



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
COLEGIO DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

**“MUESTREO DE JUGOS, MELADURAS Y MIELES DEL
INGENIO SAN RAFAEL DE PUCTE”**

“Tesis presentada como requisito para obtener el título de:
Licenciatura en Ingeniería en Alimentos”

PRESENTA:

Cecilia Ramírez Bailón

ASESOR:

Dra. Maria Elena Ramos Cassellis

Puebla, Pue.

Abril, 2015



BUAP

Oficio No. FIQ/AC/389/2015
Asunto: Registro de Reporte Técnico

**C. CECILIA RAMÍREZ BAILÓN
PASANTE DE LA LICENCIATURA
EN INGENIERÍA EN ALIMENTOS
P R E S E N T E:**

Por medio del presente me permito informarle, de la aprobación del Registro de Reporte Técnico de la Licenciatura en Ingeniería en Alimentos cuyo título es el siguiente:

“MUESTREO DE JUGOS, MELADURAS Y MIELES DEL INGENIO SAN RAFAEL DE PUCTE”

Con el siguiente contenido:

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1	ANTECEDENTES
CAPÍTULO 2	METODOLOGÍA
CAPÍTULO 3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**CONCLUSIONES
BIBLIOGRAFÍA**

Director de Tesis: Dra. María Elena Ramos Cassellis

Lo cual me permito comunicarle para su conocimiento y fines consiguientes aclarando que la vigencia de este tema será **ÚNICAMENTE POR UN AÑO.**

A T E N T A M E N T E
“Pensar Bien, Para Vivir Mejor”
H. Puebla de Z., 10 de abril del 2015


M.L.C. MA. GPE. TITA VAZQUEZ DE LOS MONTEROS
SECRETARIA ACADÉMICA



C.c.p. Director de Tesis: Dra. María Elena Ramos Cassellis
Minutario Facultad de Ingeniería Química

Facultad
de Ingeniería
Química

Av. San Claudio s/n, Col. San
Manuel, Ciudad Universitaria,
Puebla, Pue. C.P. 72570
01 (222) 229 55 00
Ext. 7250 y 7251

Puebla, Pue., a 27 de marzo de 2015

Asunto: Reporte técnico

**COORDINACIÓN DE TITULACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

PRESENTE

Me es grato enviarles un cordial saludo, el objeto de la presente es para informar que el reporte técnico titulado "Muestreo de jugos, meladuras y mieles del ingenio de San Rafael Pucte", elaborado por Cecilia Ramírez Bailón, ya no presenta correcciones por hacer.

Sin otro particular, quedo de usted.

ATENTAMENTE



**M.C.A. ANA LILIA SORIANO MORALES
DOCENTE**



**Benemérita
Universidad Autónoma de
Puebla**



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

CIUDAD UNIVERSITARIA

**C.P. José Juan Morales Rodríguez.
Director de la Administración Escolar
De la BUAP.
Presente**

**ASUNTO:
AUTORIZACIÓN
IMPRESIÓN DE REPORTE
TÉCNICO**

Por este conducto me permito presentar a Ud. al C. pasante de la carrera de Ingeniería en Alimentos:

Cecilia Ramírez Bailón

Quién presenta como tema de registro de Reporte Técnico:

**“MUESTREO DE JUGOS, MELADURAS Y MIELES DEL
INGENIO SAN RAFAEL DE PUCTE”**

La cual ha sido debidamente revisada y se autoriza para su impresión correspondiente.

Sin otro particular y para los fines que se estimen conducentes reitero mi distinción.

ATENTAMENTE

“Pensar Bien, para Vivir Mejor”

H. Puebla de Z., a 14 de Abril del 2015

Director de Tesis

Dra. María Elena Ramos Cassellis



AGRADECIMIENTOS

Este trabajo representa el término de una importante etapa en mi vida el lograr finalizar mi carrera profesional, siendo para mí la mayor herencia. En mi experiencia universitaria y la conclusión de mi reporte técnico, han estado conmigo personas que merecen las gracias por que sin su apoyo no hubiera sido posible culminar este sueño.

Gracias a Dios por permitirme llegar hasta este momento tan importante en mi vida, por darme la mayor fortaleza para culminar mis estudios, ya que no fue un camino fácil.

Gracias a mis padres, sabiendo que no existirá forma alguna de agradecer una vida de sacrificios, esfuerzo y amor, quiero que sientan que el objetivo alcanzado también es de ustedes y que la fuerza que me ayudo a conseguirlos fue su gran apoyo los amo. Gracias papi por su apoyo constante y comprensión porque desde pequeña ha sido para mí un hombre maravilloso al que siempre he admirado.

Gracias mami por tus desvelos, tus palabras de aliento que me han levando cuando pierdo toda esperanza, gracias por guiar mi camino y estar junto a mí en los momentos más difíciles.

Dedico este trabajo a la mayor bendición que Dios me ha mandado mi hijo Fernando, que es el motor de mi vida. Seguiré logrando éxitos para que estés orgulloso de mi, te amo hijo eres lo mejor que me ha pasado en la vida.

Gracias a mis hermanos y cuñada por su cariño y apoyo que me han brindado tanto en los buenos y malos momentos de mi vida, como en mi formación profesional los amo mis niños.

Gracias a la Dra. Maria Elena Ramos Cassellis, a quien jamás encontrare la forma de agradecer el cariño, comprensión, apoyo, paciencia. Por darme la oportunidad de trabajar con usted y compartir sus conocimientos que Dios la bendiga siempre.

Gracias mi revisora M. C. Ana Lilia Soriano Morales por sus correcciones, comentarios y por compartir sus conocimientos.

Gracias a todas mis amigas que estuvieron conmigo y compartieron tantas aventuras y experiencias ustedes fueron esa chispa de alegría a cada día en la carrera y en la memoria de mi vida. En mí siempre tendrán una amiga sincera, las quiero mucho.

Gracias Mario por tus consejos hacia mi trabajo, y por tu insistencia para concluir este sueño lo logre.

Gracias a todas aquellas personas que creyeron en mí y comparten conmigo este triunfo.



ÍNDICE

CAPITULO 1 MARCO TEORICO	1
1.1 LABORATORIO QUIMICO DE FÁBRICA Y CONTROL DE CALIDAD	1
1.1.1 Jefa de laboratorio químico de fábrica y control de calidad	2
1.1.2 Química análisis especiales	2
1.1.3 Química de Karbe	2
1.1.4 Química de mieles y azúcar	2
1.1.5 Muestrero 1 y/o muestrero 2	3
CAPITULO 2 MARCO REFERENCIAL	4
2.1 INGENIO SAN RAFAEL DE PUCTE (ISRP)	4
2.2 PRODUCTOS	6
2.2.1 Azúcar estándar	6
2.2.2 Azúcar blanca	6
2.2.3 Azúcar refinada	7
2.2.4 Azúcar glass	7
2.2.5 Melaza o miel incristalizable	8
2.3 SISTEMA INTEGRAL DE GESTION	9
2.3.1 ISO 9001:2008	9
2.3.2 FSSC 22000	10
2.3.2.1 Norma ISO -22000	10
2.3.2.2 HACCP DE INOCUIDAD	10



2.3.2.3 PAS-220 DE SEGURIDAD ALIMENTARIA	11
2.3.3 KOSHER	11
2.4 CLIENTES	12
2.5 ECOLOGIA	13
2.6 RESPONSABILIDAD SOCIAL	13
2.7 PROCESO DE ELABORACION DE AZUCAR DE CAÑA	15
2.7.1 Materia prima	18
2.7.2 Preparación de caña	18
2.7.3 Molienda	19
2.7.4 Generación de vapor y energía	19
2.7.5 Calentamiento	20
2.7.6 Clarificación	20
2.7.7 Filtración	21
2.7.8 Evaporación	21
2.7.9 Cristalización y centrifugación	22
2.7.10 Secado	22
2.7.11 Envasado	23
CAPITULO 3 DESEMPEÑO PROFESIONAL	25
3.1 FUNCIONES	25
3.1.1 Laboratorio	26



3.1.1.1 Análisis fisicoquímicos para la elaboración de azúcar de caña	28
3.1.1.1.1 Determinación de claridad en jugo claro	28
3.1.1.1.2 Determinación de pH para jugo sulfitado, jugo alcalizado, jugo claro, meladura evaporada, meladura clarificada y miel final	29
3.1.1.1.3 Determinación de grados Brix	30
3.1.1.1.3.1 Determinación de grados Brix para jugo claro, meladura evaporada, meladura clarificada y polvillo	30
3.1.1.1.3.2 Determinación de grados Brix para Templas o masas cocidas (A, B, C), mieles (A, B), fundidos (B, C), miel final y melaza	31
3.1.1.1.4 Determinación de sacarosa aparente para jugo claro, meladura evaporada y miel final	33
3.1.1.1.5 Determinación de reductores totales en jugo claro, meladura evaporada y miel final	35
3.1.1.1.6 Determinación de color para azúcar blanca, estándar, refinada	37
3.1.1.1.7 Determinación de humedad para azúcar blanca, estándar, refinada	39
3.1.1.2 Parámetros de calidad	40
3.1.2 Administrativas	41
3.1.2.1 Reporte de datos	41
3.1.2.1.1 Azucarero en turno	41
3.1.2.1.2 Supervisor bodega de azúcar	41
3.1.2.2 Captura de datos	41
3.1.2.2.1 Escrita	41
3.1.2.2.2 Electrónica	42



