carbonatación, 1era cocción, 2da filtración, 2da carbonatación, 2da cocción, 3ra filtración, evaporación, cristalización; este sistema no se pudo concluir por no contar con equipos adecuados de sistema al vacío y centrifugación.

c) El tercer proceso fue elaborado en el domicilio de la estudiante con los siguientes pasos: lavado, cortado, cocción, extracción, purificación mediante filtros, evaporación y cristalización. Que fue el procedimiento elegido.

- ✓ El azúcar es un alimento sano y natural, desde el punto de vista dietético es beneficioso por sus propiedades medicinales, su principal función es la de aportar energía; es anticancerígeno; previene enfermedades del corazón; es un buen mineralizante; es rico en hierro; produce hemoglobina; ácido fólico; previene el estreñimiento y la retención de líquidos, participa en la producción de la hormona dopamina que previene del mal humor; como consta en el capítulo I, página 16
- ✓ Para determinar la factibilidad de la propuesta, se utilizaron encuestas, unas se las realizaron con prueba del producto y otras sin ella, que determinaron que su consumo es factible debido a las cualidades organolépticas del mismo, razón por la que el proyecto es factible de realizarlo. En cuanto a la rentabilidad sería tema de investigación de otro proyecto.
- ✓ Según las encuestas que fueron científicamente validadas se determinó un buen impacto en la sociedad por lo indicado anteriormente, como se puede ver en el Anexo 55 pregunta 11.
- ✓ El producto se recomienda a mujeres en estado de gravidez, por el aporte mineral esencial para la producción de hemoglobina y por el hierro que contribuye a la prevención de anemias en la madre y en el bebé. capítulo I, página 17.
- ✓ También se recomienda prudencia en su consumo a las personas con tendencias a producir cálculos en los riñones, como se describe en capítulo I, página 16.

8.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Para el cultivo de remolacha azucarera se debe generara las condiciones ambientales acordes a las especificaciones investigadas que se encuentran en el capítulo II, páginas 18 y 19.
- ✓ Para su aplicación industrial es imprescindible introducir el sistema de cocción al vacío y la centrifugación que ayudarían a la separación de la melaza del azúcar y al incremento de la producción de azúcar cristalizado.
- ✓ Se recomienda introducir un filtro a presión para extraer de la pulpa de remolacha el líquido de difusión remanente y así incrementar la producción de azúcar de remolacha.
- ✓ Es prioritario el reciclado de las aguas utilizadas en las operaciones de lavado de tubérculos y de retrolavado de filtros con el objeto de reducir los costos operativos y contribuir al uso racional de un recurso natural renovable como es el agua.
- ✓ Los lodos obtenidos durante las operaciones del tratamiento de agua deben ser incorporados a la plataforma de landfarming para su biodegradación conjunta con la pulpa de remolacha.
- ✓ El vapor de agua producido en el sistema de cocción al vacío debe recircularse para utilizarlo como fuente de calor adicional en la cocción de la remolacha, esto permitirá reducir costos en combustibles y también economizar agua.
- ✓ Controlar todos los parámetros del proceso y manejar todos los efluentes en tal forma que el proceso productivo sea económico y ambientalmente sustentable.

- ✓ El sistema de filtrado del esquema propuesto debe incluir varios filtros de tres a seis, distribuidos en serie o en paralelo para facilitar las operaciones de mantenimiento sin detener la producción.
- ✓ Para la producción de balanceado a partir de la pulpa, se deberá primero conocer las necesidades nutritivas de las especies animales a nutrir o alimentar para definir la proporción de mezcla óptima con los componentes necesarios.

Realizar un análisis bioquímico de los componentes de la pulpa para determinar el valor nutritivo de la misma.

- ✓ En el caso de producción de abono o balanceado a partir de la pulpa para conocer su valor comercial y mercado potencial se deberá realizar un estudio de mercado que determine su verdadera rentabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. El Azúcar de Remolacha, www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprendera_comerbien/curiosidades/2002/07/18/48522.php, 24/11/06.
2. Azúcar, <http://www.mind-surf.net/drogas/azucar.htm>, 24/11/06.
3. Qué es el azúcar, www.azucar.cl, 23/11/06.
4. Pulpa de remolacha, www.eukanub.com, 23/11/06.
5. El Azúcar y otros edulcorantes, www.irv.org, 20/11/06.
6. El Azúcar una fuente esencial para el organismo, www.aprendera_comerbien.es, 21/11/06.
7. Percepción de sabores, www.consumer.com, 23/11/06.
8. El azúcar en tu dieta, http://www.imperialsugar.com/w/mainElAzucarEnTu_Dieta-185.html#12, 22/11/06.
9. Azúcar que consumimos, www.infor.com, 22/11/06.
10. Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, 09/10/2006.
11. Bases Aerotécnicas de cultivos de hortalizas, G.V. Vstimenko, P.F Kononkov. Editorial Prosveshere, Moscú, 1999.
12. Bases Aerotécnicas de cultivos de hortalizas, G.V. Vstimenko, P.F Kononkov. Editorial Prosveshere, Moscú, 1999.
13. Diversas investigaciones, www.vrg.org, 09/10/2006.
14. Horticultura en los Trópicos, P.F. Kononkov, 2da Edición, Editorial Agropromizdat, 2000, Moscú.
15. Fitopatología Agrícola, N.F. Peresipkin, Editorial Agropromizdat. Moscú, 2000.
16. Tecnología de almacenamiento y conservación de productos agrícolas, Trisviatskiy, L.A, Lesik B.V., Ed, Agropromizdat, Moscú, 2004.
17. Berenshtein I. B, Tsipruzh R . Preparación, transporte y conservación de frutos. Moscú. Editorial Agropromizdat. 1994.
18. Orlov N.P. Producción, almacenamiento y realización de azúcar de remolacha. Kiev- Ucrania. Editorial Cosecha. 1999.

19. Skripnikov Yu. G. Tecnología progresiva de conservación y procesamiento de remolacha azucarera. Moscú. Editorial Agropromizdat. 1999.
20. Historia del Ingenio San Carlos, www.ingeniosancarlos.com.co/procesop.php, 28/01/07.
21. Política de gestión integral, www.ingeniosancarlos.com.co/procesop.php, pag 1, 28/01/07.
22. Procesos Productivos, www.ingeniosancarlos.com.co/procesop.php, 28/01/07.
23. Cálculos Simplificados de evaporadores, <http://www.perafan.com/ea02basi.html>, 28/01/07.
24. Información estadística, <http://www.ingeniosancarlos.com.co/estadosf2.php>, 28/01/07.
25. Análisis Cluster de la Cadena Agroindustrial de la Caña de Azúcar, <http://www.sica.gov.ec/cadenas/azucar/docs/monitoreo.pdf>, 28/01/07.
26. La Caña de Azúcar, <http://www.coopetvictoria.com/victoria/producto2.htm>, 29/01/07.
27. Especificaciones de sus productos, <http://www.ingeniosancarlos.com.co/productos.php>, 28/01/07.
28. Fabricación del azúcar de caña, <http://www.perafan.com/ea02fabr.html>, 28/01/07.
29. Gualoto Miguel. Sistema de gestión Integral de residuos Industriales. Proyecto Landfarming. Weatherford Ecuador. 2005.
30. Gualoto Miguel, Sistema de Tratamiento de lodos residuales, TECPECUADOR, 2001.
31. Estudio de Mercado, www.monografias.com/trabajos13/mercado/mercado.shtml, 19/08/07.
32. Interpretaciones del autor, basados en información bibliográfica

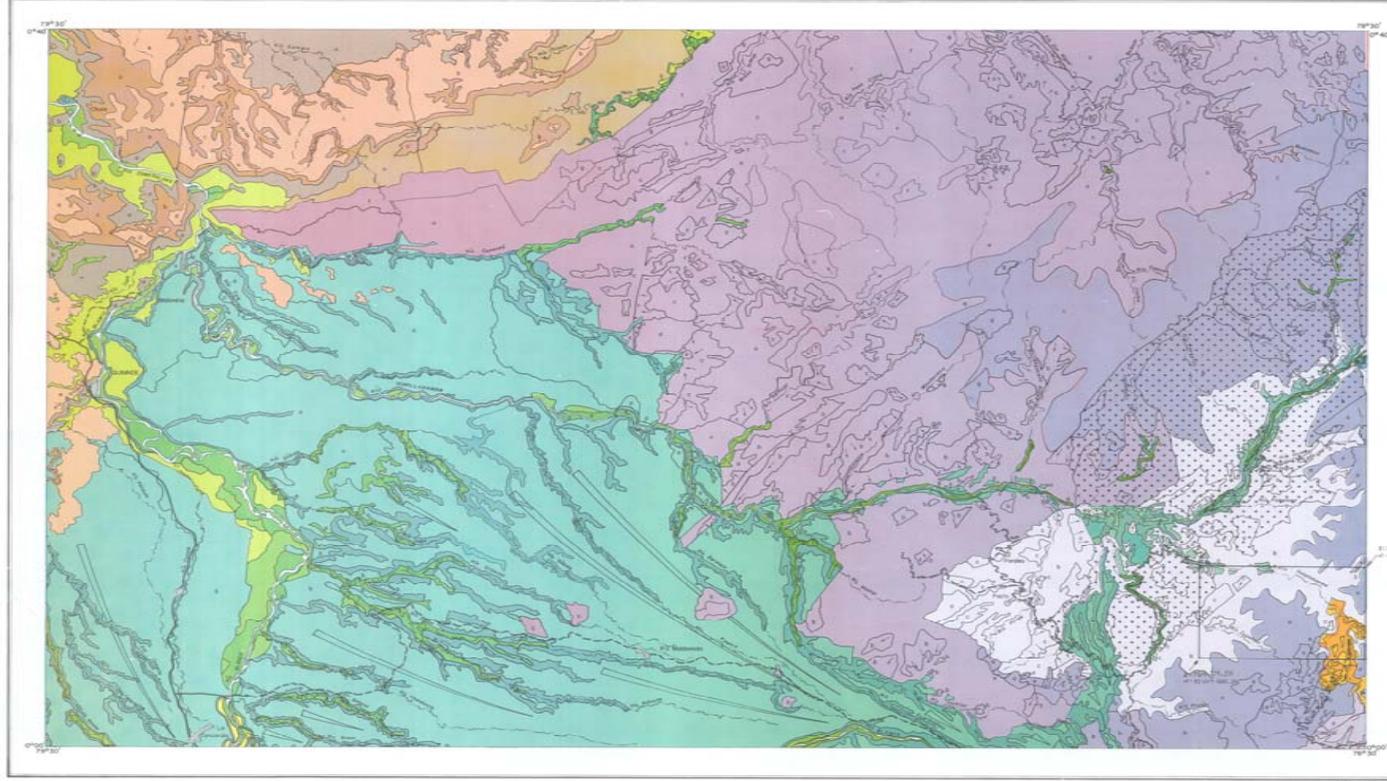
ANEXO No. 1

**Mapas de Suelos de las Provincias de
Pichincha, Cotopaxi e Imbabura**

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA
PROGRAMA NACIONAL
DE REGIONALIZACIÓN AGROARIA
PRONAREG-ECUADOR

QUININDÉ
MAPA MORFO - PEDOLÓGICO

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE SUITE-AMIS
AGUERO MAG - ORSTOM
ORSTOM - FRANCIA



FUENTES:
- Base topográfica actual del I.G.M.
- Se usaron a partir de cartografía del PRONAREG (Oficina de Geomorfología y Análisis)
- Oficina de ORSTOM
- Topografía de Topografía aérea e imágenes de RADAR (Fecha de toma: 1971-1983)
- Topografía de campo (1982-1984)

REALIZACION

DEPARTAMENTO DE GEOMORFOLOGIA Y TELEDETECTACION (PRONAREG)
Geomorfología, topografía, trabajo de campo y cartografía geomorfológica:
Ing. José Carlos Martínez y
Ing. José Carlos Tena y
Ingeniero Geomorfólogo A. A.

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA (PRONAREG)
Trabajo de campo:
Ingeniero Geólogo:
Ing. Juan Botero

DEPARTAMENTO TÉCNICO (ORSTOM)
Ingeniero Geomorfólogo:
Claude Descombes (Ecuador)

FECHA:
Julio 1984

SEPARACION DE COLORES E IMPRESION
EN EL INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR 1984

REVISORA LA REPRODUCCION FINAL, E TEXTO Y
MESA ASISTENCIAL DE PROYECTO: ORSTOM

NOVA DE MEJAS ESC. 1:50.000

UNIDAD	NOVA	UNIDAD
UNIDAD	NOVA	UNIDAD

NOVA DE MEJAS AVANZADAS ESC. 1:250.000

UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD
UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD

LEGENDA SIMBOLOGICA
- Contorno actualizado
- Contorno de antiguo relieve
- Río
- Caudales e perforaciones
- Línea de separación de unidades morfo-pedológicas
- Línea de separación de unidades morfo-pedológicas
- Línea de separación de unidades morfo-pedológicas

UNIDADES MORFO - PEDOLÓGICAS

UNIDADES MORFO - PEDOLÓGICAS	FORMAS DE RELIEVO	TIPO DE SUELO	USOS
UNIDADES MORFO - PEDOLÓGICAS	FORMAS DE RELIEVO	TIPO DE SUELO	USOS

Table with multiple columns: UNIDADES MORFO - PEDOLÓGICAS, FORMAS DE RELIEVO, TIPO DE SUELO, USOS. It contains detailed descriptions of soil and landform units, their characteristics, and their uses.

Escuela
Código

ANEXO No. 2

TIPOS DE SEMILLA:

- a) *Multigermen normal (ordinaria)*: es la más empleada, conteniendo cada semilla más de un germen. Tienen un menor coste, y pueden utilizarse con sembradoras tradicionales. Se precisa gran cantidad de semilla y las operaciones de aclareo son muy costosas.
- b) *Multigermen calibrada*: están sometidas a un calibrado para obtener una diferencia de diámetro establecida. Tiene mayor índice de germinación y permite un ahorro de semilla en la siembra. Debe ser sembrada con sembradora de precisión.
- c) *Semillas de precisión (monogermen técnica)*: procede del segmento mecánico de las semillas naturales multigérmenes. Solo se recomienda este tipo de semillas para las siembras de precisión. Supone un considerable ahorro en mano de obra en el aclareo respecto a las multigérmenes, pero es más costoso que las monogérmenes genéticas.
- d) *Monogermen genética*: la monogermia se ha obtenido genéticamente. Este tipo de semilla supera en energía y vigor germinativo y por tanto, en germinación nascencia, a las demás semillas. Al ser una semilla cara solo se recomienda en siembras semidefinitivas o definitivas. Se favorece la labor de aclareo.¹²⁶

¹²⁶ Cultivo de la Remolacha Azucarera,
<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 5-6, 09/10/2006

ANEXO No. 3

MALAS HIERBAS

a) *Cloridazona*: Es un herbicida que actúa tanto por vía foliar como radicular y se aplica tanto en preemergencia como post-emergencia. Se incorpora al suelo mediante riego y controla las siguientes malas hierbas:

- *Amaranthus retroflexus*.
- *Capsella bursapastoris*.
- *Chenopodium album*.
- *Lanium sp.*
- *Spergula arvensis*.
- *Urtica urens*.
- *Atriplex patula*.
- *Poa annua*
- *Poa pratensis*

b) *Fenmedifan*: Se debe aplicar cuando el suelo se encuentra en tempero, pues favorece la absorción de la planta. No tiene efecto residual y es eficaz contra malas hierbas de hoja ancha compuesta y anual.

c) *Etofumesato*: Este herbicida es absorbido por las yemas de las plantas nada más germinar éstas. Se aplica en el suelo húmedo y es eficaz contra:

- *Amaranthus sp.*
- *Avena sp.*
- *Polygonum aviculare*.

d) *Lenacilo*: se incorpora mediante una labor con riego y no tiene acción de contacto y es eficaz contra:

- *Anagallis arvensis*.
- *Anthemis sp.*
- *Chenopodium album*.
- *Malva silvestris*.
- *Solanum nigrum*.

- *Stellaria media*.

e) *Metacloro*: este herbicida inhibe la germinación de las plántulas al ser captadas por ellas y controla las siguientes especies de hoja ancha y estrecha:

- *Amaranthus*.
- *Capsella*.
- *Fumarian*.
- *Matricaria*.

f) *Metamitrona*: es absorbido por la raíz. El suelo debe de estar humedecido para que el herbicida tenga más efecto. Su control va dirigido a hierbas tanto de hoja ancha como estrecha.

Las siguientes materias activas son eficaces contra malas hierbas anuales en el cultivo de la remolacha azucarera:¹²⁷

Tabla No. 1: Control Químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Cloridazona 32.5% + Metacloro 18.5%	4-8 l/ha	Suspensión concentrada
Etofumesato 30% + Lenacilo 12%	2.5-5 l/ha	Suspensión concentrada
Etofumesato 50%	1-4 l/ha	Suspensión concentrada
Metacloro 96%	0.75-3 l/ha	Concentrado emulsionable

Fuente: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm pag. 9

Para controlar las dicotiledóneas anuales se recomiendan las siguientes sustancias:

Tabla No.2: Control de dicotiledóneas anuales

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Cloridazona 40% + Quinmerac 5%	4-6 l/ha	Suspensión concentrada
Cloridazona 43%	4.5-7.5 l/ha	Suspensión concentrada
Cloridazona 48% + Lenacilo 12%	2.5-3.5 l/ha	Polvo mojable
Desmedizan 1.6% + Etofumesato 12.8% + Fenmedifan	2-4 l/ha	Concentrado

¹²⁷ Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 8-9, 09/10/2006

6.2%		emulsionable
Diquat 20%	1.5-4 l/ha	Concentrado soluble
Etofumesato 20%	4-7 l/ha	Concentrado emulsionable
Etofumesato 30% + Lenacilo 12%	3.5-5 l/ha	Polvo mojable
Etofumesato 5% + Fenmedifan 9%	4-7 l/ha	Concentrado emulsionable
Fenmedifan 16%	6-8 l/ha	Concentrado emulsionable
Lenacilo 80%	0.60-0.80 l/ha	Polvo mojable
Metamitrona 70%	5-7 kg/ha	Granulado dispersable en agua

Fuente: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm pag. 7

Para un control efectivo de gramíneas anuales se recomiendan las siguientes sustancias:

Tabla No. 3: Control Químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Cicloxdin 10%	1-2.5 l/ha	Concentrado emulsionable
Cletodim 24%	0.40-0.80 l/ha	Concentrado emulsionable
Etofumesato 20%	4-7 l/ha	Concentrado emulsionable
Etofumesato 30% + Lenacilo 12%	3.5-5 l/ha	Polvo mojable
Haloxifop-r-10.4%	0.50-0.75 l/ha	Concentrado emulsionable
Lenacilo 50%	1-1.25 l/ha	Suspensión concentrada
Metamitrona 70%	5-7 kg/ha	Granulado dispersable en agua
Propaquizofop 10%	1-1.5 l/ha	Concentrado emulsionable
Quizalofop etil 10%	1.25-1.75 l/ha	Concentrado emulsionable
Trialato 40%	3-4 l/ha	Concentrado emulsionable

Fuente: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm pag. 9¹²⁸

¹²⁸ Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 9-10, 09/10/2006

ANEXO No. 4**INSECTOS:****a) GUSANOS DE ALAMBRE (*Agriotes lineatus*).**

Es uno de los insectos de suelo más común y que mayor daño puede causar, especialmente en siembra. Los adultos suelen aparecer a principios de marzo, teniendo una vida de 30 días. Una fuerte lluvia con altas temperaturas puede provocar una salida masiva de adultos.

Las larvas son muy sensibles a la sequía, tienen un ciclo de cinco años, con oscilación de 1 ó 2 años según las condiciones climáticas. Los mayores daños son los causados por las larvas a partir del tercer año.

Control.

-Las labores preparatorias y con tiempo cálido, provocan una cierta mortalidad.

-El control químico se realiza a partir de las siguientes materias activas:

Tabla No. 4: Control Químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Benfuracarb 8.6%	7-10 kg/ha	Gránulo
Carbofurano 3.75% + Imidacloprid 1.25%	10 kg/ha	Gránulo
Carbosulfan 5%	12 kg/ha	Gránulo
Clorpirifos 5%	40-50 kg/ha	Gránulo
Diazinon 10%	45 kg/ha	Gránulo
Fonofos 55%	6-7 l/ha	Suspensión en cápsulas
Isofenfos 5%	100 kg/ha	Gránulo
Terbufos 5%	6-20 kg/ha	Gránulo

Fuente: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm pag.11¹²⁹

b) GUSANOS BLANCOS (*Anoxia villosa*).

Vive dos años en estado de larva con una duración del ciclo biológico completo de tres años. El grado de destrucción a la planta que producen estos insectos no es muy grave.

¹²⁹ Cultivo de la Remolacha Azucarera,
<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 11, 09/10/2006

Control.

-El control químico se realiza con las siguientes materias activas:

Tabla No. 5: Control Químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Benfuracarb 5%	12-15 kg/ha	Gránulo
Clorpirifos 5%	40-50 kg/ha	Gránulo
Fonofos 55%	6-7 l/ha	Suspensión en cápsulas (microcápsulas)

Fuente: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm pag. 11¹³⁰

c) MOSCA DE LA REMOLACHA (*Pegomya betae*).

Este díptero no suele ocasionar graves daños, pese a estar muy extendido, aunque en condiciones climáticas favorables obligado al agricultor a resembrar.

La aparición de adultos se produce en primavera, con dos generaciones anuales. La larva comprende un tamaño de 6 a 8 mm, instalándose en la epidermis de las hojas de remolacha.

Las hembras realizan su puesta en el envés de las hojas y cuando los huevos eclosionan las larvas salen de ellos y penetran en el interior de las hojas alimentándose de su epidermis.

Control.

-Pese a tener muchos enemigos naturales y presentarse en época en que la remolacha se defiende bien, a veces es necesario tratarla cuando su ataque es fuerte. Se obtienen buenos resultados con las siguientes materias activas:

Tabla No. 6: Tratamiento de prevención

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Acefato 1.5% + Azufre 80%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Carbofurano 3.75% + Imidacloprid 1.25%	10 kg/ha	Gránulo

¹³⁰ Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 11, 09/10/2006

Carbosulfan 5%	12 kg/ha	Gránulo
Cipermetrin 1.25% + Monocrotofos 20%	0.20-0.40%	Concentrado emulsionable
Dimetoato 20%	0.20%	Polvo mojable
Fenitrothion 60%	1.25-2 l/ha	Líquido para aplicación ultra bajo volumen
Fention 50%	0.10-0.20%	Concentrado emulsionable
Fosalon 35%	0.15-0.20%	Concentrado emulsionable
Metil paration 20%	0.08-0.18%	Concentrado emulsionable
Triclorfon 5%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo

Fuente: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm pag. 12¹³¹

d) CASSIDA (*Cassida vittata*).

Los adultos aparecen a final de febrero o principios de marzo, después de haber incubado bajo las malas hierbas. Una semana más tarde realizan el acoplamiento y la puesta, naciendo la larva a los 10 días.

La larva durante 20 días come el parénquima del envés de las hojas. El periodo de vida de la ninfa es de 6 a 8 días, apareciendo posteriormente el adulto y completando el ciclo. El número de generaciones varía en función de las condiciones climáticas, habiéndose observado hasta cuatro. Los mayores daños son los causados por la primera y segunda generación. En caso de fuertes ataques puede causar pérdidas de hasta el 30% de la cosecha.

Control.

-La respuesta a los tratamientos químicos suele ser muy buena, basadas en las siguientes materias activas:

Tabla No. 7: Tratamientos químicos

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Carbaril 48%	0.25-0.30%	Suspensión concentrada
Dimetoato 40%	0.10-0.15%	Concentrado emulsionable
Lindano 2%	15-20 kg/ha	Polvo para espolvoreo

Fuente: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm pag. 13¹³²

¹³¹ Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 12, 09/10/2006

e) GUSANOS VERDES (*Phytometra gamma*, *Laphygma exigua*).

Es un lepidóptero polífago que ataca a un gran número de plantas, siendo la remolacha azucarera una de las que sufren mayores estragos. Se trata de un noctuido cuya oruga, que es la que causa los daños, alcanza en su mayor desarrollo 3 cm de longitud.¹³³

Control.

-Estas larvas son de difícil acceso para su control.

-Se pueden utilizar con buenos resultados Betaciflutrin 2.5%, presentado como suspensión concentrada a una dosis de 0.05-0.08%.¹³⁴

f) PULGONES (*Aphis fabae*, *Myzus persicae*).

Se trata de los parásitos más frecuentes en el cultivo de la remolacha, causando un notable perjuicio al ser transmisores de virus.

El momento de aparición de los pulgones varía según la climatología, eclosionando los huevos cuando la temperatura ambiental es de 5°C. En caso de invierno suave se han detectado pulgones verdes en los cotiledones de la remolacha.

Control.

-En general, se debe efectuar un tratamiento contra estos parásitos, siendo las siguientes materias activas eficaces:

Tabla No. 8: Tratamiento contra parásitos

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Acefato 1.5% + Azufre 80%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Alfa cipermetrin 4%	0.08-0.10%	Concentrado emulsionable

¹³² Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 13, 09/10/2006

¹³³ El Cultivo de la Remolacha Azucarera, http://www.abcagro.com/herbaceos/industriales/remolacha_azucar3.asp, pag 9, 09/10/2006

¹³⁴ Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 13, 09/10/2006

Benfuracarb 3%	15-25 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Carbofurano 3.75% + Imidacloprid 1.25%	10 kg/ha	Gránulo
Carbofurano 5%	12-15 kg/ha	Gránulo
Carbosulfan 5%	12 kg/ha	Gránulo
Cipermetrin 0.5%	30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Clorpirifos 24% + Metomilo 10%	0.10-0.15%	Concentrado emulsionable
Deltametrin 2.5% + Heptenofos 40%	0.05%	Concentrado emulsionable
Dimetoato 40%	0.10-0.15%	Concentrado emulsionable
Esfenvalerato 2% + Fenitrotion 25%	0.60-0.75%	Concentrado emulsionable
Etil azinfos 20%	0.20-0.25%	Polvo mojable
Fenitrotion 50% + Fenvalerato 2%	1.5 l/ha	Concentrado emulsionable
Lindano 80%	0.02-0.04%	Suspensión concentrada
Metil Paration 45%	0.10-0.13%	Suspensión concentrada
Metil Pirimifos 2%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Pirimicarb 50%	0.10%	Polvo mojable
Tralometrina 3.6%	0.03-0.08%	Concentrado emulsionable

Fuente: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm pag. 14¹³⁵

g) PULGUILLA DE LA REMOLACHA (*Chaetocnema tibialis*).