3.1.2.3 Supervisión	42
3.1.2.4 Tareas extraordinarias	43
3.2 MUESTREO DE JUGOS, MELADURAS Y MIELES DEL INGENIO SAN RAFAEL DE PUCTE	44
3.2.1 Jugos y meladuras	45
3.2.2 Centrifugas	47
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFIA	51



CAPITULO 1 MARCO TEÓRICO

1.1 LABORATORIO QUIMICO DE FÁBRICA Y CONTROL DE CALIDAD

La función primordial del laboratorio químico de fábrica y control de calidad, es producir datos analíticos de exactitud y confianza suficiente, en un plazo y con un costo aceptable que permitirá controlar desde la materia prima hasta producto terminado. Estos deben expresarse claramente y oportunamente. El laboratorio está equipado para poder realizar esta labor y con el personal capacitado para cumplir los objetivos planteados dentro del mismo. (FAO, 1996)

La organización jerárquica y funcional del mini-negocio de laboratorio químico de fábrica y control de calidad se articula de acuerdo al siguiente organigrama:

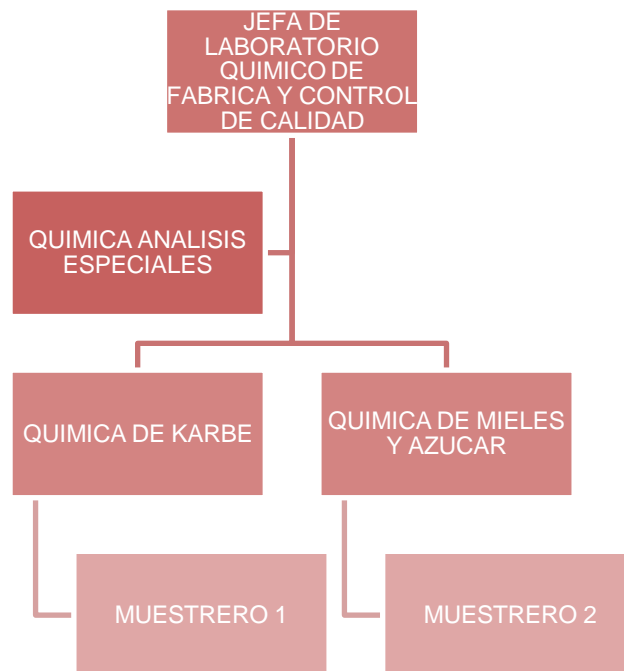


Figura 1. Organigrama de integración de laboratorio químico de fábrica y control de calidad



- 1.1.1 Jefa de laboratorio químico de fábrica y control de calidad**, coordina, supervisa, controla y evalúa las actividades que llevan a cabo los integrantes del laboratorio a su cargo, siguiendo métodos y procedimientos de trabajo. Por lo consiguiente asesora y audita la buena marcha del proceso a través de resultados del laboratorio de fabrica y el, análisis y procesamiento de los resultados. Es la responsable de validar y reportar los resultados de materia prima, insumos, la información emitida por el laboratorio, proyecciones de molienda, producción y producto terminado, tiempo perdido y eficiencia en fabrica mediante diferentes reportes diarios, semanales, quincenales, mensuales y anuales.
- También identifica, selecciona y aprueba las necesidades del laboratorio en cuanto a instrumentación, reactivos, infraestructura y servicios de terceros.
- 1.1.2 Química análisis especiales**, encargada de realizar pruebas especiales y que llevan mayor tiempo de realización y son requeridas por el área de proceso del ingenio y están fuera de los análisis cotidianos del laboratorio, lleva un estricto control en cuanto a los tiraderos de material para calcular costos. Realiza un stock diario de fábrica cuando hay material en tanquerías y cuerpos de almacenamiento. En ausencia de la Jefa de laboratorio, está autorizada para la toma de decisiones si así se requiere.
- 1.1.3 Química de Karbe**, su función principal es realizar junto con representantes cañeros análisis para controlar las mediciones de sacarosa realizadas en el jugo de caña en proceso, para el pago de la materia prima. Analiza y reporta resultados de análisis de materia prima, en proceso y producto terminado. Reporta los resultados de molienda de caña.
- 1.1.4 Química de mieles y azúcar**, realiza pruebas de análisis físicos y químicos de material en proceso y producto terminado. Reporta los resultados al área de operación para el control del proceso.



1.1.5 Muestrero 1 y/o muestrero 2, persona encargada de la toma de muestras, que el químico de laboratorio solicite, de las cuales ha recibido una cuidadosa capacitación y en las que demuestra ser competente.

Para poder tener estándares de calidad de producción de azúcar, el laboratorio en temporada de zafra que es el término utilizado para designar el periodo del año en que se corta caña y se produce azúcar; está en servicio las 24 horas del día, con la finalidad de llevar un control del producto. Para poder cubrir este horario se asignan 3 turnos:

- **Primer turno:** 06:00-14:00 horas.
- **Segundo turno:** 14:00-22:00 horas.
- **Tercer turno:** 22:00-06:00 horas.

Para cumplir con las funciones del laboratorio, cada turno está integrado por un equipo de trabajo de la siguiente manera:

- Química de Karbe.
- Química de mieles y azúcar.
- 2 muestreros.
- 2 representantes cañeros de la “Confederación Nacional de Productores Rurales (CNPR)” y un representante cañero de la “Confederación Nacional Campesina (CNC)”.



CAPITULO 2 MARCO REFERENCIAL

2.1 INGENIO SAN RAFAEL DE PUCTE (ISRP)

Llamado inicialmente Ingenio Álvaro Obregón (Figura 2), fue construido por el Gobierno Federal en el año de 1976 en la ciudad de Chetumal Quintana Roo, con un costo de seiscientos millones de pesos, (INAFED, 2013). Se encuentra localizado entre los ejidos de Pucté y Álvaro Obregón, 63 km al sur de la ciudad de Chetumal, cerca de la frontera con Belice, la capacidad de molienda se estimaba de seis mil toneladas de caña al día, con lo que se producirían seiscientas toneladas de azúcar. Se dispuso de una superficie sembrada de 2,500 hectáreas de caña, pero se mantenían los desmontes y las siembras para que cada año a esa superficie se le agregaran tres mil hectáreas en un plan que abarcaba cinco años. (Gómez, 1998)



Figura 2. Ingenio San Rafael de Pucté
Fuente: Archivo fotográfico ISRP, 2007

El Ingenio, ya en operación, en un principio generó una fuente de trabajo para cinco mil personas, considerando a los cañeros, personal de operación de maquinaria, corte de caña, peones en general y operadores de caminos. (INAFED, 2013)

Transcurrieron aproximadamente 12 años cuando en Noviembre de 1988 el **Grupo Beta San Miguel (BSM)** (Figura 3), entró a la competencia en la industria azucarera mexicana, al inicio de la privatización, a través de la adquisición al gobierno mexicano de cuatro ingenios azucareros dentro de los cuales se encuentra **ISRP**. (Gómez, 1998)



Figura 3. Logotipo de Beta San Miguel W₁



El grupo **Beta San Miguel**, está dedicado a la producción y comercialización de azúcar, es el segundo productor de azúcar en México y el primer productor privado del país con una producción en la zafra 2010-2011 de 702,110 toneladas de azúcar, representando el 13.5% de la producción a nivel nacional (BSM, 2013). En julio de 1996 incorporo un quinto ingenio por medio de la fusión con el ingenio Constancia y en noviembre de 2009 adquiere un sexto ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa, ubicado en Tabasco, cuya integración se llevo de manera exitosa.

Desde el inicio de sus operaciones en 1989, la compañía ha logrado incrementar su producción en un 175% pasando de 255,393 toneladas de azúcar en la zafra de 1990, (la zafra completa de la operación), a 702, 110 toneladas de azúcar para la zafra 2011. Este incremento en la producción se logro gracias a una operación eficiente de los ingenios, mayor cantidad y calidad de la caña, además de la incorporación de los dos ingenios. (BSM, 2013)

BSM produce azúcar de caña en seis ingenios:

Ubicación	Nombre del Ingenio
Chetumal, Quintana Roo	San Rafael de Pucté
Ameca, Jalisco	San Francisco Ameca
Quesería, Colima	Quesería
Naranjo, San Luis Potosí	San Miguel del Naranjo
Tezonapa, Veracruz	Constancia
Cárdenas, Tabasco	Santa Rosalía de la Chontalpa

Figura 4. Nombre y ubicación de los Ingenios adquiridos por Beta San Miguel
Fuente: BSM, 2013

Además de que cuenta con oficinas de venta en Mérida, San Luis Potosí, Guadalajara y en la Ciudad de México, esto con la finalidad de poder cubrir cualquier contingencia que se pueda presentar, garantizando el abasto de los productos a sus clientes. Así mismo la ubicación de los ingenios permite abastecer toda la republica mexicana. Se abastecen las industrias refresqueras, dulcera, panificadora, reposteria, confitería, conservas y lácteos. (SIB, 2013)



2.2 PRODUCTOS

BSM produce diferentes calidades de azúcar:

2.2.1 Azúcar estándar: Azúcar natural formada por granos finos, los cuales conservan una ligera película dorada de miel que le da color característico, (Badui, 2006). Su proceso de cristalización le da al azúcar estándar o morena su sabor y color atractivo. (Fox, 2009)



Figura 5. Azúcar estándar W_2

2.2.2 Azúcar blanca: Es el producto cristalizado obtenido del cocimiento del jugo de la caña de azúcar, constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa obtenidos mediante procedimientos industriales apropiados y que no han sido sometidos a proceso de refinación. (Batule, 2008)



Figura 6. Azúcar blanca W_3



2.2.3 Azúcar refinada: Azúcar granulada de color blanca con mayor concentración de sacarosa y menor grado de impurezas que el azúcar común; la cual es obtenida por la purificación, decoloración y recristalización del azúcar crudo, purificando el jarabe resultante y cristalizado de nuevo para formar el grano, industrialmente esto es lo que se conoce como proceso de refinación. (Dominic, 1995)



Figura7. Azúcar refinada W₄

2.2.4 Azúcar glass: Azúcar estándar finamente pulverizada y textura suave mezclada con un máximo de 5% de fécula de maíz, adecuada para elaborar glaseados, espolvoreados. (Fennema, 2000)



Figura 8. Azúcar glass W₅

Todas ellas elaboradas bajo los más estrictos estándares de calidad, teniendo como resultado un producto natural, saludable y además es una rica fuente de energía.