Esta plaga está presente especialmente en suelos arcillosos. La pulguilla en estado adulto no sobrepasa los 2 mm. de longitud. Los ataques se manifiestan en las hojas con pequeños orificios en forma de perigonada. Estos daños pueden llegar a ocasionar la muerte de la planta.

Control.

-Se vienen empleando las siguientes materias activas para su control:

Tabla No. 9: Control Activo

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Benfuracarb 3%	15-25 kg/ha	Polvo para espolvoreo

¹³⁵ Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 14, 09/10/2006

Carbaril 10%	15-25 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Carbofurano 3.75% + Imidacloprid 1.25%	10 kg/ha	Gránulo
Carbosulfan 5%	12 kg/ha	Gránulo
Cipermetrin 0.5%	30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Cipermetrin 1.25% + Monocrotofos 20%	0.20-0.40%	Concentrado emulsionable
Deltametrin 0.5%	1.50-2.50%	Líquido para aplicación ultra bajo volumen
Etil Azinfos 20%	0.20-0.25%	Polvo mojable
Fenitrothion 50% + Fenvalerato 2%	1.50 l/ha	Concentrado emulsionable
Fention 40%	0.15-0.25%	Polvo mojable
Lindano 80%	0.02-0.04%	Suspensión concentrada
Metil Paration 2%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Teflutrin 0.5%	10-15 kg/ha	Gránulo
Terbufos 5%	6-20 kg/ha	Gránulo
Triclorfon 5%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo

Fuente: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm pag. 15¹³⁶

h) CLEONUS (*Cleonus mendicus*).

Es el insecto más dañino en el cultivo de la remolacha y en áreas de secano si las condiciones ambientales le son favorables, puede llegar a ocasionar la pérdida casi total de la cosecha.

El adulto es un insecto alargado, de coloración grisácea, más o menos oscuro, con manchas blancas en la base de los élitros y una corta línea basal en los mismos; llevan por debajo ligeras manchas negruzcas.

El adulto inverna en el suelo, y sale en invierno o primavera, según las condiciones climáticas, alimentándose principalmente de las hojas de remolacha, durante un periodo de 15 a 30 días, posteriormente comienza el apareamiento y puesta de las hembras. El huevo es depositado de forma aislada en la proximidad de las plantas atacables. Transcurridos 10 días las larvas salen del huevo introduciéndose rápidamente en la raíz, excavando en ella numerosas galerías.

¹³⁶ Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 15, 09/10/2006

Este insecto no presenta más que una generación anual, apareciendo los adultos en otoño y en invierno-primavera.

El daño más importante es el producido por la larva, ésta excava un gran número de galerías, normalmente en sentido vertical, siendo causa, además, del origen de enfermedades criptogámicas.

Control.

-Evitar la repetición del cultivo.

-Los tratamientos químicos deben ir dirigidos a combatir a los adultos, aunque la larva sea muy sensible, al encontrarse en el interior de la raíz, es muy difícil llegar a ella. Los tratamientos se darán cuando aparezcan los primeros adultos, la época más apropiada para realizarlos es la comprendida entre la aparición de los adultos y el comienzo de su apareamiento.

Se recomienda alternar las materias activas para limitar los riesgos de resistencia, a continuación se citan algunas de ellas:

Tabla No. 10: Tratamientos Químicos

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Carbaril 37.5% + Clorpirifos 24%	2-3 kg/ha	Polvo mojable
Carbaril 48%	0.25-0.30%	Suspensión concentrada
Lindano 2%	15-20 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Terbufos 5%	6-20 kg/ha	Gránulo

Fuente: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm, pag. 16¹³⁷

i) LIXUS (*Lixus junci*, *Lixus scabricollis*).

Constituye junto a los *Cleonus* los insectos más dañinos, tanto las larvas como los adultos producen daños en la remolacha.

El adulto es un pequeño curculiónido de color pardo y tegumentos duros, apareciendo generalmente en los primeros días de marzo, adelantándose o

¹³⁷ Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 16, 09/10/2006

retrasándose según la climatología. La puesta tiene lugar 3 días después del acoplamiento. La hembra deposita un huevo en el orificio que hace en el tallo, la larva recién nacida mina el tallo trazando una galería casi rectilínea; en ocasiones la larva penetra en el cuello de la remolacha descendiendo hacia el interior de la misma.

Normalmente tiene dos generaciones anuales, ocasionando los mayores daños los adultos de la 2ª generación en las hojas.

Control.

-El mejor control se consigue combatiendo a los adultos.

-Hay tratamientos que se efectúan paralelamente contra *Cleonus* y *Lixus*, siendo las materias activas recomendadas contra *Cleonus* las siguientes:

Tabla No. 11: Control Químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Carbaril 37.5% + Clorpirifos 24%	2-3 kg/ha	Polvo mojable
Carbaril 48%	0.25-0.30%	Suspensión concentrada
Lindano 2%	15-20 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Terbufos 5%	6-20 kg/ha	Gránulo

Fuente: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm, pag. 16-17¹³⁸

j) MARIPACA (*Aubeonymus mariaefranciscae*).

Este pequeño insecto tiene el cuerpo ovalado, robusto, negro, de aspecto brillante y tegumentos poco marcados.

Su hábitat lo constituye la remolacha de secano o con riego de apoyo, encontrándose casi exclusivamente en suelos fuertes con tendencia a formar costra.

Los adultos aparecen en otoño coincidiendo con la germinación de la remolacha, agrupándose en torno a las plántulas. Los primeros daños se pueden observar en la remolacha recién nacida, observándose gran cantidad de plántulas muertas. Esta

¹³⁸ Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 16-17, 09/10/2006

mortalidad de plántulas está causada por la gran cantidad de mordeduras sobre los cotiledones y las primeras hojas de la planta. Una vez que la planta alcanza el estado de cuatro-seis hojas, es difícil que muera, pero los agujeros ocasionados en la raíz por las picaduras impiden su normal desarrollo, dando lugar a una disminución en el rendimiento.

En algunos casos, la elevada presencia de individuos trae consigo la necesidad de realizar una o dos resiembras, o que ante una deficiente protección del cultivo no compense realizar la recolección.

Control.

-Se trata de una plaga difícil de controlar, pues tiene una vida fundamentalmente subterránea. Por tanto las primeras medidas de protección deben ir encaminadas a proteger el cultivo en los primeros estados.

-Se recomienda evitar las siembras aisladas.

-Eliminar los residuos de cosecha en las parcelas aisladas.

-Se aconsejan las siembras tempranas.

-El control químico se realiza con Teflutrin al 0.5%, presentado como gránulo, a dosis de 20 kg/ha.¹³⁹

¹³⁹ Cultivo de la Remolacha Azucarera,
<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 17, 09/10/2006

ANEXO No. 5

NEMÁTODOS

a) GUSANOS GRISES (*Agrotis segetum*).

Las larvas tienen un color verde, alcanzan un tamaño de 4-5 cm, de piel lisa y suelen enroscarse cuando es interferida por algún obstáculo. Suelen atacar a la planta de la remolacha cuando es pequeña y cuando es grande se introducen por la raíz formando en ella profundas galerías.

Control.

-Las siguientes materias activas son eficaces en el control químico contra gusanos grises:

Tabla No. 12: Control Químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Clorpirifos 24% + Metomilo 10%	0.10-0.15%	Concentrado emulsionable
Flucitrinato 10%	0.08-0.10%	Concentrado emulsionable
Terbufos 5%	6-20 kg/ha	Gránulo
Tralometrina 3.6%	0.03-0.08%	Concentrado emulsionable

Fuente: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm pag. 13¹⁴⁰

b) *Heterodera schachtii*, *Meloidogyne incognita*

Los síntomas se presentan por "rodales" de plantas amarillentas, con poco vigor y gran número de raíces con pequeños nódulos blancos (quistes) que pueden permanecer durante mucho tiempo y dar lugar a malformaciones de difícil eliminación.

Control.

-Mantener la superficie libre de malas hierbas.

¹⁴⁰ Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 13, 09/10/2006

-En caso de elevados niveles de infección utilizar una alternativa de cultivo a muy largo plazo.

-En caso de infección leve se recomiendan las siguientes materias activas:

Tabla No.13: Control Químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Benfuracarb 5%	12-30 kg/ha	Gránulo
Carbofurano 5%	12-15 kg/ha	Gránulo
Carbosulfan 5%	12 kg/ha	Gránulo

Fuente: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm, pag. 17-18¹⁴¹

¹⁴¹ Cultivo de la Remolacha Azucarera,
<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 17-18, 09/10/2006

ANEXO No. 6

HONGOS

a) OIDIO (*Erysiphe comunis*).

Esta enfermedad se ve favorecida por la inversión de temperaturas calurosas y por el empleo de agua calcáreas o salinas en el riego. La temperatura óptima para el desarrollo de esta enfermedad ronda los 20°C.

Los síntomas se manifiestan en las hojas exteriores, pues aparecen cubiertas por una masa algodonosa blanca, de aspecto pulverulento.

El daño provocado por esta enfermedad es la reducción del rendimiento de la cosecha, al disminuir la capacidad de fotosintetizar por la presencia de este hongo en las hojas.

-Control.

-En cuanto al control químico, las materias activas recomendadas son:

Tabla No. 14: Control Químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Acefato 1.5% + Azufre 80%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Azufre 50% + Miclobutanil 0.8%	5-7 kg/ha	Polvo mojable
Azufre 70% + Fluquinconazol 5%	2 l/ha	Suspensión concentrada
Azufre 75% + Nuarimol 1.5%	0.10-0.15%	Polvo mojable
Azufre mojable 80%	0.25-0.75%	Polvo mojable
Bupirimato 25%	1-1.5 l/ha	Concentrado emulsionable
Carbendazima 20% + Flutriazol 9.4%	1-2 l/ha	Suspensión concentrada
Carbendazima 30% + Ciproconazol 16%	0.258-0.50 l/ha	Suspensión concentrada
Ciproconazol 5%	0.80-150 l/ha	Concentrado emulsionable
Difenoconazol 10% + Fenpropidin 37.5%	0.75-1 l/ha	Concentrado emulsionable
Mancozeb 60% + Metil Tiofanato 14%	2-4 l/ha	Polvo mojable
Maneb 50% + Metil Tiofanato 25%	0.20-0.35%	Polvo mojable

Procloraz 40% + Propiconazol 9%	0.25-0.50 l/ha	Concentrado emulsionable
Propiconazol 10%	0.05%	Concentrado emulsionable
Tetraconazol 10%	0.03-0.05%	Concentrado emulsionable

Fuente: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm, pag. 18-19¹⁴²

b) ROYA (*Uromyces betae*).

Esta enfermedad suele aparecer a finales de verano. Sus síntomas son de fácil reconocimiento, pues aparecen pequeñas pústulas de 1 mm de diámetro de color marrón o anaranjado que contiene un polvillo rojizo que mancha al tocar, instalándose tanto en el haz como en el envés de las hojas.

Los daños no son muy importantes, pero ataques muy fuertes pueden llegar a ocasionar pérdidas de casi el 10% del rendimiento de la cosecha por desecación de las hojas.

Control.

-No excederse en el abonado nitrogenado, pues su exceso favorece la aparición de dicha enfermedad.

-Las siguientes materias activas son eficaces contra esta enfermedad:

Tabla No. 15: Control Químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Difenoconazol 10% + Fenpropidin 37.5%	0.75-1 l/ha	Concentrado emulsionable
Mancozeb 45%	5-7 l/ha	Suspensión concentrada
Maneb 10%	20 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Sulfato cuprocálcico 17.5% + Zineb 7%	6-8 l/ha	Polvo mojable

Fuente: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm, pag. 20¹⁴³

¹⁴² Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 18-19, 09/10/2006

¹⁴³ Cultivo de la Remolacha Azucarera, <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 20, 09/10/2006

c) CERCOSPORA (*Cercospora beticola*).

El hongo causante de esta enfermedad penetra en las estomas de las hojas de remolacha, desarrollándose en su interior.

La enfermedad se manifiesta por rodales con aparición de manchas redondeadas de color grisáceo, con halos de diferente color, uno rojo y otro marrón. Conforme avanza la enfermedad las manchas se extienden uniéndose unas con otras, hasta llegar a cubrir las hojas en su totalidad, como consecuencia las hojas acaban secándose.

Si el tiempo es húmedo, en el interior de las manchas, aparecen puntuaciones negras rodeadas de una gran masa algodonosa y blanquecina (órgano reproductor del hongo).

Los daños ocasionados por esta enfermedad son elevados por varios motivos: pérdida de masa foliar y el rebrote de la planta hace consumir las reservas de la raíz, disminuyendo así la pérdida de azúcar. Las pérdidas de producción por hectárea constituye el 5-10% bajo infestación débil y el 70% bajo fuerte infestación.¹⁴⁴

Control.

-Una medida preventiva es el tratamiento de la semilla con productos derivados del mercurio.

-Este hongo tiene una gran capacidad de supervivencia en el suelo y por tanto, es probable que se deba variar la rotación de cultivos de remolacha y realizar después de la cosecha una labor de volteo profunda.

-Para combatir esta enfermedad se suelen emplear fungicidas a partir de las siguientes materias activas:

Tabla No. 16: Control Químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Azufre 70% + Fluquinconazol 5%	2 l/ha	Suspensión concentrada

¹⁴⁴ Fitopatología Agrícola, N.F. Peresipkin, Editorial Agropromizdat. Moscú, 2000, pag. 271

Benomilo 50%	0.05-0.10%	Polvo mojable
Carbendazima 20% + Flutriazol 9.4%	1-2 l/ha	Suspensión concentrada
Carbendazima 30% + Ciproconazol 16%	0.25-0.50 l/ha	Suspensión concentrada
Carbendazima 50%	0.06%	Suspensión concentrada
Ciproconazol 5%	0.80-1.5 l/ha	Concentrado emulsionable
Folpet 10% + Sulfato cuprocálcico 20%	0.40-0.60%	Polvo mojable
Hidróxido cúprico 50%	0.15-0.25%	Polvo mojable
Kasugamicina 5% + Oxicloruro de cobre 45%	45%	Polvo mojable
Mancozeb 17.5% + Oxicloruro de cobre 22%	4-6 kg/ha	Polvo mojable
Mancozeb 60% + Metil tiofanato 14%	2-4 l/ha	Polvo mojable
Maneb 10% + Oxicloruro de cobre 30%	0.30-0.50%	Polvo mojable
Maneb 30% + Metil tiofanato 15%	0.40-0.60%	Suspensión concentrada
Maneb 8% + Sulfato cuprocálcico 20%	0.40-0.60%	Polvo mojable
Oxicloruro de cobre 37.5% + Zineb 15%	0.40%	Polvo mojable
Procloraz 40% + Propiconazol 9%	1.25-1.50 l/ha	Concentrado emulsionable
Tetraconazol 10%	0.03-0.05%	Concentrado emulsionable

Fuente: www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm, pag. 19¹⁴⁵

d) MAL VINOSO (*Rhizoctonia violacea*) Agente de la pudrición violácea.

Es una de las enfermedades que produce más daños, que se mantiene por mucho tiempo en el suelo; se desarrolla en forma saprofita en el resto de vegetales, en esta etapa el hongo se llama HELICOBASIDIUM PURPUREUM.¹⁴⁶

La raíz se ve envuelta por un micelio violáceo que se propaga de unas raíces a otras, por tanto se observan rodales atacados en el cultivo.

Control.

-Desinfección de la semilla.

-Diseñar un buen drenaje para evitar encharcamientos y mejora de la estructura del suelo.

¹⁴⁵ Cultivo de la Remolacha Azucarera,

<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 19, 09/10/2006

¹⁴⁶ Fitopatología Agrícola, N.F. Peresipkin, Editorial Agropromizdat. Moscú, 2000, pag. 276

-Emplear rotaciones de cultivo.¹⁴⁷

e) MAL DEL ESCLEROCIO (*Sclerocium rolfsii*).

Pertencen a los hongos imperfectos. Esta enfermedad suele aparecer en los países cálidos y terrenos ácidos; siendo su temperatura óptima de 30-35°C, deteniéndose al descender a los 20°C.

Perduran en los vegetales durante 2-3 años. Las plantas infectadas se marchitan y se secan.¹⁴⁸

Control.

-Desinfección de la semilla, especialmente si antes han aparecido algunos casos en la región.

-Arranque y quema de las plantas infectadas, haciéndolo igualmente en una franja sana, próxima a la afectada.¹⁴⁹

f) POMA (*Phoma betae*).

Aparece en el suelo con frecuencia a través de semillas infestadas atacando de preferencia a plantas débiles en su parte subterránea. Los síntomas se manifiestan en forma de manchas redondeadas con puntuaciones negras sobre las hojas.

Este hongo se desarrolla en unas condiciones de temperatura que oscilan entre los 20°C. El hongo es capaz de introducirse en los tejidos de la planta y desarrollándose en su interior.

Una semilla infectada puede presentarse normalmente sana durante el desarrollo de la planta, pero dado un momento de su ciclo, la enfermedad acaba manifestándose.

Las cosechas se reducen hasta un 30% y la cantidad de azúcar en 1.5 – 2%, también empeora la calidad de la materia prima.

¹⁴⁷ Cultivo de la Remolacha Azucarera,
<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 21, 09/10/2006

¹⁴⁸ Fitopatología Agrícola, N.F. Peresipkin, Editorial Agropromizdat. Moscú, 2000, pag. 131

¹⁴⁹ Cultivo de la Remolacha Azucarera,
<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 19, 09/10/2006

Control.

-No repetir el cultivo.

-Dejar un mayor número de plantas en el aclareo.¹⁵⁰

g) MILDIU DE LA REMOLACHA (*Peronospora schachtii*).

Pertenece al grupo de hongos inferiores del orden Peronosporales y constituye un parásito obligado de baja especialización.

Este hongo ataca las hojas enrollando sus bordes, apareciendo una eflorescencias gris-violáceas en el envés, que corresponden a la fructificación del hongo.

Control.

-Se recomienda el empleo de fungicidas a partir de las siguientes materias activas:

Tabla No. 17: Control Químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Kasugamicina 5% + Oxicloruro de cobre 45%	0.08-0.15%	Polvo mojable
Mancozeb 42%	5.50-7.50 kg/ha	Suspensión concentrada
Oxicloruro de cobre 38%	0.20-0.30%	Suspensión concentrada

Fuente: Fitopatología Agrícola, N.F. Peresipkin, Editorial Agropromizdat. Moscú, 2000, pag. 270¹⁵¹

¹⁵⁰ Fitopatología Agrícola, N.F. Peresipkin, Editorial Agropromizdat. Moscú, 2000, pag. 269

¹⁵¹ Fitopatología Agrícola, N.F. Peresipkin, Editorial Agropromizdat. Moscú, 2000, pag. 270

ANEXO No. 7

VIRUS

a) AMARILLEZ VIRÓTICA.

Esta enfermedad es originada por un virus que se propaga por medio de pulgones y, de modo especial, por el pulgón negro de las habas, que es muy frecuente en la remolacha y que transmite la enfermedad de una plantas a otras.

Los síntomas aparecen en verano mediante una coloración amarillenta en las hojas, aunque estos síntomas se pueden confundir con otras clorosis parecidas. No obstante, esta clorosis está originada por un virus que comienza a amarillear las hojas desde las puntas hasta completar todo el limbo. La hoja se vuelve rígida y gruesa y al romperse hace un crujido muy característico.

Los daños ocasionados producen una pérdida de peso de la raíz y del porcentaje de azúcar.

Control.

-Combatir los pulgones.

-Si aparece la enfermedad arrancar y quemar las plantas atacadas, para que no sean foco de infección.¹⁵²

b) RIZOMANÍA.

Es una enfermedad producida por el virus *Beet Necrotic Yellow Vein Virus* (BNYVV), transmitido por un hongo (*Polymyxa betae*) que vive en las plantas quenopodiáceas y se propaga mediante el agua de riego. Otra transmisión de la enfermedad son los hongos de la especie *Chenopodioceal*.

Los síntomas que aparecen en la planta son muy diversos, las hojas se vuelven

¹⁵² Cultivo de la Remolacha Azucarera,
<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 22, 09/10/2006

pálidas o amarillentas con los peciolos alargados y las hojas más afiladas. También afecta a la raíz, que aparece como una cabellera con numerosas raicillas finas con abultamientos.

Los daños son más severos si la enfermedad aparece más temprana, pues puede alcanzar la podredumbre total de la raíz por otros patógenos y el rendimiento de la cosecha descendería entre un 40 y 70%.

Control.

- Utilizar variedades tolerantes.
- Adelantar la siembra.
- Rotación de cultivos.¹⁵³

c) MOSAICO

El agente de esta enfermedad es Beet Mosaic Virus. Se caracteriza por la aparición en las hojas de manchas de forma variada de colores vivos. Las hojas se arrugan. Los síntomas se enmarcarán bajo temperaturas mayores a 21 y menores a 10°C.

El número de cloroplastos disminuye, se desarrollan procesos necróticos en las células de empalizada.

La cosecha disminuye el 1er año de 5-7%, la cantidad de azúcar en 0.4- 1.7%. En las remolachas del 2do año las pérdidas pueden alcanzar de 15-20%.¹⁵⁴

¹⁵³ Fitopatología Agrícola, N.F. Peresipkin, Editorial Agropromizdat. Moscú, 2000, pag. 280-281

¹⁵⁴ Fitopatología Agrícola, N.F. Peresipkin, Editorial Agropromizdat. Moscú, 2000, pag. 280

ANEXO No. 8

DEFICIENCIA DE NUTRIENTES

a) MAL DEL CORAZÓN.

Se trata de una enfermedad carencial, que aparece si falta boro en el suelo o en los fertilizantes; suele presentarse en verano y sus síntomas son los siguientes: la parte central de la hoja se seca, ennegrece y acaba descomponiéndose. La enfermedad se transmite desde las hojas hasta la raíz en su parte central que acaba por originar también la pudrición.

Control.

-Para evitar esta carencia debe emplearse 20 kg/ha de borax.¹⁵⁵

b) FALTA DE N₂.

Produce una detención del crecimiento del tubérculo, las hojas adquieren color verde pálido, se hacen gruesas y toscas. El amarillamiento se inicia en la parte central (nervadura) de la hoja, muchas hojas mueren y se forman tubérculos pequeños.

c) FALTA DE P₄

Detiene el crecimiento vegetal, se forman hojas pequeñas de color verde oscuro, en las hojas maduras en las puntas aparecen manchas pardas – oscuras. Estas hojas se secan.

d) FALTA DE K

Al inicio de la vegetación se produce un crecimiento acelerado de las hojas, la lámina foliar se hace delgada y ondulada con extremos enrollados. Posteriormente en los extremos aparecen manchas pardo oscuras o grises, razón por la que a la enfermedad se denomina necrosis foliar Terminal. Luego las manchas aparecen en el centro foliar y finalmente en el pedúnculo foliar y la hoja muere. Bajo un déficit de K, las raíces son pequeñas con raíces laterales de poco desarrollo.

¹⁵⁵ Cultivo de la Remolacha Azucarera,
<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/remolachaazucarera.htm>, pag 21, 09/10/2006

e) FALTA DE B

Produce la muerte del punto de crecimiento y de las partes jóvenes de la planta, las hojas jóvenes, se marchitan, ennegrecen y mueren. Las hojas adultas se llenan de manchas pardas y mueren. La deficiencia de B favorece la aparición de la pudrición seca.¹⁵⁶

f) CLOROSIS

Se caracteriza por el amarillamiento de las hojas como consecuencia de la débil formación o destrucción de la clorofila. Las causas pueden ser:

- Insuficiencia de algunas sustancias nutritivas como: N, Mn, Mg, Fe.
- Mala aireación del suelo
- Enfermedades virales
- Lesiones de las raíces¹⁵⁷

g) ALBICACIÓN

Esta enfermedad esta relacionada con alteraciones genéticas de las plantas. Se caracteriza por las apariencias en las hojas y tallos de manchas blancas lechosas. En las células, tejidos esta ausente la clorofila y otros pigmentos.

La enfermedad puede transferirse a la descendencia, en las plantas de remolacha del 2do año las manchas aparecen en los tallos y flores.¹⁵⁸

h) PLATEADO

Cuando se alternan días fríos y lluviosos con días cálidos y soleados, en las hojas, especialmente en la parte inferior aparece un brillo blanco plateado, como resultado de la muerte de las células ubicadas bajo la epidermis y su posterior saturación con aire. Las hojas se marchitan y las plantas se mueren.¹⁵⁹

¹⁵⁶ Fitopatología agrícola. Peresipkin V. F. Agropromizdat. Moscú. 1999, páginas 267-284

¹⁵⁷ Fitopatología Agrícola, N.F. Peresipkin, Editorial Agropromizdat. Moscú, 2000, pag. 281

¹⁵⁸ Fitopatología Agrícola, N.F. Peresipkin, Editorial Agropromizdat. Moscú, 2000, pag. 281-282

¹⁵⁹ Fitopatología Agrícola, N.F. Peresipkin, Editorial Agropromizdat. Moscú, 2000, pag. 282