Las presentaciones que se manejan son: Súper sacos de 1.5 tonelada, sacos de 50 kilogramos, granel, sacos valvulados de 25 kilogramos y bolsas de 1, 2, 3, y 5 kilogramos.



Figura 9. Presentaciones comerciales de azúcar envasada de BSM W₆

La ventaja de los súper sacos es que hay reducción de costos por maniobras y mermas, mayor flexibilidad y productividad, mayor higiene y conservación del medio ambiente al reducir el desecho de envase.

Con el sistema granel la mano de obra desaparece casi por completo en las bodegas de los clientes, además de que proporciona una mayor eficiencia en sus procesos y este sistema es ideal para plantas de alto consumo.

2.2.5 Melaza o miel incristalizable: Este es un subproducto del azúcar al cual no se le puede extraer azúcar y es comercializado para su posterior añejamiento, (Santamaría, 2002). La cual es vendida para alimento de ganado y únicamente se vende en época de zafra.



Figura 10. Melaza o miel incristalizable
Fuente: Archivo fotográfico ISRP, 2010



2.3 SISTEMA INTEGRAL DE GESTION

Beta San Miguel cuenta con un sistema integral de gestión basado en las normas internacionales **ISO-9001**, y **FSSC-22000**, a través de la aplicación de estándares internacionales busca mantener la preferencia de los clientes, al ofrecer los productos que cumplan con sus requerimientos de calidad, inocuidad, seguridad alimentaria, oportunidad y servicio, con lo anterior permite mantener una ventaja competitiva en la industria y acceder a mercados internacionales exitosamente. (BSM, 2013)

2.3.1 ISO 9001:2008: Mostrando su liderazgo en la industria es el primer grupo del país en estandarizar su sistema de trabajo orientado a la calidad bajo la norma **ISO-9001:2008** (Figura 11), elaborada por la Organización Internacional para la Estandarización, especifica los requisitos para un **Sistema de gestión de la calidad (SGC)** que pueden utilizarse para su aplicación interna, lo que le ha permitido estandarizar sus procesos, reduciendo desperdicios y costos, todo bajo la filosofía de la mejora continua.



Figura 11. Certificado ISO 9001:2008 W₇



2.3.2 FSSC 22000: También se impide tecnológicamente cualquier contaminación en sus plantas, por eso se incorporo al sistema integral de gestión la norma **FSSC-22000** (Figura 12), que incluye:



Figura 12: Certificado **FSSC 22000** W₈

2.3.2.1 Norma ISO-22000 enfocada en la Gestión de la Inocuidad de los alimentos, esta norma define y especifica los requerimientos para desarrollar e implementar un sistema de Gestión de Inocuidad de los alimentos, con el fin de lograr una mejora de la seguridad alimentaria durante el transcurso de toda la cadena de suministro.

2.3.2.2 HACCP DE INOCUIDAD que es un sistema preventivo de control, que puede aplicarse a lo largo de toda la cadena alimentaria. Permite especificar peligros específicos y medidas para su control con el fin de garantizar la inocuidad



de los alimentos. Se emplea para evaluar los peligros y establecer sistemas de control que se enfocan a la prevención.

2.3.2.3 PAS-220 DE SEGURIDAD ALIMENTARIA, especifica los requisitos para el establecimiento, implementación y mantenimiento de programas de condición previa para prestar asistencia en el control de riesgos de inocuidad de los alimentos en los procesos de fabricación de la cadena alimentaria. Buscando fortalecer la confianza de los clientes y la protección del consumidor final.

2.3.3 KOSHER: BSM es el primer grupo azucarero en lograr la certificación en dichas normatividades, adicionalmente los ingenios del grupo cuentan con la certificación **KOSHER** (Figura 13).

5557
Supervisores en Calidad Kosher S.C.
Certificado de Kashrut
No. Reg. 086
Kasherot

KA
Vaad Hakashrut KA.
Kashrut Certificate
Tevudat

Certificamos que la empresa * We certify that the company.

INGENIO SAN RAFAEL DE PUCTE, S.A. DE C.V.
Quintana Roo, México

PRODUCTO(S)	STATUS
1 Azúcar Estandar 50 Kg. / Standard Sugar 50 Kg.	Pareve
2 Azúcar Estandar 1.5 Ton / Standard Sugar 1.5 Ton.	Pareve
3 Azúcar Estandar a Granel / Standard Sugar in Bulk.	Pareve
4 Azúcar Blanca 50 Kg. / White Sugar 50 Kg.	Pareve
5 Azúcar Blanca 1.5 Ton. / White Sugar 1.5 Ton.	Pareve
6 Azúcar Blanca a Granel / White Sugar in Bulk	Pareve
7 Azúcar Blanca Extra 50 Kg. / Extra White Sugar 50 Kg.	Pareve
8 Azúcar Blanca Extra 1.5 Ton. / Extra White Sugar 1.5 Ton.	Pareve
9 Azúcar Blanca Extra a Granel / Extra White Sugar in Bulk	Pareve

ועד קשרות חרדי שע"י הקהילה האשכנזית ב'מקסיקו'
RABBI OREN DUVDEVANI
FIRMA / SIGNATURE
RABBINICAL DIRECTOR / DIRECTOR RABÍNICO

VIGENCIA From 01/07/2012 - 11 de Tamuz, 5772
EXPIRATION DATE Until 30/06/2013 - 22 de Tamuz, 5773

• Cualquier tachón o enmendadura en el presente documento, deja sin efecto la certificación.
• This document is void if damaged or has any alteration.

Acapulco N° 70 6º piso, Col. Roma Norte, México D.F., C.P. 06700
Tels. 5256-0316, 5286-1747 FAX: 5211-005

www.ka-kosher.com E-mail: ka-kosher@hotmail.com

5557

Figura 13. Certificado **KOSHER** W₉



Es una certificación de máxima credibilidad que garantiza que un producto es elaborado de acuerdo a estrictas normas religiosas impartidas al pueblo judío en la Biblia, este certificado indica que el producto puede ser consumido por cualquier persona que se somete a estas creencias.

A través de la integración de estándares y normas internacionales mediante el sistema integral de gestión, marca la pauta en la industria al establecer nuevos métodos de trabajo orientado a satisfacer los requerimientos de sus clientes.

Con una producción de 702,530 toneladas de azúcar participa con el 13.5 % de la producción nacional total, se cubre el mercado industrial, doméstico, de autoservicio y de exportación. (CNIAA, 2013)

2.4 CLIENTES

Como clientes cuenta con:

- **Kellogg Company México**
- **Corporativo Bimbo, S.A. de C.V.**
- **Nestle Servicios Corporativos, S.A. de C.V.**
- **COCA-COLA FEMSA, S.A. DE C.V.**
- **GENERAL MILLS**



2.5 ECOLOGIA

Beta San Miguel ha trabajado para eliminar el uso de petróleo en las calderas, reduciendo sustancialmente emisiones contaminantes contribuyendo así al cuidado del medio ambiente, se ha sustituido el uso del petróleo por el bagazo (Figura 14), que es un combustible limpio y renovable derivado de la molienda de la caña, también se ha implementado sistema de lavado de gas de la combustión.



Figura 14. Bagazo de caña
Fuente: Archivo fotográfico ISRP, 2007

Se ha establecido un programa denominado **CERO AGUA** con el objetivo de utilizar en el proceso de la elaboración de azúcar únicamente el agua que proviene de la misma caña de azúcar, que constituye un 70 % de su peso, también se trabaja en la captación y el aprovechamiento de agua de lluvia misma que se lleva a cabo en dos de los seis ingenios, de los cuales el Ingenio San Rafael de Pucté es uno de ellos. Este grupo ha obtenido reconocimientos como el de **INDUSTRIA LIMPIA**, reiterando así el compromiso que se tiene con el medio ambiente. (BSM, 2013)

2.6 RESPONSABILIDAD SOCIAL

Los ingenios de **Beta San Miguel** han sido reconocidos como **EMPRESAS SOCIALMENTE RESPONSABLES** al obtener por 3 años consecutivos el distintivo que otorga el **CENTRO MEXICANO PARA LA FILANTROPIA (Cemefi)**, este distintivo formaliza las prácticas responsables que ya desde hace tiempo atrás los ingenios han puesto en marcha en las localidades donde operan, tales como cumplir integralmente con su finalidad económica, social y ambiental, respondiendo en sus contextos interno y externo a las expectativas de sus grupos de interés respetando la dignidad de las



personas, el medio ambiente y las comunidades. Muchas de las prácticas en el tema de vinculación con la comunidad se han desarrollado a través del programa **EMALUR** (Figura 15).