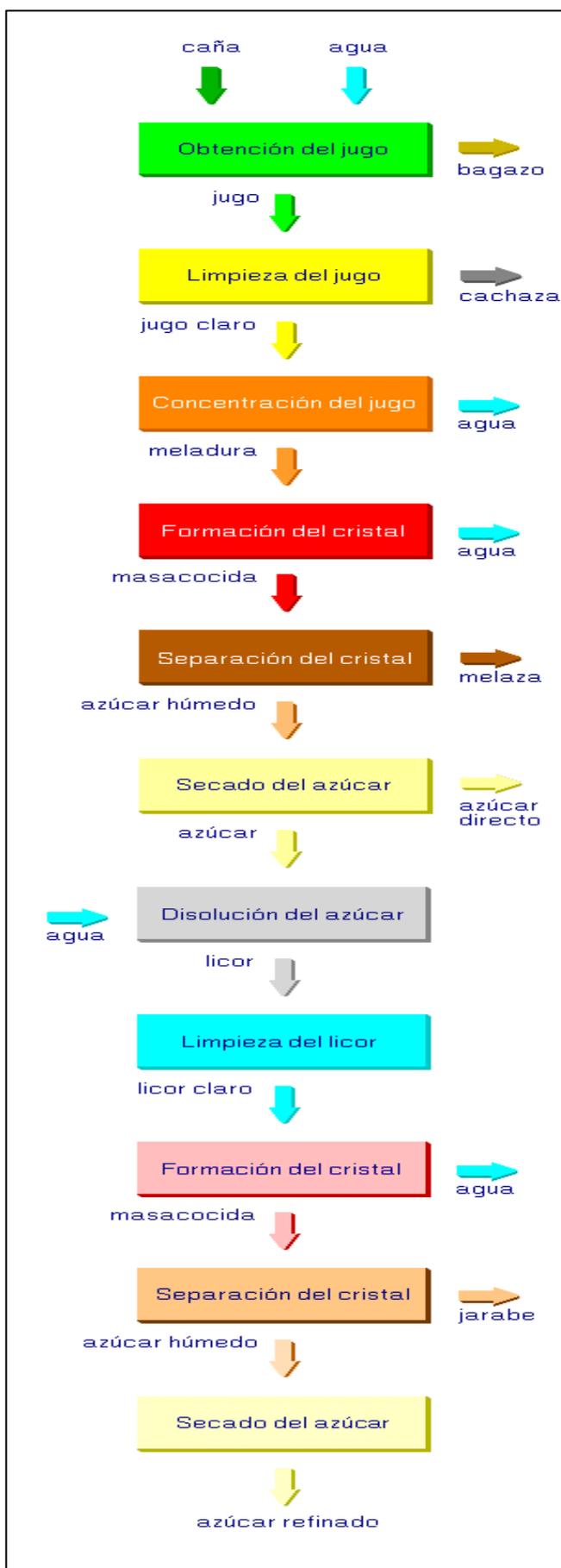
ANEXO No. 9**Foto No. 1: Ingenio San Carlos**

Fuente: Ingenio Azucarero, www.ingeniosancarlos.com.co/procesop.php, pag 1

ANEXO No. 10

Cuadro No.1

Diagrama del Proceso
de fabricación del
Azúcar de Caña¹⁶⁰

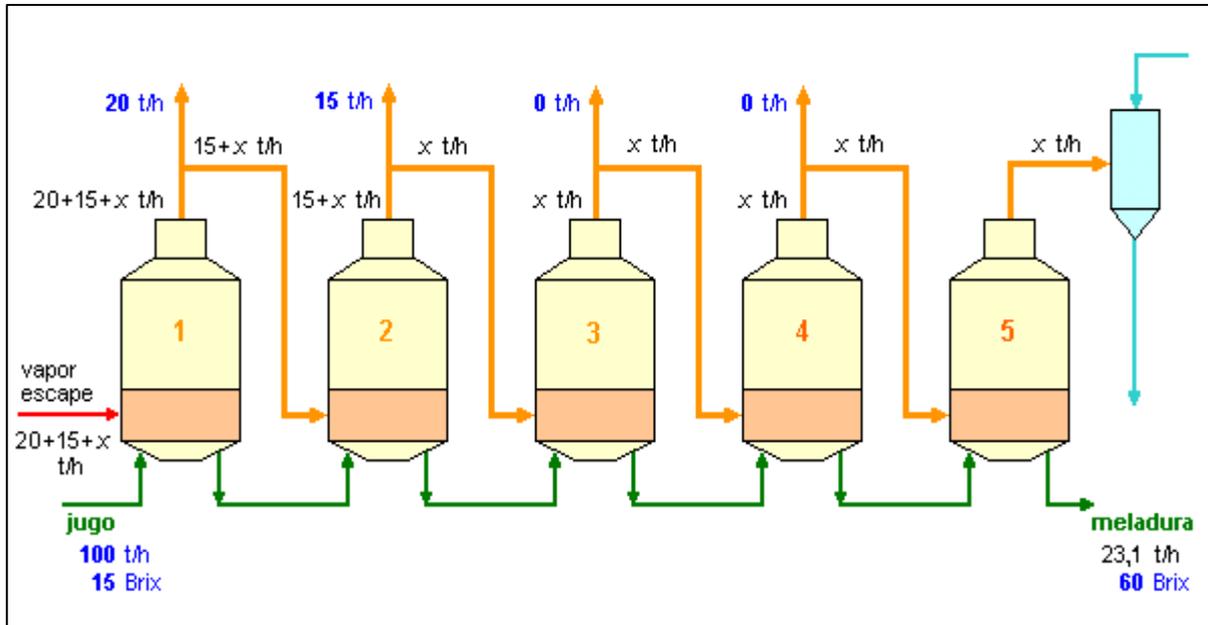


Fuente: Fabricación del azúcar de caña, <http://www.perafan.com/ea02fabr.html>, Pág. 2

¹⁶⁰ Fabricación del azúcar de caña, <http://www.perafan.com/ea02fabr.html>, Pág. 2, 28/01/07

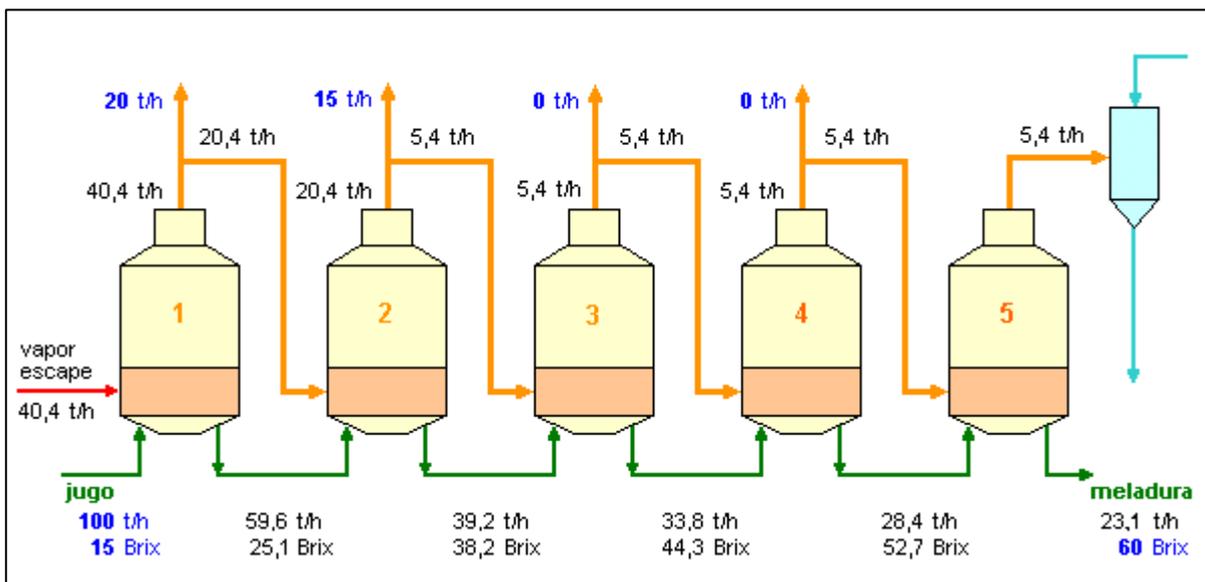
ANEXO No. 11

Figura No. 5: Balance de Evaporación

Fuente: <http://www.perafan.com/ea02basi.html>, Pág. 2

ANEXO No.12

Figura No. 6: Balance de Vapor

Fuente: <http://www.perafan.com/ea02basi.html>, Pág. 3

ANEXO No. 13

Foto No. 2: Vista cultivos de caña

Fuente: La Caña de Azúcar, <http://www.coopetvictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 1.
ANEXO No. 14

Foto No. 3: Romana principal

Fuente: La Caña de Azúcar, <http://www.coopetvictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 2.
ANEXO No. 15

Foto No. 4: Extracción muestra de caña

Fuente: La Caña de Azúcar, <http://www.coopetvictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 3.

ANEXO No. 16

Foto No. 5: Vista zona de descarga

Fuente: La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 4.

ANEXO No. 17

Foto No. 6: Vista Proceso de preparación

Fuente: La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 5.

ANEXO No. 18

Foto No. 7: Masa superior Molino 2

Fuente: La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 6.

ANEXO No. 19

Foto No. 8: Conductor de bagazo

Fuente: La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 7.

ANEXO No. 20

Foto No. 9: Sulfatación – Alcalización

Fuente: La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 8.

ANEXO No. 21

Gráfico No. 10: Calentadores

Fuente: La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 9.

ANEXO No. 22

Gráfico No. 11: Clarificador de Meladura

Fuente: La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 10.

ANEXO No. 23

Gráfico No.12: Filtro de Cachaza

Fuente: La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 11.

ANEXO No. 24

Gráfico No. 13: Evaporador

Fuente: La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 12.

ANEXO No. 25

Gráfico No. 14: Cristalizador

Fuente: La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 13.

ANEXO No. 26

Gráfico No. 15: Centrífuga

Fuente: La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 14.

ANEXO No. 27

Gráfico No. 16: Secadora de azúcar

Fuente: La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 15.

ANEXO No. 28

Gráfico No. 17: Empacadora

Fuente: La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 16.

ANEXO No. 29

Gráfico No. 18: Comercialización

Fuente: La Caña de Azúcar, <http://www.coopevictoria.com/victoria/producto2.htm>, pag. 16.

Anexo No. 30

Foto No. 19: CO₂

Foto No. 20: Recipiente



Foto No. 21: Manguera de gas



Foto No. 22: Lezna calentada



Anexo No. 31

Documento de importación

CORPORACION ADUANERA ECUATORIANA
GERENCIA DISTRITAL - CORREO
QUITO - ECUADOR



DECLARACION ADUANERA SIMPLIFICADA

Fecha: Quito, 13 de Sep 2007
 Nombres y Apellidos: Carolina Olaveo
 Cédula No. 040038352-7
 Pasaporte No. _____ Nº **067691**
 R.U.C.No. _____
 Vuelo No. _____ Compañía 074896

LIQUIDACION						
BULTOS	PESO Kg/lbs.		VALOR US \$	ARANCEL	TARIFA	DERECHOS ARANCELARIOS
1	3.8	Degalos	10	9999999999	30 de Fol.	8.16
		Nete	30			0.20
		Logu	0.80			
		GIF	40.80			
SUBTOTAL \$						8.36
TASA DE CAMBIO						
12 % IVA						5.89
ICE						
TOTAL A PAGAR \$						14.25
 USUARIO			 FUNCIONARIO DE ADUANAS			

DICOSEGRAF: FEBRES CORDERO 504 Y CORONEL * TELF.: 2403055

USUARIO

Anexo No. 32

Foto No. 23: Remolacha azucarera



Anexo No. 33

Foto No. 24: Remolacha cortada



Anexo No. 34

Foto No. 25: Molienda de remolacha



Anexo No. 35

Foto No. 26: Filtración con gasa



Anexo No. 36

Foto No. 27: Bagazo



Anexo No. 37

Foto No. 28: 75ml de PAC



Anexo No. 38

Foto No. 29: Carbonatación



Anexo No. 39**Foto No. 30: Recogimiento de pectinas****Anexo No. 40****Foto No. 31: Cocción del líquido de difusión****Anexo No. 41****Foto No. 32: Masa pastosa****Anexo No. 42****Foto No. 33: Proceso de evaporación**

Anexo No. 43

Foto No. 34: Gasa



Anexo No. 44

Foto No. 35: Algodón



Anexo No. 45

Foto No. 36: Carbón Activado



Anexo No. 46

Foto No. 37: Arena Blanca



Anexo No. 47

Foto No. 38: Corte



Anexo No. 48

Foto No. 39: Cocción



Anexo No. 49

Foto No. 40: Molienda



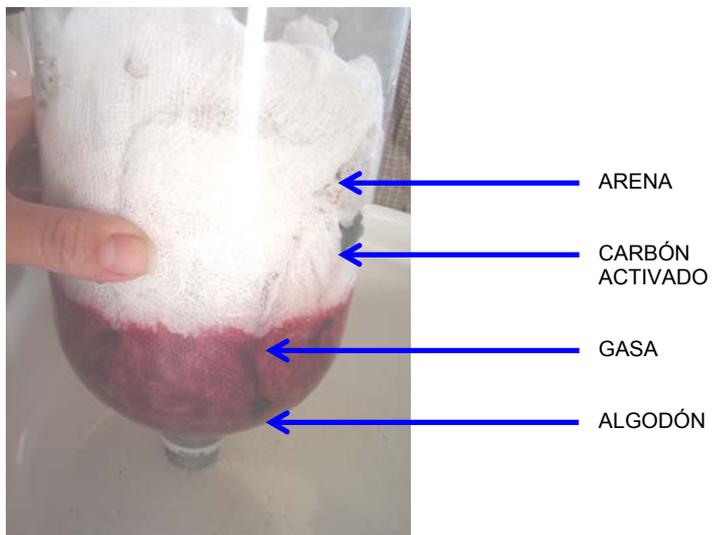
Anexo No. 50

Foto No. 41: Filtro por algodón



Anexo No. 51

Foto No. 42: Filtro Compuesto



Anexo No. 52

Foto No. 43: Evaporación



Anexo No. 53

ANÁLISIS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS



LABORATORIO DE ALIMENTOS
INFORME DE RESULTADOS

INF-LAB-AL-11452
ORDEN DE TRABAJO No 17861

SOLICITADO POR:	Cristina Santana
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	Guepi E6 135 y Seimour
MUESTRA DE:	Alimento
DESCRIPCIÓN:	Ázucar Morena de Remolacha
LOTE:	-----
FECHA DE ELABORACIÓN:	19/12/07
FECHA DE VENCIMIENTO:	-----
No. DE MUESTRAS:	1
FECHA DE RECEPCIÓN:	20/12/2007
HORA DE RECEPCIÓN:	09:33
FECHA DE ANÁLISIS:	20,21,22/12/2007
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	26/12/2007
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	Característico
OLOR:	Característico
ESTADO:	Sólido
Contenido encontrado: 50 g	Contenido declarado: 50 g
OBSERVACIONES:	
Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.	
MUESTREO POR:	El Cliente