Figura 15. Logotipo Emalur W₁₀

Emalur (“Mujer de la tierra” en vasco) es un programa de desarrollo social orientado, principalmente comunidades productoras de caña de azúcar. Toma como base la educación, en calidad de primer factor de desarrollo y orienta sus estrategias a través de proyectos basados en los principios del desarrollo comunitario. Su objetivo es lograr que la educación sea un factor de desarrollo; es decir, que sirva para que los diferentes grupos sociales mejoren sus condiciones de vida y, sobre todo se fortalezca su capacidad de autogestión y de construcción de proyectos colectivos que posibiliten su transformación. (BSM, 2013)

BSM está orgulloso de ser una empresa de clase mundial, hace suyo el compromiso de misión, visión y valores para ofrecer al mercado los mejores productos y servicios, la perseverancia, la creatividad, la conciencia social, el optimismo y la responsabilidad no tiene límites en su equipo de trabajo. La calidad del producto que se elabora es la carta de presentación, como se demuestran los reconocimientos que ha recibido, se respeta y cuida el medio ambiente para el bienestar actual y el futuro de la humanidad.



2.7 PROCESO DE ELABORACION DE AZUCAR DE CAÑA

Para poder elaborar azúcar de caña, se necesitan diferentes etapas de proceso de producción para poder obtenerla, a continuación se dará una breve explicación:

- **COSECHA:** La caña que se siembra en el ISRP tiene un periodo de crecimiento entre 11 y 17 meses aproximadamente, dependiendo de la variedad de la caña. Cuando esta lista para su corte, se cosecha a mano o a máquina e inmediatamente es transportada al ingenio para no perder contenido de sacarosa. Toda la caña que llega a fábrica se pesa y se prepara para iniciar el proceso.
- **MOLIENDA:** La caña es recibida en molinos donde se exprime para extraer la sacarosa, así se obtiene el primer subproducto el bagazo o fibra de caña.
 - ❖ **Bagazo o fibra de caña** se usa como combustible en las calderas para generar vapor y energía.
- **CLARIFICACIÓN:** El jugo mixto obtenido en molinos se pasa a clarificación donde se elimina la mayor cantidad de impurezas presentes. El barro decantado conocido como cachaza, que es el segundo subproducto, se filtra para recuperar el jugo que aun pueda contener. Conservando la mayor cantidad de sacarosa se entrega el jugo a la etapa de evaporación en condiciones óptimas.
 - ❖ **Cachaza** es el lodo que queda después de la filtración y se ocupa como abono para el campo.
- **EVAPORACIÓN:** Cuando el jugo se encuentra limpio, a través de maquinas especializadas se evapora hasta que el 80% del líquido desaparece, esto lo hace más concentrado, como si fuese una especie de jarabe.
- **CRISTALIZACIÓN:** Aplicando una combinación determinada de presión y temperatura por medio de tachos de cocimiento, se transforma el jarabe en cristales. Una vez formados los mismos es necesario separarlos de la solución madre que los contiene. Esta separación se realiza mediante una serie de centrifugas de alta velocidad.
- **CENTRIFUGACIÓN:** Se separan los cristales del azúcar crudo de la melaza que es el tercer subproducto. La fuerza centrifuga hace que la masa cocida suba por la pared exterior de la canasta y expulsa el licor madre, mientras que de la maquinaria una malla o filtro retiene los cristales del azúcar.



❖ **Melaza o miel incristalizable** comercializada para alimento de ganado.

- **SECADO:** Se secan y tamizan los cristales, separando aquellos del tamaño adecuado.
- **ENVASADO:** Antes de ser empacado se realizan análisis de laboratorio para garantizar la calidad. Después el azúcar se fracciona en las distintas presentaciones que llegan a los clientes.
- **ALMACENAMIENTO:** Los productos se almacenan en depósitos acondicionados para su conservación y posterior comercialización.
- **TRANSPORTE:** Los productos se cargan en camiones para ser enviados a clientes industriales o de consumo masivo.



De forma grafica podemos observar en la figura 16 las etapas del proceso de producción de azúcar de caña.

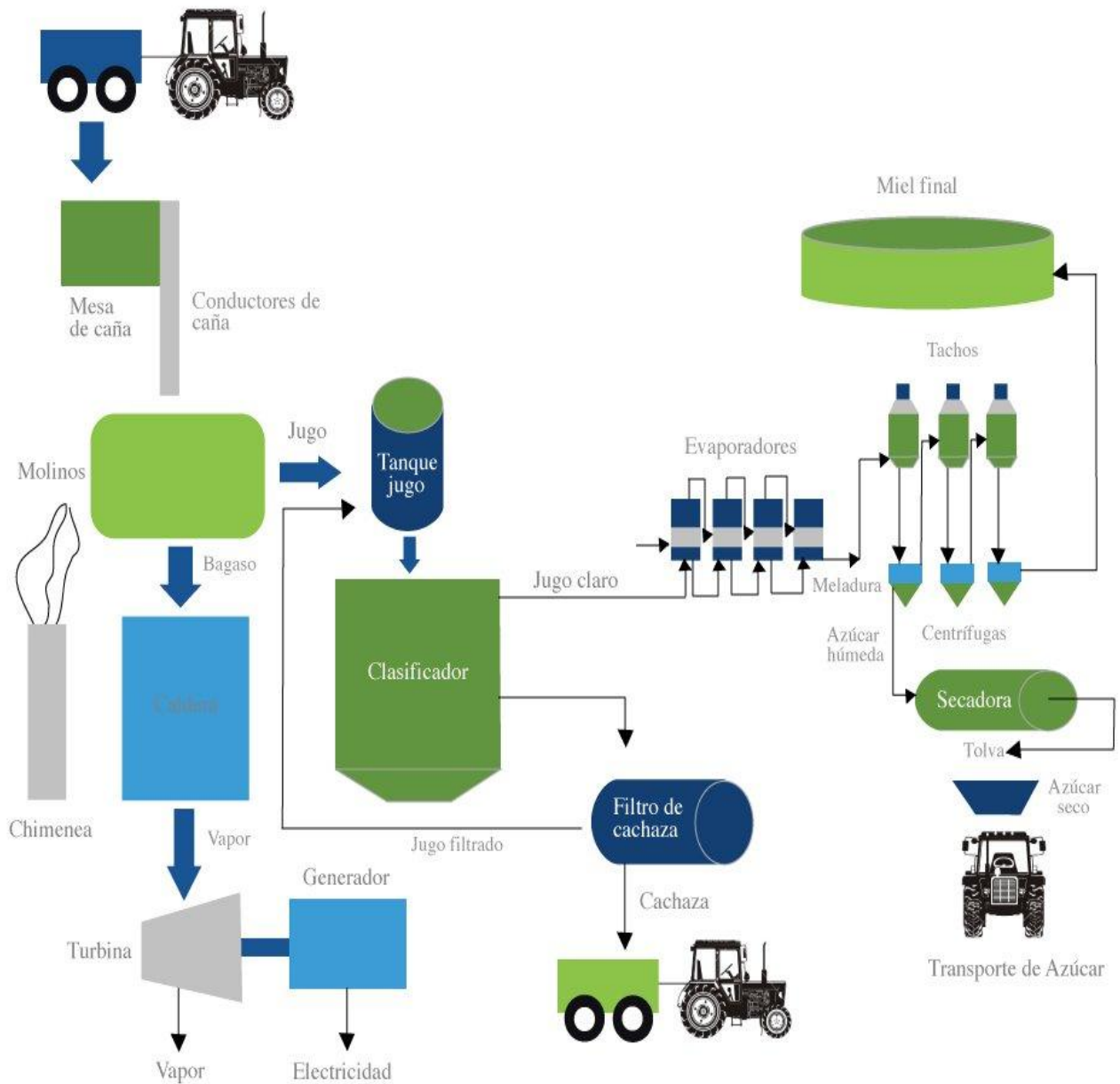


Figura 16. Diagrama de proceso de producción de azúcar de caña W_{11}



Descripción del proceso:

2.7.1 Materia prima: La materia prima que es la caña de azúcar, es producida en una zona cañera que comprende 13 ejidos, para su corte, se quema el follaje para facilitar su limpieza y alejar peligros de picaduras de serpientes o algún animal ponzoñoso. Quienes efectúan esta labor son los cortadores de caña (Figura 17).



Figura 17. Cortador de caña
Fuente: Archivo fotográfico ISRP, 2010

La caña se transporta en camiones, y es recibida en el Ingenio San Rafael de Pucté, pesándose y destarándose en dos basculas, cada camión pesado espera su turno en el patio de Batey para descargar su caña y empezar el proceso de elaboración de azúcar.

2.7.2 Preparación de caña: El ingenio cuenta con tres volteadores hidráulicos donde se pasa uno a uno los camiones para descargar la caña a dos mesas alimentadoras, y uno al conductor auxiliar, los cuales van alimentado al conductor principal donde los tallos de la caña son roturados o desfibrados con maquinas de preparación antes de la molienda.



Figura 18. Descarga de caña por medio de un volteador hidráulico
Fuente: Archivo fotográfico ISRP, 2007



2.7.3 Molienda: Proceso en el que se extrae o separa el jugo contenido en la fibra de caña, (Hugot, 1964). Se realiza en una serie de molinos donde se exprime y se lava el colchón de bagazo. El primer molino procesa la caña preparada y los demás el bagazo proveniente de los molinos anteriores. La alimentación constante hacia los molinos y el control sobre la velocidad permiten una alta eficiencia en la extracción de sacarosa. En el último molino se agrega agua de imbibición para facilitar la extracción de la sacarosa de la caña. (GEV, 2013)



Figura 19. Molinos

Fuente: Archivo fotográfico ISRP, 2007

El jugo obtenido pasa al filtro separador, este equipo se encarga de separar las partículas de bagacillo que están contenidas en el jugo diluido, lo obtenido se almacena en el tanque de jugo. (Hugot, 1964)

2.7.4 Generación de vapor y energía: En este proceso se genera vapor vivo o vapor de alta presión que es utilizado para generar energía mecánica, térmica y eléctrica. Se aprovecha en las turbinas de vapor que accionan los molinos y los turbogeneradores de energía eléctrica. El vapor es generado en las calderas por la combustión de bagazo final y carbón. (Azucarera *El viejo*, 2013)



Figura 20. Turbogeneradores de energía eléctrica

Fuente: Archivo fotográfico ISRP, 2007



2.7.5 Calentamiento: El jugo proveniente de los molinos se bombea a una torre de sulfitación en donde se hace burbujear bióxido de azufre (SO_2) a través del jugo para sulfitarlo, (Esparza, 1985). Este proceso es para blanquear el azúcar y consiste en quemar azufre y el producto de la combustión se mezcla con el jugo de la caña. En esta etapa se eleva la temperatura del jugo diluido hasta un nivel cercano a su punto de ebullición (105°C). Luego del primer calentamiento se le agrega cal al jugo antes de bombearlo al segundo equipo calentador, (Esparza, 1985). La solución de cal al jugo reduce la acidez y evita la inversión de la sacarosa, efecto que ayuda a precipitar la mayor parte de las impurezas que trae el jugo diluido. (Azucarera *El viejo*, 2013)



Figura 21. Calentadores
Fuente: Archivo fotográfico ISRP, 2007

2.7.6 Clarificación: En el área de clarificación se separan los sólidos insolubles del jugo diluido, (Esparza, 1985). El clarificador (Figura 22) está diseñado para separar los sólidos de los líquidos mediante un proceso de sedimentación de sólidos insolubles, (Stamile y Silva, 2010). Es empleado para separar el lodo (sólido) que es evacuado por la parte inferior del clarificador mientras que el jugo clarificado o jugo claro, es extraído por la parte superior, su principal característica es que presenta un nivel de turbiedad bajo. (Batule, 2009)



Figura 22. Clarificador
Fuente: Archivo fotográfico ISRP, 2006



2.7.7 Filtración: Proceso en el que se separa el jugo de la cachaza contenida en el lodo, gracias a la acción de filtros rotatorios de vacío (Figura 23). El lodo conserva un porcentaje de sacarosa que será recuperado en los filtros, (Hugot, 1964). Estos filtros rotatorios retienen la cachaza y dejan pasar el jugo filtrado. El lodo es mezclado con bagacillo antes de la filtración. (Arca, 1988)



Figura 23. Filtros rotatorios de vacío
Fuente: Archivo fotográfico ISRP, 2008

2.7.8 Evaporación: Proceso en el que se evapora la mayor cantidad del agua contenida en el jugo claro para obtener meladura, (Esparza, 1986). Esto se logra con los evaporadores que son equipos de intercambio de calor donde se evapora la mayor cantidad del agua contenida en el jugo diluido hasta obtener la meladura, con el cual se alimenta la estación de tachos en donde es cristalizada la sacarosa. Los evaporadores trabajan por efectos; el primer efecto se utiliza vapor de escape mientras que en los demás se utiliza vapor vegetal subproducto generado en los mismos. (GEV, 2013)



Figura 24. Evaporadores
Fuente: Archivo fotográfico ISRP, 2011



2.7.9 Cristalización y centrifugación: La cristalización es el proceso en el cual se forman los cristales de sacarosa mediante el uso de material semilla, (Esparza, 1988). En los tachos se obtienen masas de diferentes proporciones de cristales y miel, componentes que luego son separados en las centrifugas, (Arca, 1984). La centrifugación es el proceso a través del cual los cristales de sacarosa contenidos en las masas resultantes de la cristalización son separados de la miel o licor madre.



Figura 25. Tacho de A

Fuente: Archivo fotográfico ISRP, 2006



Figura 26. Centrifugas

Fuente: Archivo fotográfico ISRP, 2010

2.7.10 Secado: Proceso que se efectúa con aire caliente para retirar la mayor cantidad de humedad posible del azúcar. El objetivo principal es eliminar el exceso de humedad contenida en el azúcar después de haber sido separados los cristales de las mieles en las centrifugas con el fin de poder evitar la posible formación de aterronamientos en el azúcar que será envasada. (Santamaría, 2002)



Figura 27. Área secado de azúcar

Fuente: Archivo fotográfico ISRP, 2012



2.7.11 Envasado: El azúcar que sale de las centrifugas es transportada por una zaranda vibratoria a un elevador de cangilones, este alimenta un gusano sin fin que dosifica el azúcar cae en una tolva en donde se envasa para su consumo. El azúcar seca y fría se empaca en sacos de diferentes pesos y presentaciones dependiendo del mercado y se despacha a la bodega de producto terminado para su posterior venta y comercio. (GEV, 2013)



Figura 28. Silo para almacenamiento de azúcar
Fuente: Archivo fotográfico ISRP, 2009

El **ISRP** recibe su materia prima de 2,800 cañeros que son ejidatarios o pequeños propietarios de 23,082 hectáreas. Emplea 462 personas de la región de forma permanente durante la época de zafra y 338 personas durante la época de reparación.

El ingenio que es la principal industria del sur del Estado, concluyó la zafra 2010-2011 como la más importante en su historia, pues molió un millón 491 mil 159 toneladas. Donde se cosecharon 25 mil 598 hectáreas, con un rendimiento promedio por hectárea de 62 toneladas. En total se molieron un millón 491 mil 159 toneladas de caña, 362 mil 208 toneladas más que en la zafra anterior, que fue de un millón 128 mil 951 toneladas, con un kilogramo de azúcar recuperable base estándar (Karbe) 114.096 kilogramos por tonelada de vara dulce molida, uno de los índices más altos de este ingenio, lo que representó una producción de 152 mil 516 toneladas de azúcar industrializada, es decir, 26 mil toneladas más que en la molienda 2009-2010, con valor global de mil 46 millones de pesos, de la cual el 98.6% de la producción es azúcar estándar y 1.4% es azúcar blanca.



El gerente general hasta ese momento del Ingenio San Rafael de Pucté del Grupo Beta San Miguel, Julio César Martínez Zamudio, denominó a ésta como “La zafra de la integración”, gracias a la unión de esfuerzos entre los tres niveles de gobierno, productores y jornaleros. En esta zafra se beneficiaron 600 familias, laboraron dos mil 800 productores, dos mil 500 cortadores y se generaron 10 mil empleos indirectos.

La agroindustria logró ser una de las mejores del sureste del país. Además del azúcar y caña molida el ingenio obtuvo 57,738 toneladas de miel incristalizable que se vende como aditivo para alimento de animales, y 9,000 toneladas de composta.



Figura 29. Composta

Fuente: Archivo fotográfico ISRP, 2009



Figura 30. Miel incristalizable

Fuente: Archivo fotográfico ISRP, 2010

Pero en la zafra 2011-2012 rompió record de producción y cosecha en la zafra, al lograr moler más de un millón y medio de toneladas de caña de azúcar. Por lo que se logro posicionar entre las cinco mejores fabricas de azúcar de todo el país, pese a que se quedaron sin cortar más de 15 mil toneladas de caña a consecuencia del mal clima. Un dato relevante es que en esta zafra se rebasó el millón 580 mil toneladas de caña, ya que la molienda que se registro un año antes fue de un millón 491 toneladas.



CAPITULO 3 DESEMPEÑO PROFESIONAL

El **ISR** durante la zafra (Termino que se utiliza como sinónimo de cosecha y de producción de azúcar), por la naturaleza del proceso es necesario que el ingenio trabaje veinticuatro horas, de lunes a domingo, organizado para su buen funcionamiento como se explico inicialmente. El control durante el proceso es la clave para obtener productos que cumplan con las especificaciones de calidad, por ello es necesario llevar un estricto control de calidad en donde se tomen medidas pertinentes en áreas que son consideradas clave para la elaboración de azúcar. Para ello el ingenio cuenta con dos laboratorios que son los encargados de tomar las muestras y realizar un análisis químico y físico para corregir los problemas de calidad durante el proceso y garantizar que todo marche en perfectas condiciones.

Estos laboratorios son:

- **Laboratorio de aguas tratadas**
- **Laboratorio químico de fábrica y control de calidad:** Este a su vez está dividido en dos áreas:
 - ❖ **Karbe**
 - ❖ **Mieles y azúcar**

3.1 FUNCIONES

La función que desempeñe dentro del ingenio fue en el Laboratorio Químico de Fábrica y Control de Calidad como Química de mieles y azúcar como se define en el capítulo 1 en el punto 1.1.3



Figura 31. Laboratorio químico de fábrica y control de calidad
Fuente: Archivo fotográfico ISRP, 2012



3.1.1 Laboratorio. Se deben de realizar diferentes pruebas fisicoquímicas durante la elaboración de azúcar de caña para llevar un control proceso y así obtener un producto final de calidad. A continuación se presenta en las siguientes tablas los análisis que se deben de llevar a cabo durante temporada de zafra.

Para el control del área de jugos y meladuras se detallan en la tabla 1 los diferentes análisis que se deben de realizar.