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Proteína (factor 6.25)	g/100 g	10.17	MAL-04
Grasa	g/100 g	0.00	MAL-03
Humedad	g/100 g	6.73	MAL-13
Cenizas	g/100 g	8.83	MAL-02
*Fibra	g/100 g	0.00	MAL-50
*Carbohidratos	g/100 g	74.26	Cálculo
*Energía	Kcal/100 g	337.7	Cálculo
*Vitamina A	UI/100 g	4.33	HPLC
*Vitamina E	mg/100 g	0.062	HPLC
*Vitamina D	UI/100 g	0.62	HPLC
*Ácido Fólico	mg/100 g	0.076	HPLC
Hierro	mg/Kg	52.6	MAL-23
*Fósforo	mg/100 g	427.31	MAL-24



(*) PARÁMETROS NO ACREDITADOS BAJO LA NORMA NTE INEN-ISO/IEC 17025:2005
ENSAYOS No OAE LEI C 04-00



Dr. Bladimir Acosta
LABORATORIO DE ALIMENTOS

IMPORTANTE PARA EL USUARIO: Exija el original. La Facultad no se responsabiliza por documentos fotocopiados.
Dirección: Francisco Viteri s/n y Gato Sobral Telefax directo: 3216-740 Troncal: 502-262 502-456 Ext. 12
E-mail: facquim@andinet.net Quito - Ecuador RAL-4.1-05

Anexo No. 54**Foto No. 44: Azúcar de Remolacha****Anexo No. 55****Foto No. 45: Solubilidad en agua tibia****Anexo No. 56****Foto No. 46: Solubilidad en agua fría**

Anexo No. 57

Plataforma de Landfarming las características son:

1. Área total 60 metros cuadrados.
2. Canales perimetrales de 30 cm de ancho y 30 de profundidad con rejas
3. Tanque de recolección de lixiviados (2 de 50x50x50cm), con su respectiva tapa metálica.
4. Techo de zinc.
5. Piso de hormigón con inclinación de 1.5 grados.
6. Señalización de seguridad (pintado).
7. Pared posterior de 1.70 de altura.

Foto No. 47: Plataforma de Landfarming



Foto No. 48: Plataforma de Landfarming



ANEXO NO. 58

MATRIZ DE OPERACIONALIDAD DE VARIABLES

- **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:** ¿Es posible diseñar un proceso tecnológico de extracción de azúcar de remolacha con cualidades organolépticas comerciales para el consumo humano en el barrio Jipijapa?
- **IDEA A DEFENDER:** El nuevo proceso de extracción ayudará a conservar los nutrientes naturales de la remolacha azucarera para el beneficio de la salud humana.
- **VARIABLE INDEPENDIENTE:** Proceso tecnológico de extracción
- **VARIABLE DEPENDIENTE:** Cualidades organolépticas

CUADRO No 2

VARIABLE INDEPENDIENTE: Proceso Tecnológico de Extracción

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems básicos	Instrumentos
<p>El proceso es:</p> <p>Secortó en pedazos cuadrados la remolacha, estos fueron colocados en una olla, Se adicionó un litro de agua pura y se hirvió durante 15-20min. Los trozos de remolacha cocida fueron molidos finamente con ayuda de una cuchara o pistilo. La masa de color oscuro se filtró a través de un embudo que contiene algodón. Posteriormente la solución obtenida pasó a través de un filtro compuesto de gasa, algodón, carbón activado y una fina capa de arena lavada. El líquido filtrado se lo colocó en una olla a baño maría donde se evaporó hasta la aparición de cristales transparentes. Se logró la formación de cristales libres de melasa. Además la fase semilíquida tenía un color rojo claro brillante, de buen sabor y extremadamente dulce.</p>	- Conocimientos	<ul style="list-style-type: none"> - Actitudes - Nivel cultural - Sexo - Edad 	<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento del proceso del blanqueado del azúcar. - Consecuencias del consumo del azúcar. 	<p>Encuesta</p> <p>Encuesta</p>

CUADRO No 3
VARIABLE DEPENDIENTE: Cualidades Organolépticas

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems básicos	Instrumentos
- Las cualidades organolépticas más sobresalientes del consumo del azúcar de remolacha son que sus componentes son inofensivos, evitan las caries, contienen ácido fólico, ayuda a la digestión, previene la diabetes, da energía sana, es anticancerígeno, previene enfermedades del corazón, evita el estreñimiento, entre otras.	- Conocimientos	- Actitudes - Comportamiento - Percepción del producto	- Consumo excesivo del azúcar común. - Beneficios del consumo del azúcar de remolacha para mantener una buena salud	Encuesta Encuesta

CUADRO No 4

CARACTERIZACIÓN DE INSTRUMENTOS

Instrumento	Objetivos	Tipo de Instrumento	Variables	Tipo de Preguntas	Cantidad de preguntas
Encuesta probando el azúcar de remolacha	- Determinar el conocimiento del producto y según su sabor la factibilidad del consumo	Encuesta	- Proceso tecnológico de extracción. - Cualidades organolépticas.	Cerradas	14
Encuesta sin probar el azúcar de remolacha	- Determinar el conocimiento sobre el azúcar de remolacha y sus cualidades para la salud.	Encuesta	- Proceso tecnológico de extracción. - Cualidades organolépticas	Cerradas	14

CUADRO No 5

ESPECTRO DE INDICADORES

Instrumento	INDICADORES						
	Conocimientos	Proceso	Costumbres	Nivel Cultural	Género	Edad	Percepción del producto
Encuesta probando el azúcar de remolacha	6 – 7 – 8 – 9 – 10 – 13	7 – 9	4 – 5 – 12 – 13	2	1	3	10 – 11 – 14
Encuesta sin probar el azúcar de remolacha	6 – 7 – 8 – 9 – 10 – 13	7 – 9	4 – 5 – 12 – 13	2	1	3	10 – 11 – 14

ANEXO No. 59

ENCUESTA PARA MEDIR LA ACEPTACIÓN DEL CONSUMO DEL AZÚCAR DE REMOLACHA EN EL BARRIO DE LA JIPIJAPA

Buenos días/tardes

Estamos trabajando en un estudio que servirá para determinar la aceptación del consumo del azúcar de remolacha en los y las habitantes del barrio de la Jipijapa de la ciudad de Quito.

Para contestar cada una de las preguntas le sugerimos leer cuidadosamente y elegir dentro de las opciones la más importante para usted; pero si cree que existen varias jerarquice con un numeral según el orden de importancia en el cuadro correspondiente.

Su información es confidencial y anónima.

Gracias su colaboración

1. Sexo:

Femenino.....

Masculino.....

2. Nivel de instrucción

Postgrado.....

Superior.....

Media.....

Básica.....

Ninguna.....

3. Marque su edad según corresponda:

De 25 a 29 años.....

De 30 a 34 años.....

De 35 a 39 años.....

De 40 a 44 años.....

De 45 a 49 años.....

De 50 a 54 años.....

4. ¿Le gusta consumir bebidas bien dulces?

Poco.....

Mucho.....

Nada.....

5. Consume postres todos los días

Poco.....

Mucho.....

Nada.....

6. Conoce los problemas que ocasiona el consumo excesivo de azúcar?

Poco.....

Mucho.....

Nada.....

7. Conoce el proceso del blanqueado del azúcar

Si.....

No.....

8. Ha escuchado sobre el azúcar de la remolacha

Si.....

No.....

9. ¿De entre los beneficios del azúcar de remolacha cuál le interesaría?

Los componentes del proceso son inofensivos.....

Su consumo evita las caries.....

Contiene ácido fólico.....

Ayuda a la digestión.....

Previene la diabetes.....

Su consumo le da energía sana....

Su consumo es anticancerígeno....

Su consumo previene enfermedades del corazón.....

Evita el estreñimiento.....

10. ¿Le gustaría conocer más sobre sus beneficios?

Si.....

No.....

11. Luego de conocer sus beneficios le interesaría consumir azúcar de remolacha?

Si.....

No.....

12. ¿Qué endulzante consume?

Azúcar blanca.....

Azúcar morena.....

Panela.....

Azúcar dietética.....

Miel.....

13. El azúcar que consume la prefiere por:

Precio.....

Nutrientes.....

Costumbre.....

14. ¿Estaría dispuest@ a cambiar su endulzante por el azúcar de remolacha?

Si.....

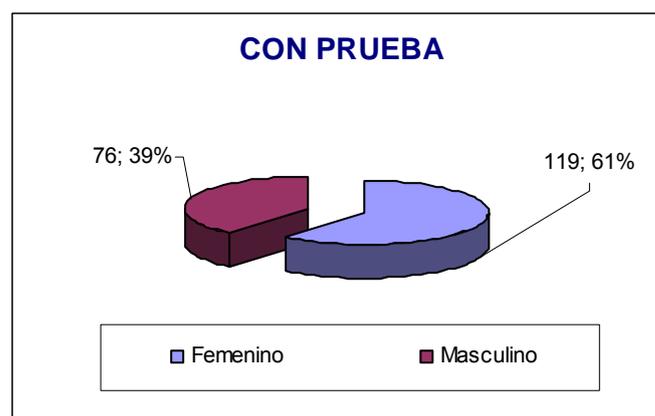
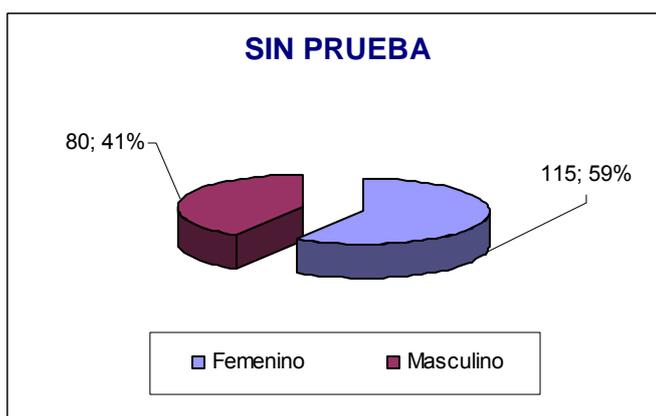
No.....

ANEXO No. 60

TABULACIÓN ESTADÍSTICA

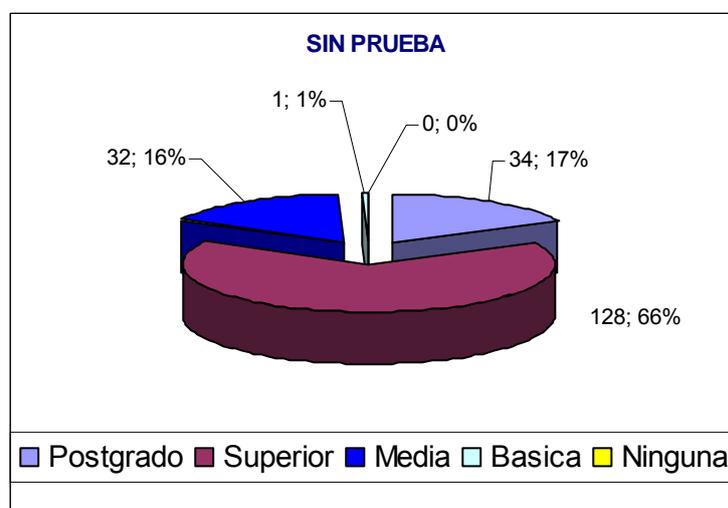
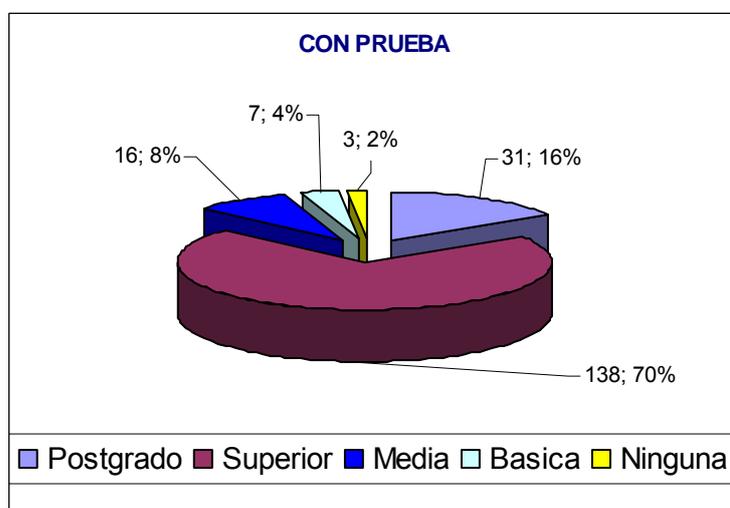
Pregunta 1: Género del encuestado

COD	OPCIÓN	FRECUENCIA	
		CON PRUEBA	SIN PRUEBA
0	Femenino	119	115
1	Masculino	76	80
TOTAL		195	195



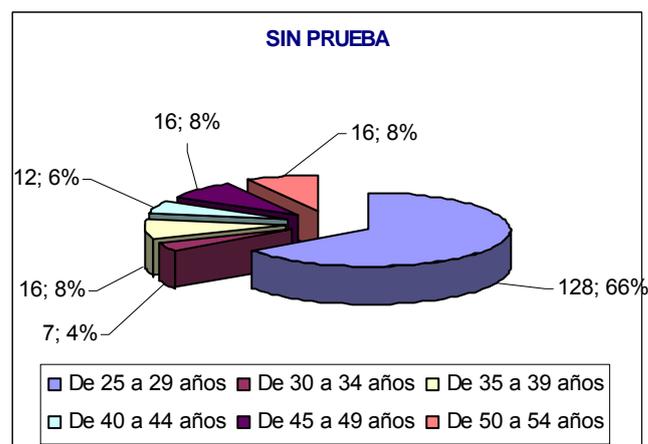
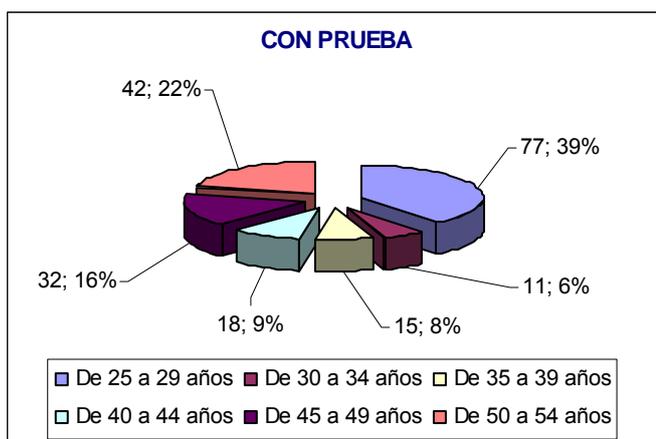
Pregunta 2: Nivel de Instrucción del Encuestado

COD	OPCIÓN	FRECUENCIA	
		CON PRUEBA	SIN PRUEBA
0	Postgrado	31	34
1	Superior	138	128
2	Media	16	32
3	Basica	7	1
4	Ninguna	3	0
TOTAL		195	195



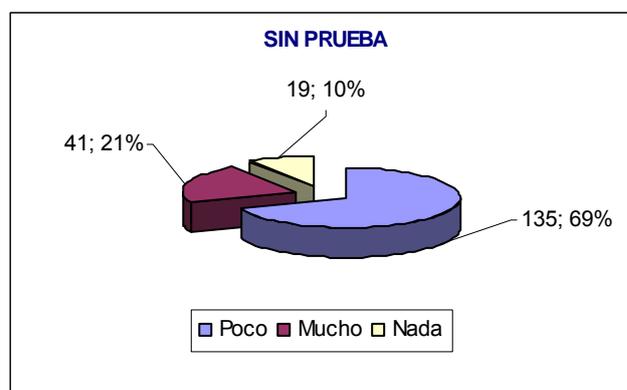
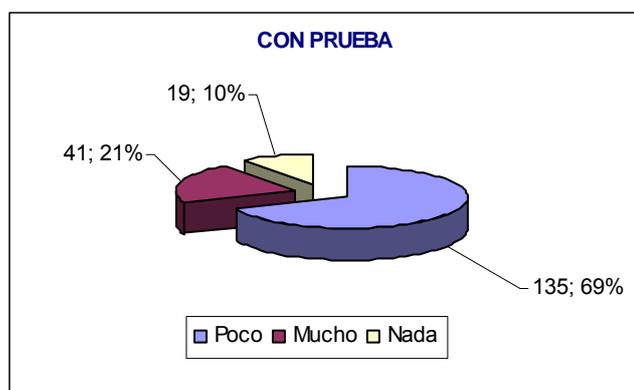
Pregunta 3: Edad del Encuestado

COD	OPCIÓN	FRECUENCIA	
		CON PRUEBA	SIN PRUEBA
0	De 25 a 29 años	77	128
1	De 30 a 34 años	11	7
2	De 35 a 39 años	15	16
3	De 40 a 44 años	18	12
4	De 45 a 49 años	32	16
5	De 50 a 54 años	42	16
TOTAL		195	195



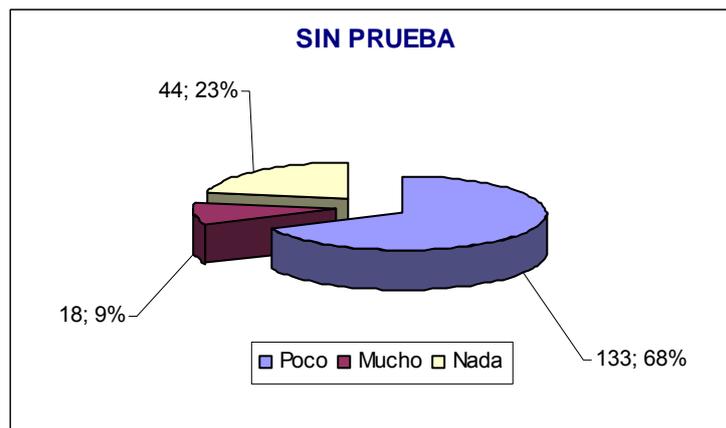
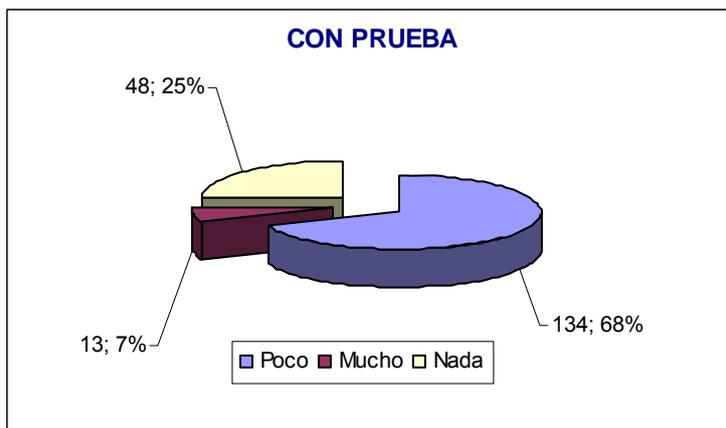
Pregunta 4: Le gusta consumir bebidas bien dulces al encuestado

COD	OPCIÓN	FRECUENCIA	
		CON PRUEBA	SIN PRUEBA
0	Poco	135	135
1	Mucho	41	41
2	Nada	19	19
TOTAL		195	195



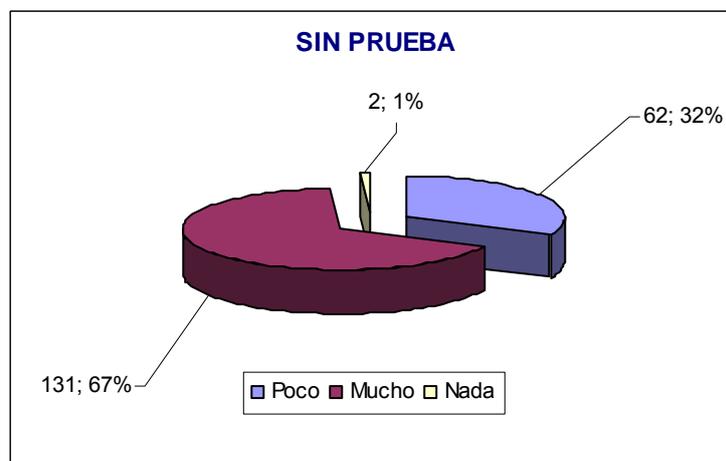
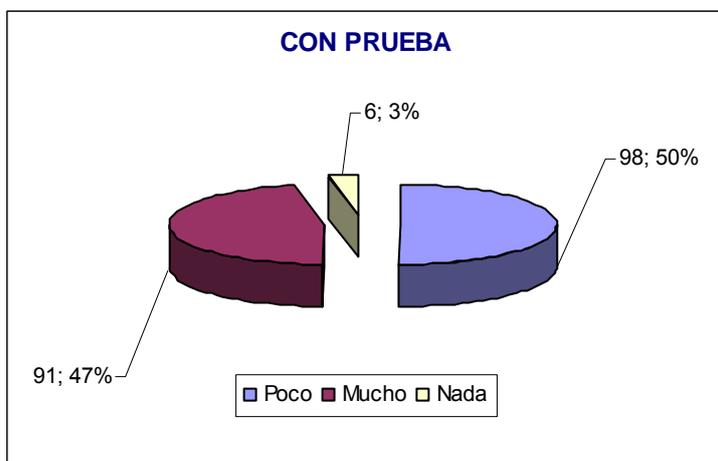
Pregunta 5: Consume postre todos los días el encuestado

COD	OPCIÓN	FRECUENCIA	
		CON PRUEBA	SIN PRUEBA
0	Poco	134	133
1	Mucho	13	18
2	Nada	48	44
TOTAL		195	195



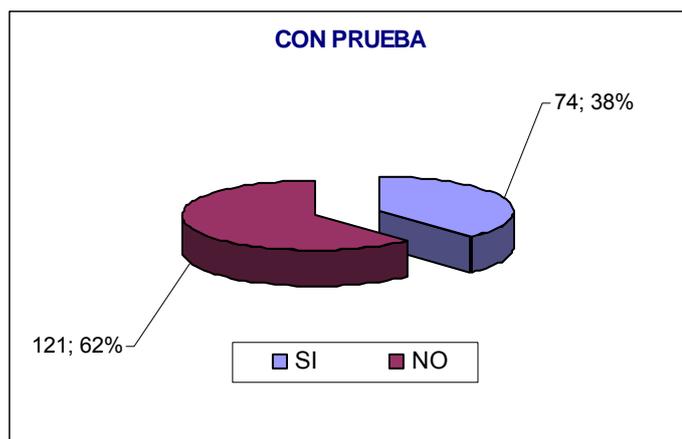
Pregunta 6: El encuestado conoce los problemas que ocasiona el consumo excesivo de azúcar

COD	OPCIÓN	FRECUENCIA	
		CON PRUEBA	SIN PRUEBA
0	Poco	98	62
1	Mucho	91	131
2	Nada	6	2
TOTAL		195	195



Pregunta 7: Conoce el proceso del blanqueado del azúcar el encuestado

COD	OPCIÓN	FRECUENCIA	
		CON PRUEBA	SIN PRUEBA
0	SI	74	66
1	NO	121	129
TOTAL		195	195



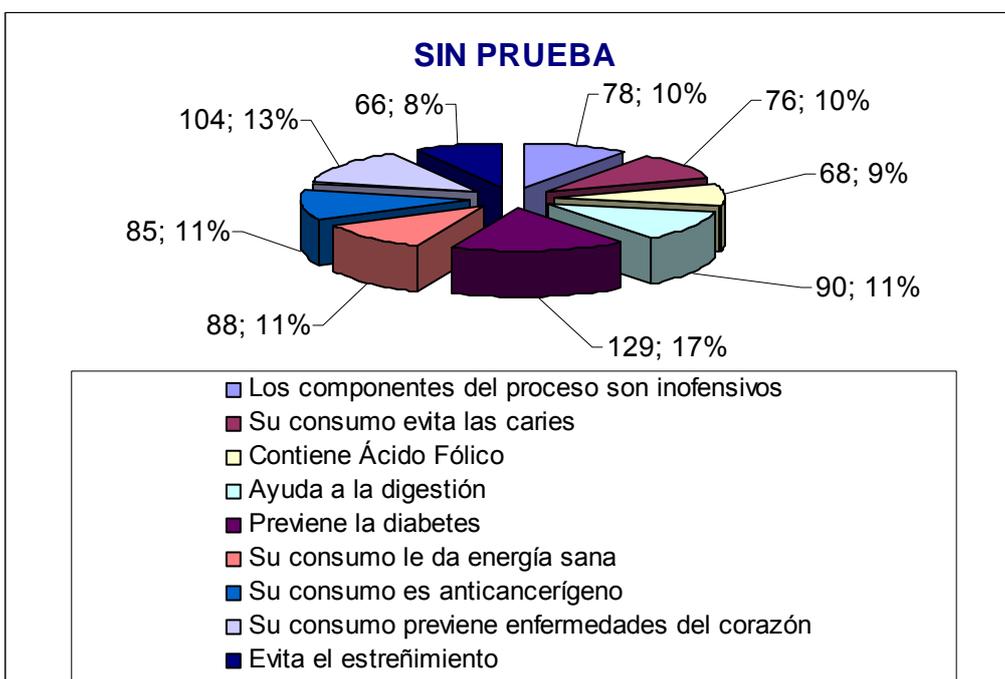
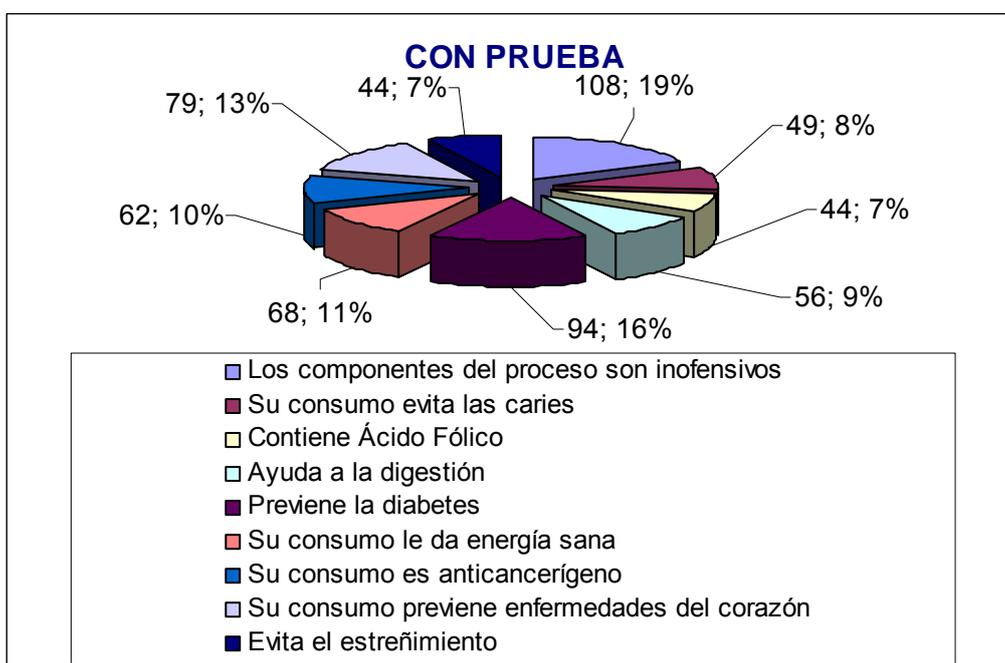
Pregunta 8: Ha escuchado sobre el azúcar de remolacha el encuestado