TABLA 1. PRUEBAS FISICOQUIMICAS Y FRECUENCIA, QUE SE REALIZAN PARA EL MONITOREO DE JUGOS Y MELADURAS

MUESTRA	PRUEBAS FISICOQUIMICAS	FRECUENCIA
Jugo sulfitado	<ul style="list-style-type: none"> • pH 	Cada hora
Jugo alcalizado	<ul style="list-style-type: none"> • pH 	Cada hora
Jugo claro 1 y/o Jugo claro 2	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Claridad • Grados Brix • Sacarosa aparente • Pureza • Reductores totales 	Cada hora Cada hora Dos veces al turno Dos veces al turno Dos veces al turno Una vez al turno
Meladura evaporada	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Grados Brix • Sacarosa aparente • Pureza • Reductores totales • Color • Turbidez 	Cada hora Cada hora Dos veces al turno Dos veces al turno Una vez al turno Una vez al turno Una vez al turno
Meladura clarificada 1 y/o Meladura clarificada 2	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Grados Brix • Color • Turbidez 	Cada hora Cada hora Una vez al turno Una vez al turno

Referencia: Datos obtenidos del Ingenio San Rafael de Pucté, 2009



En el área de evaporación se lleva el control del material descrito en la tabla 2.

TABLA 2. PRUEBAS FISICOQUIMICAS Y FRECUENCIA, QUE SE REALIZAN PARA EL MONITOREO DE TEMPLAS

MUESTRA	PRUEBAS FISICOQUIMICAS	FRECUENCIA
Templa A ó Masa cocida A	<ul style="list-style-type: none"> • Grados Brix • Pureza 	Las veces que indique el tachero
Templa B ó Masa cocida B	<ul style="list-style-type: none"> • Grados Brix • Pureza 	Dos veces al turno Dos veces al turno
Templa C ó Masa cocida C	<ul style="list-style-type: none"> • Grados Brix • Pureza 	Dos veces al turno Dos veces al turno
Sonda B	<ul style="list-style-type: none"> • Pureza 	Las veces que indique el tachero

Referencia: Datos obtenidos del Ingenio San Rafael de Pucté, 2009

La tabla 3 nos indica la corrida de mieles que son muestras tomadas en el área de cristalización y evaporación.

TABLA 3. PRUEBAS FISICOQUIMICAS Y FRECUENCIA, QUE SE REALIZAN PARA CORRIDA DE MIELES

MUESTRA	PRUEBAS FISICOQUIMICAS	FRECUENCIA
Miel A	<ul style="list-style-type: none"> • Grados Brix • Pureza 	Dos veces al turno Dos veces al turno
Miel B	<ul style="list-style-type: none"> • Grados Brix • Pureza 	Dos veces al turno Dos veces al turno
Lavado A	<ul style="list-style-type: none"> • Pureza 	Dos veces al turno
Fundido B	<ul style="list-style-type: none"> • Grados Brix • Pureza 	Dos veces al turno Dos veces al turno
Fundido C	<ul style="list-style-type: none"> • Grados Brix • Pureza 	Dos veces al turno Dos veces al turno
Licor estándar	<ul style="list-style-type: none"> • Grados Brix • Pureza 	Dos veces al turno Dos veces al turno
Miel final o miel de C	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Reductores totales • Grados Brix • Sacarosa aparente • Pureza 	Una vez al turno Una vez al turno Dos veces al turno Dos veces al turno Dos veces al turno

Referencia: Datos obtenidos del Ingenio San Rafael de Pucté, 2009



En las áreas de secado y envase los análisis fisicoquímicos que se realizan al producto final se detallan en la tabla 4.

TABLA 4. PRUEBAS FISICOQUIMICAS Y FRECUENCIA, QUE SE REALIZAN PARA EL MONITOREO DEL PRODUCTO FINAL

MUESTRA	PRUEBAS FISICOQUIMICAS	FRECUENCIA
Azúcar criba	<ul style="list-style-type: none">• pH• Color• Humedad• Temperatura	Cada hora Cada hora Cada hora Cada hora
Azúcar envase	<ul style="list-style-type: none">• pH• Color• Humedad• Temperatura	Cada hora Cada hora Cada hora Cada hora
Polvillo	<ul style="list-style-type: none">• Grados Brix	Cada hora
Melaza	<ul style="list-style-type: none">• Grados Brix	Las veces que indique el supervisor de bodega de azúcar

Referencia: Datos obtenidos del Ingenio San Rafael de Pucté, 2009

3.1.1.1 Análisis fisicoquímicos para la elaboración de azúcar de caña

Los parámetros fisicoquímicos que se analizan en el proceso de elaboración de azúcar se basan en diferentes normas y se describirán a continuación.

3.1.1.1.1 Determinación de claridad en jugo claro

1. Material

Vaso de precipitado de 1000 mL.

Turbidímetro (Elaborado exclusivamente para BSM).

2. Metodología

2.1 Método exclusivo de BSM.



3.1.1.1.2 Determinación de pH para jugo sulfitado, jugo alcalizado, jugo claro, meladura evaporada, meladura clarificada y miel final

1. Basándose

**NMX-F-266-SCFI-2012 INDUSTRIA AZUCARERA Y ALCOHOLERA-
DERTERMINACION DEL pH EN MUESTRAS DE JUGOS DE CAÑA DE AZUCAR,
MELADURA Y MIELES**

2. Reactivos y material

2.1 Reactivos

Agua destilada.

Soluciones reguladoras de pH 4 y 7 con certificado de calidad vigente.

2.2 Material

Vaso de precipitado de 250 mL.

Potenciómetro con electrodo de medición y de referencia, este instrumento debe contar con informe vigente de calibración y/o verificación de patrones certificados.

3. Metodología

3.1 Homogenizar la muestra y dejar enfriar a temperatura ambiente.

3.2 Ajustar el potenciómetro y calibrarlo.

3.3 En un vaso de precipitados de 250 mL, verter aproximadamente 150 mL de la muestra e introducir el electrodo asegurándose que este quede cubierto.

3.4 Permitir que el dispositivo, liquido-electrodo, llegue al equilibrio durante 1 minuto aproximadamente y se realiza la lectura.

4. Expresión de resultados

La lectura directa obtenida del potenciómetro, corresponde al valor del pH de la muestra analizada.



3.1.1.1.3 Determinación de grados Brix

3.1.1.1.3.1 Determinación de grados Brix para jugo claro, meladura evaporada, meladura clarificada y polvillo

1. Basándose

NMX-F-436-SCFI-2011 INDUSTRIA AZUCARERA Y ALCOHOLERA- DETERMINACION DE GRADOS BRIX EN JUGOS DE ESPECIES VEGETALES PRODUCTORAS DE AZÚCAR Y MATERIALES AZUCARADOS- METODO DEL REFRACTOMETRO

2. Reactivos y material

2.1 Reactivos

Agua destilada.

2.2 Material

Cuchara o gotero.

Pañuelos desechables.

Refractómetro con capacidad para registrar lecturas de 0 grados Brix a 95 grados Brix, con corrección automática de temperatura.

3. Metodología

3.1 De ser necesario, colar la muestra de la solución que contenga principalmente sacarosa.

3.2 Enjuagar el prisma con agua destilada y limpiar con un pañuelo desechable para evitar ralladuras.

3.3 Tomar una gota de la solución y colocarla en el refractómetro.

3.4 Observar la escala del refractómetro y anotar la lectura indicada. (La temperatura se corrige automáticamente, de acuerdo con el refractómetro. La limpieza del equipo debe hacerse atendiendo el instructivo del mismo).



4. Expresión de resultados

La lectura indicada por el refractómetro es igual al grado Brix de la muestra.

3.1.1.1.3.2 Determinación de grados Brix para Templas o masas cocidas (A, B, C), mieles (A, B), fundidos (B, C), miel final y melaza

1. Basándose

NMX-F-274-1984 DETERMINACION DEL GRADO BRIX EN MUESTRAS DE MELADURA, MASAS COCIDAS, MIELES "A" Y "B" DE REFINERIA Y MIEL FINAL. POR METODO HIDROMETRO

2. Reactivos y material

Agua

Jarra de plástico de 1000 cm³.

Probeta de 500 cm³.

Balanza de dos platillos con sensibilidad de ± 0.1 gr.

Hidrómetro Brix calibrado con escala conveniente.

3. Metodología

3.1 Preparación de la muestra.

3.1.1 La muestra se debe homogenizar.

3.1.2 Colocar en cada plato de la balanza una jarra de plástico, ajustando el fiel a cero con el contrapeso.

3.1.3 En una de las jarras, verter unos 300 cm³ de la muestra a analizar y en el otro un peso de agua igual a la muestra, ajustando el fiel a cero.



3.1.4 Transferir cuantitativamente el agua dentro del vaso que contiene la muestra, agitando hasta disolverla completamente.

3.2 Llenar la probeta con la muestra preparada, hasta su derrame para eliminar la espuma.

3.3 Introducir cuidadosamente el hidrómetro Brix con escala apropiada, de tal manera que el vástago no se sumerja más de 1 cm, de la posición en que debe permanecer estable, flotando libremente, es decir, sin tocar las paredes de la probeta.

3.4 Dejar en reposo durante 10 minutos para expulsión de las burbujas de aire ocluido.

3.5 Tomar la lectura en la parte inferior del menisco, anotando unidades y décimas.

3.6 Tomar al mismo tiempo la temperatura de la muestra sujeta a análisis.

3.7 Corregir por temperatura la lectura observada, empleando para el efecto la tabla correspondiente de BSM.

4. Expresión de resultados

4.1 Si la temperatura de la muestra es mayor a 20 ° Centígrados, sumar al grado Brix observando el valor de la corrección correspondiente, y si la temperatura es menor, restarla.