COD	OPCIÓN	FRECUENCIA	
		CON PRUEBA	SIN PRUEBA
0	SI	102	90
1	NO	93	105
TOTAL		195	195



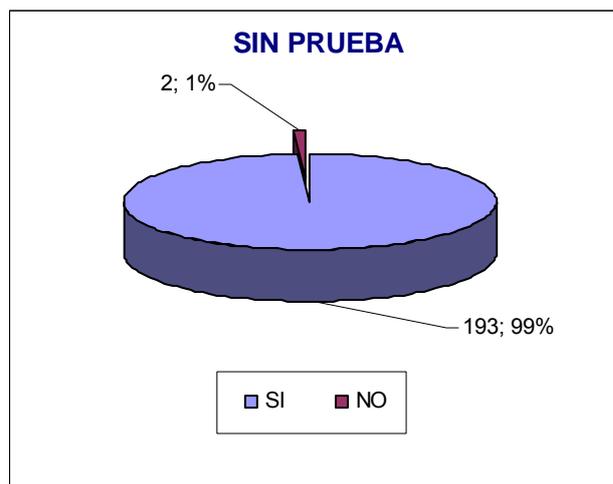
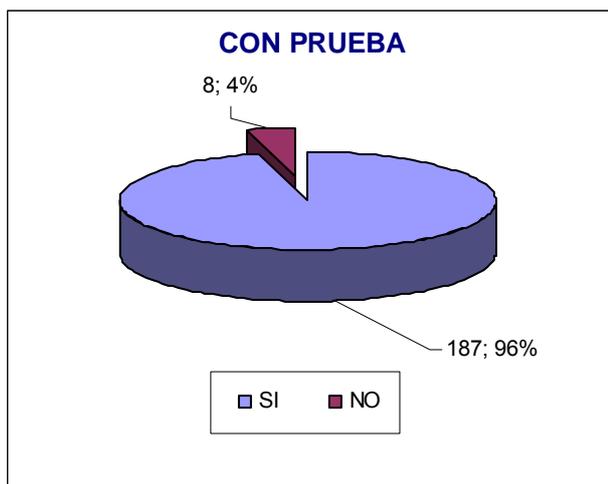
Pregunta 9: Cuál de los beneficios del azúcar de remolacha le interesa más al encuestado

COD	OPCIÓN	FRECUENCIA	
		CON PRUEBA	SIN PRUEBA
0	Los componentes del proceso son inofensivos	108	78
1	Su consumo evita las caries	49	76
2	Contiene Ácido Fólico	44	68
3	Ayuda a la digestión	56	90
4	Previene la diabetes	94	129
5	Su consumo le da energía sana	68	88
6	Su consumo es anticancerígeno	62	85
7	Su consumo previene enfermedades del corazón	79	104
8	Evita el estreñimiento	44	66
TOTAL		604	784



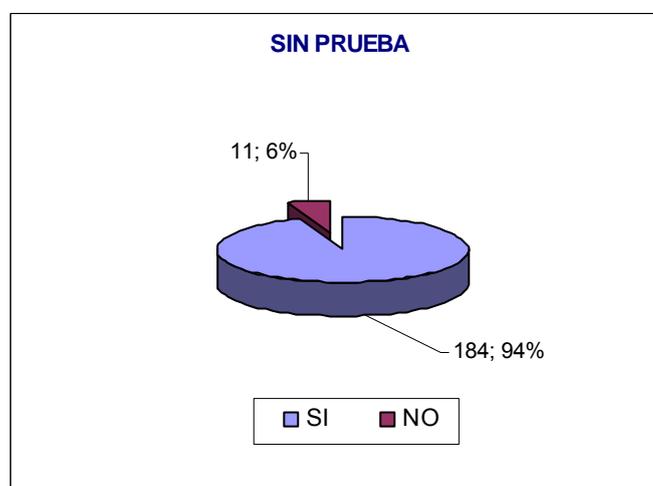
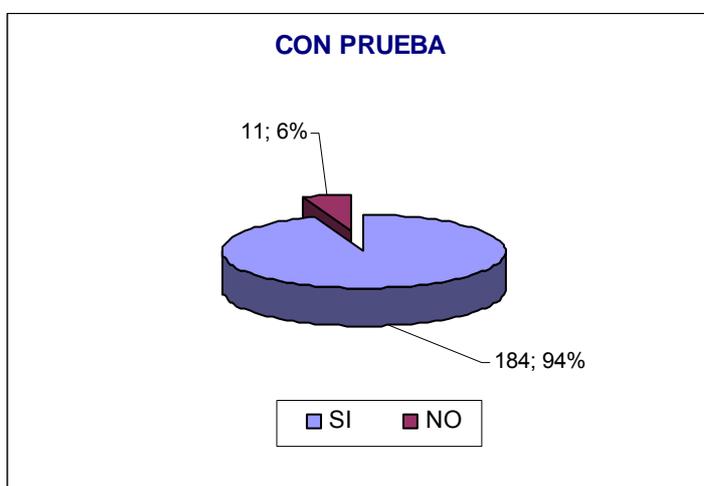
Pregunta 10: Al encuestado le gustaría conocer más sobre los beneficios del azúcar de remolacha

COD	OPCIÓN	FRECUENCIA	
		CON PRUEBA	SIN PRUEBA
0	SI	187	193
1	NO	8	2
TOTAL		195	195



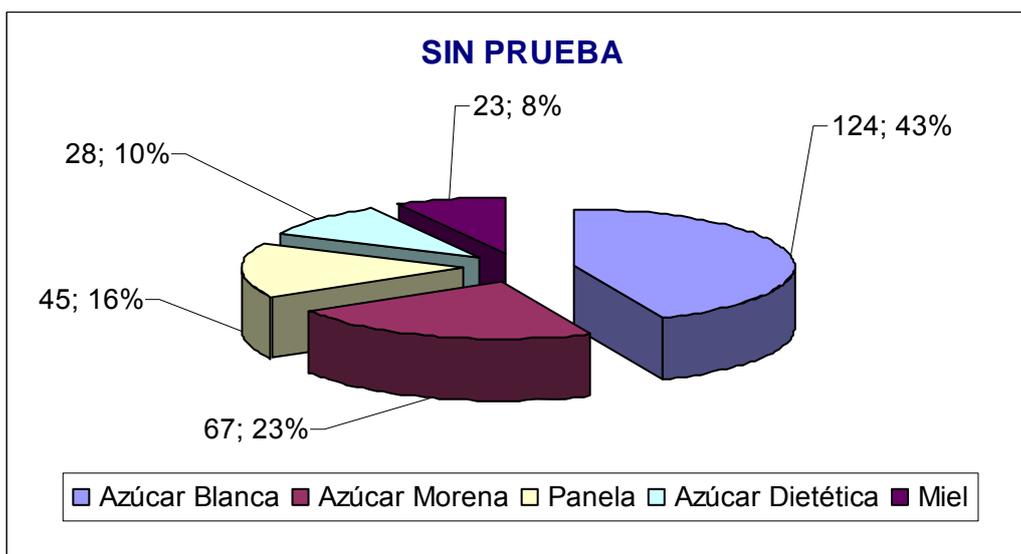
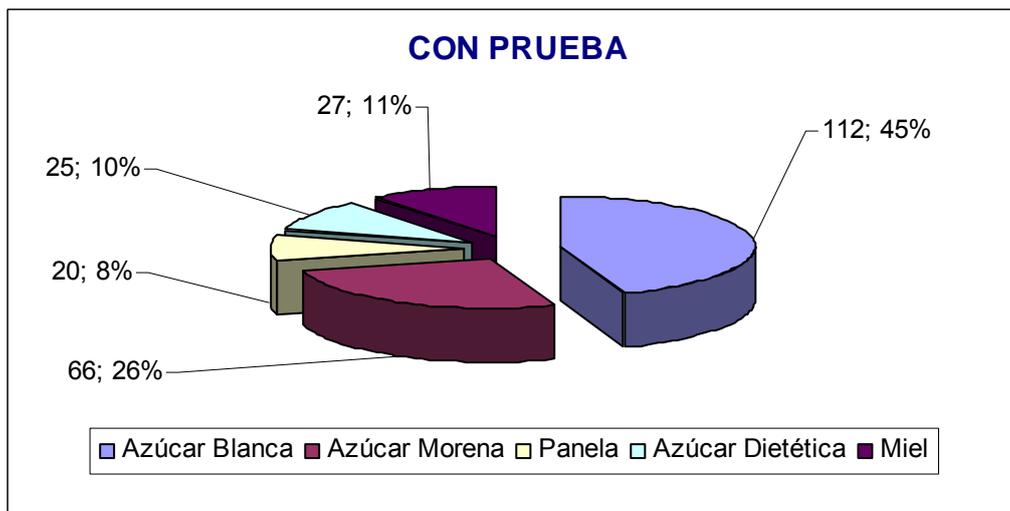
Pregunta 11: El encuestado luego de conocer los beneficios del azúcar de remolacha le interesaría consumir

COD	OPCIÓN	FRECUENCIA	
		CON PRUEBA	SIN PRUEBA
0	SI	184	184
1	NO	11	11
TOTAL		195	195



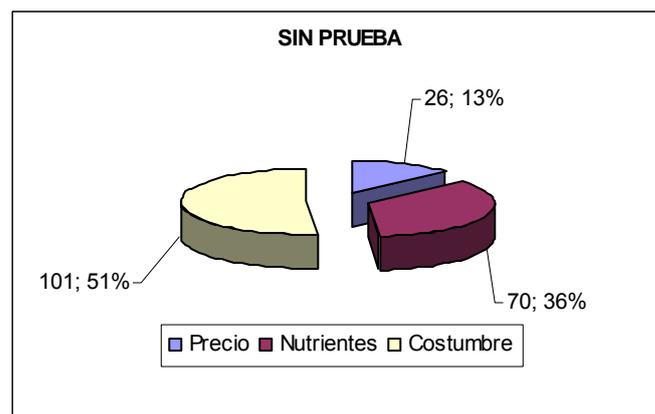
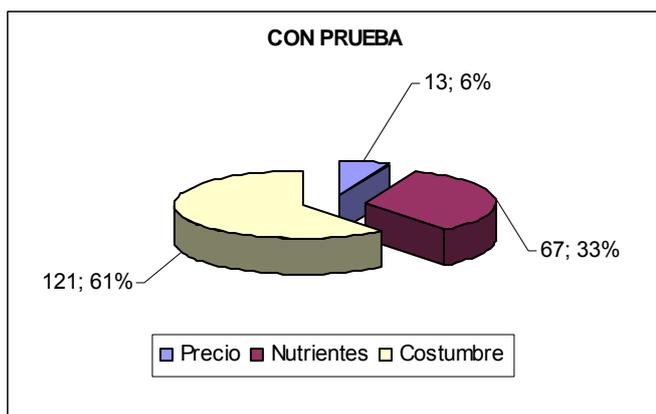
Pregunta 12: Que endulzante consume el Encuestado

COD	OPCIÓN	FRECUENCIA	
		CON PRUEBA	SIN PRUEBA
0	Azúcar Blanca	112	124
1	Azúcar Morena	66	67
2	Panela	20	45
3	Azúcar Dietética	25	28
4	Miel	27	23
TOTAL		250	287



Pregunta 13: El azúcar que consume el Encuestado la prefiere por:

COD	OPCIÓN	FRECUENCIA	
		CON PRUEBA	SIN PRUEBA
0	Precio	13	26
1	Nutrientes	67	70
2	Costumbre	121	101
TOTAL		201	197



Pregunta 14: El encuestado estaría dispuesto a cambiar su endulzante por el azúcar de remolacha

COD	OPCIÓN	FRECUENCIA	
		CON PRUEBA	SIN PRUEBA
0	SI	165	162
1	NO	30	33
TOTAL		195	195