4.2 En caso de dilución, multiplicar por dos el valor resultante, para obtener el grado Brix corregido a 20 ° Centígrados, de la muestra sin diluir.



3.1.1.1.4 Determinación de sacarosa aparente para jugo claro, meladura evaporada y miel final

1. Basándose

NMX-F-235-SCFI-2012 INDUSTRIA AZUCARERA Y ALCOHOLERA- DETERMINACIÓN DE POL (SACAROSA APARENTE), EN MUESTRAS DE MELADURA, MASA COCIDA, MIELES, LAVADOS Y MIEL FINAL

2. Reactivos y material

2.1 Reactivos

Agente clarificador.

2.2 Material

Papel filtro para análisis de azúcar.

Tubo polarimétrico con longitud de 200 mm previamente verificado a 0 con agua destilada.

Vaso de vidrio de 250 mL.

Matraz Kohlrausch de 200 mL.

Embudo sin vástago de plástico de 12 cm de diámetro.

Polarímetro con escala internacional graduado en °Z (Deberá de contar con informe de calibración y/o verificación con patrones de cuarzo certificados).

Tubo para polarizar de 200 mm de longitud.

3. Metodología

3.1 Homogenizar la muestra.

3.2 Preparar una disolución 1:1 con la muestra homogénea.

3.3 Pesar 26 gr de la disolución 1:1 en un matraz aforado de 200 mL.



3.4 Aforar con agua y añadir la cantidad mínima necesaria de agente clarificador para efectuar una buena clarificación.

3.5 Agitar vigorosamente y filtrar (Para la filtración debe estar previamente preparado el embudo de vástago con el papel filtro sobre el vaso de vidrio de 250 mL)

3.6 Enjuagar 2 o 3 veces el tubo polarimétrico de 200 mm con la solución filtrada, llenar y hacer la lectura polarimétrica.

4. Expresión de resultados

4.1 Cálculos:

Sacarosa aparente= (Polarización) (4,4)



3.1.1.1.5 Determinación de reductores totales en jugo claro, meladura evaporada y miel final

1. Basándose

**NMX-F-496-SCFI-2011 INDUSTRIA AZUCARERA Y ALCOHOLERA-
DERMINACION DE REDUCTORES TOTALES EN AZUCARES Y MATERIALES
AZUCARADOS**

2. Reactivos y material

2.1 Reactivos

Agua destilada
Solución Fehling A
Solución Fehling B
Solución azul de metileno

2.2 Materiales

Parrilla eléctrica
Bureta de 50 mL graduada
Pipeta graduada de 10 mL
Matraces Erlenmeyer de 250 mL
Matraz aforado de 500 mL
Vaso de precipitado de 500 mL
Pinzas para matraz
Balanza con sensibilidad de ± 0.0001 gr

3. Metodología

3.1 Pesar y transferir 25 gr de muestra diluida, en un matraz aforado de 100 mL y aforar con agua destilada y homogenizar.

3.2 En muestra de miel final tomar 10 gr de la doble dilución y llevarlo a un matraz aforado de 100 mL y aforar con agua destilada y homogenizar.

3.3 Transferir toda la solución en la bureta de 50 mL.



3.4 Medir y transferir 5 mL de solución A y 5 mL de solución B a un matraz Erlenmeyer de 250 mL, agregar 15 mL de agua destilada.

3.5 Calentar la muestra anterior cuando este en ebullición agregar 4 gotas de azul de metileno y titular con la solución preparada en el punto 2.2.

4. Expresión de resultados

4.1 Cálculos:

La fórmula empleada para obtener el contenido de sustancias reductoras totales en la muestra analizada, es:

$$\% \text{Reductores totales} = \frac{(FF)(100)}{(T)(C)} \times 2$$

Donde:

FF: Factor de valoración de la solución de Fehling que es de 0,05 gr

T: Mililitros de solución empleada en la titulación

C: Gramos de muestra /aforo (gramos/mililitros)



3.1.1.1.6 Determinación de color para azúcar blanca, estándar, refinada

1. Basándose

NMX-F-526-1992 INDUSTRIA AZUCARERA DETETERMINACION DE COLOR POR ABSORBANCIA EN AZUCARES BLANCOS. METODO DE PRUEBA

2. Reactivos

Agua destilada

3. Materiales

Espectrofotómetro, fotómetro o colorímetro con capacidad para medir transmitancia o absorbancia a una longitud de onda de 420 nanómetros. (Las lecturas fotométricas deberán ser de 0 a 100% de transmitancia o absorbancia de 0 a 2 en unidades de absorbancia y una amplitud de onda de ± 10 nanómetros.

Celdas de 10 mm de longitud.

Membrana filtrante de 50 milímetros de diámetro y tamaño de poro de 0.45 micrómetros.

Barra magnética de agitación.

Agitador magnético.

4. Metodología

4.1 Preparación de la muestra

4.1.1 Preparar una solución con la muestra y agua destilada a temperatura ambiente con una concentración de 50 gr muestra y 50 gr de agua destilada para dar una solución de 50° Brix ± 0.2 .

4.2 Ajustar el aparato a cero, usando una celda con agua destilada a una longitud de onda de 420 nanómetros. Efectuar la medición de la absorbancia de la solución de azúcar; los valores obtenidos deben estar comprendidos entre 20 y 80% de transmitancia.



5. Expresión de resultados

El índice de absorbancia de la solución, se calcula de la siguiente manera:

$$\text{COLOR} = \frac{A_s}{bc} \times 100$$

Donde:

A_s= Absorbancia

b= Longitud de la celda en cm

c= Concentración de sólidos totales en gramos/centímetros cúbicos determinado refractométricamente y calculando con la densidad a 20°/20°C.

El resultado se reporta como color ICUMSA y se expresa en unidades ICUMSA a 420 nanómetros.



3.1.1.1.7 Determinación de humedad para azúcar blanca, estándar, refinada

1. Basándose

NMX-F-428-1982 DETERMINACION DE HUMEDAD MÉTODO RAPIDO DE LA TERMOBALANZA

2. Materiales

Balanza de determinación de humedad equipada con una lámpara infrarroja de 250 Watts

Platillos de aluminio

3. Metodología

3.1 Soltar el sujetador del plato para muestra, revisándolo para asegurarse de que el plato corre libremente sobre su soporte finamente punteado, y que este limpio y seco.

3.2 Ajustar al 0 y 100 por ciento.

3.3 Determinar 5 gramos de la muestra pesada en la misma balanza y distribuida cuidadosamente y uniformemente en el platillo.

3.4 Con la fuente de potencia debidamente ajustada, bajar la tapa de la balanza. La muestra comenzará a perder humedad y la manecilla se moverá hacia arriba. Después de pasado un tiempo de 10 a 20 minutos, permitir que el dispositivo llegue al equilibrio durante dos minutos y se realiza la lectura.

4. Expresión de resultados

La lectura directa obtenida de la termobalanza se registrara como porcentaje total de humedad.



3.1.1.2 Parámetros de calidad

No se manejan todas las especificaciones de referencia ya que son parámetros internos de ISRP.

Tabla 5. ESPECIFICACIONES FISICOQUIMICAS

MUESTRA	PARAMETROS	VALORES DE REFERENCIA
*Jugo sulfitado	• pH	4.8-5.5
*Jugo alcalizado	• pH	7.0-7.2
**Jugo claro	• pH • Grados Brix	8.0-8.5 16-17
***Meladura evaporada	• Grados Brix	55-65
****Templa A ó Masa cocida A	• Grados Brix • Pureza	90-92 < 84
****Templa B ó Masa cocida B	• Grados Brix • Pureza	92-94 73-78
****Templa C ó Masa cocida C	• Grados Brix • Pureza	94-97 54-58
+Melaza	• Grados Brix	85
++Azúcar estándar	• Color (UI) • Humedad (%)	Máximo 600 Máximo 0.06
+++Azúcar blanca	• Color (UI) • Humedad (%)	Máximo 200 Máximo 0.06
++++Azúcar refinada	• Color (UI) • Humedad (%)	Máximo 45 Máximo 0.04

*Esparza, (1985). *Haciendo Azúcar: Alcalización y Calentamiento del Jugo. Volumen 3.* Editorial ACRA CORPORATION

**Esparza, (1985). *Haciendo Azúcar: Clarificación del jugo. Volumen 4.* Editorial ACRA CORPORATION

***Esparza, (1986). *Haciendo Azúcar: Evaporación del jugo. Volumen 5.* Editorial ACRA CORPORATION

****Hugot, (1964). *Manual para Ingenieros Azucareros.* Editorial Continental

+NMX-Y-327-1998-SCFI ALIMENTOS PARA ANIMALES- MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum*)- ESPECIFICACIONES

++NMX-F-084-SCFI-2004 INDUSTRIA AZUCARERA- AZUCAR REFINADA- ESPECIFICACIONES

+++NMX-F-516-SCFI-2004 INDUSTRIA AZUCARERA- AZUCAR- BLANCO ESPECIAL- ESPECIFICACIONES

++++NMX-F-003-SCFI-2004 INDUSTRIA AZUCARERA- AZUCAR REFINADA- ESPECIFICACIONES



3.1.2 Administrativas

3.1.2.1 Reporte de datos

Los resultados de los análisis fisicoquímicos deben ser reportados oportunamente por radio al encargado correspondiente. Los encargados a los que se debe dar la información son:

3.1.2.1.1 Azucarero en turno. Encargado del mini-negocio elaboración, al cual se le debe proporcionar datos de las siguientes áreas:

- Jugos y meladuras
- Evaporación
- Cristalización
- Secado

3.1.2.1.2 Supervisor bodega de azúcar. Responsable de producto terminado, se le proporcionan los resultados de melaza y azúcar de envase, con estos datos es orientado en que lote se almacena el azúcar.

Si se nota un resultado fuera de rango se ordena traer otra muestra para confirmar el dato e inmediatamente se reporta al responsable del área para que haga los ajustes pertinentes en el proceso.

Al finalizar el reporte por radio se envía un informe al encargado mediante un formato escrito donde se especifica la hora, análisis y el nombre de quien realizó dicho análisis.

3.1.2.2 Captura de datos

Dentro del laboratorio se manejan dos formas para la captura de datos:

3.1.2.2.1 Escrita. Todos los datos de un día completo de zafra, son anotados en el formato que recibe el nombre "Hoja Diaria", aquí cada química en su turno captura de forma manual todos los resultados de los análisis fisicoquímicos, observaciones, producción de azúcar, nivel del silo, viajes de cachaza y/o basura y consumos del azucarero. Al finalizar el turno cada química y muestrero debe firmar esta hoja.



En una libreta especial se respaldan los datos de azúcar envasada donde se anota fecha, hora, color del azúcar, humedad, cantidad de sacos de azúcar envasados y nivel de silo. Esta información servirá para futuras consultas al finalizar zafra.

3.1.2.2.2 Electrónica. Cada química es responsable de respaldar en la computadora todos los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos de su turno. Al finalizar el reporte por radio de azúcar envasada, inmediatamente deben capturarse estos datos en un programa llamado SICO ya que esto orientara al supervisor de bodega de azúcar para ver si se cumplen con los requerimientos del cliente.

3.1.2.3 Supervisión

Se nos asignan diferentes áreas para actividades de supervisión:

- **Áreas blancas (Centrifugas y envasado).** Durante el turno se debe verificar que en dichas áreas se cumpla con los requerimientos de higiene y calidad, cada mini-negocio maneja un formato que indica cómo debe ingresar y permanecer el personal en su área de trabajo. Nosotros debemos asegurarnos que se cumplan dichos requerimientos y firmar estos formatos. Centrifugas labora los 3 turnos y envasado solo primero y segundo turno.
- **Alcalizado.** Al finalizar el turno se verifica la cantidad de bultos de cal que se utilizaron durante el turno y se firma de conformidad.
- **Bodega de azúcar.** Cuando se termina el turno y el personal asignado acaba de envasar se escogen al azar súper sacos de azúcar y se coteja que existan en el reporte como físicamente y se firma de conformidad la cantidad de azúcar envasada. Se le solicita al supervisor que nos facilite la información del nivel de silo.



3.1.2.4 Tareas extraordinarias

Para que el laboratorio cumpla con las metas planteadas, una vez por semana se realiza una junta, donde se discuten problemas detectados y en equipo se da una posible solución. Se nos informa de forma detallada los avances que se observan durante la zafra y conforme a esto en qué aspectos podemos mejorar como mini-negocio. Se inculca mucho el trabajo en equipo.

Aparte de nuestro trabajo rutinario, se nos asigna a cada química tareas extras por ejemplo imprimir formatos de laboratorio, tener un inventario del material de laboratorio, calibración de equipo, etc.

- La tarea extra que se me asigno es la de llevar un control de los viajes de cachaza, basura y /o desperdicios que se dan durante los días de zafra. Se debe de informar oportunamente de forma quincenal la cantidad de viajes que se hacen, y enviar al personal correspondiente que es el encargado de pagar a las personas que realizan dichos viajes.
- El mini-negocio es responsable de emitir los “Certificados de calidad”, ya que contamos con todos los datos del azúcar que sale de proceso, por lo tanto las químicas en turno somos responsables de facilitar dicho formato las veces que lo solicite el supervisor de bodega de azúcar.
- Cada química es responsable de lavar y surtir el material necesario de su mesa de trabajo.
- Continuamente hacemos la aplicación de las 5's herramientas básicas de mejora de la calidad, en el laboratorio.



3.2 MUESTREO DE JUGOS, MELADURAS Y MIELES DEL INGENIO SAN RAFAEL DE PUCTE

En el 2009 el grupo BSM obtuvo el distintivo de Empresa Socialmente Responsable (ESR), con el cual se reconocieron las prácticas que ya de tiempo atrás los diferentes Ingenios de BSM han desarrollado en cada localidad: cumplir integralmente con su finalidad económica, social y ambiental; respondiendo en sus contextos interno y externo a las expectativas de sus grupos de interés y, respetando la dignidad de las personas, el medio ambiente y las comunidades en las que operan. (BSM, 2013)

El grupo BSM, certificado en ISO 9001:2008 e ISO 22000:2005, siendo el segundo productor de azúcar a nivel nacional y el primer productor privado del país, a lo largo de su historia, se ha distinguido por incorporar a su gestión una visión social más allá de sus obligaciones legales, considerando las expectativas de la comunidad, (BSM, 2013)

Las empresas modernas hoy no pueden ni deben dejar de lado la gran responsabilidad que representa el producir con una conciencia ecológica, son evidentes las consecuencias de un uso racional de los recursos del planeta, (Arreguín, 2011). En los últimos años el ingenio ha ido creando nuevas ideas para el mejoramiento ambiental evitando por supuesto la contaminación del planeta, se ha observado en el laboratorio de fabrica y control de calidad que hay muchas mermas de materia prima, esto implica costos. Para seguir implementado estas ideas se ha optado efectuar mejoras para evitar desperdicios y a su vez la contaminación ambiental.

Como se menciona anteriormente el laboratorio de fábrica efectúa diferentes análisis fisicoquímicos al material que se va procesando, para adquirir el producto final que es el azúcar. Se ha observado que en ocasiones no se ocupa todo la muestra recolectada por el muestrero para realizar dichos análisis y este material es desechado. Este problema se ha detectado en dos áreas en particular:

- **Jugos y meladuras.**
- **Centrifugas**



3.2.1 Jugos y meladuras

Las muestras y los análisis que se efectúan en esta área, se conoce como “Corrida de jugos” y se detallan en la tabla 1, para llevar acabo dichas determinaciones el material proporcionado es de aproximadamente un litro cada uno, como se observa en la figura 29.



Figura 29: Muestras de jugos y meladuras

Realizando algunos cálculos podemos notar en la segunda columna de la tabla 6, que se toma como referencia la cantidad de 1.5 L por cada uno de los materiales a analizar, cada turno realiza 8 análisis por cada muestra, se trabajan tres turnos al día y aproximadamente la zafra tarda 7 meses que es equivalente a 196 días.

Teniendo esto como referencia se calcula que se tiene una pérdida de 7,056 L por cada muestra y si tomamos que cada corrida de jugos corresponde a 7 materiales a analizar nuestra perdida por zafra es de 49,392 L.

TABLA 6. CALCULO DE MATERIAL UTILIZADO EN CORRIDA DE JUGOS, ANTES DE REALIZAR AJUSTES CORRESPONDIENTES

FRECUENCIA	POR MUESTRA (L)	CORRIDA DE JUGOS (L)
Cada hora	1.5	10.5
Turno	12	84
Día	36	252
Zafra	7,056	49,392



Después de realizar un análisis sobre la cantidad de material requerido para obtener resultados óptimos y nos permita realizar todas las determinaciones, se establecieron las siguientes cantidades:

- Jugo alcalizado, jugo sulfitado, meladura evaporada y meladura clarificada se deberá de tomar aproximadamente una muestra de 450 mL.
- Jugo claro se tomara cerca de 650 mL ya que para realizar la determinación de Claridad de jugo claro se necesita una cantidad de más o menos 500 mL.

Estos cálculos se hicieron tomando en cuenta todos los análisis fisicoquímicos que se realizan a cada material del proceso, que se detalla en la tabla 1.

Los envases donde se almacena la muestra a analizar se marcaran con plumón permanente para que el muestrero se oriente y recolecte solo lo necesario, como se puede observar en la figura 30.



Figura 30: Envases marcados para recolección de corrida de jugos



Con los cambios elaborados en la corrida de jugos se podrá lograr un ahorro de aproximadamente 32,692.8 L por zafra, ya que solo se tendrá un gasto mínimo del material como se explica en la tabla 7.

TABLA 7. CALCULO DE MATERIAL UTILIZADO EN CORRIDA DE JUGOS, CON AJUSTES CORRESPONDIENTES

FRECUENCIA	CORRIDA DE JUGOS (L)
Cada hora	3.55
Turno	28.4
Día	85.2
Zafra	16,699.2

Así mismo podemos observar que si aplicamos esto se tiene un ahorro aproximado del 66.19% lo que también nos indica disminución de costos y menos desperdicios.

3.2.2 Centrifugas

Con lo anterior se pudo detectar también que el área de centrifugas también presenta este problema, ya que para poder realizar lo que conocemos como “Corrida de miles” se nos lleva a analizar una cantidad aproximada de 2 L de cada material, los análisis se detallan en la tabla 3.

En la figura 31 podemos observar que las como las muestras se tomaban en mayor proporción.



Figura 31: Corrida de mieles



La tabla 8 nos muestra que se toma como medida 2 L de cada uno de los materiales a analizar, teniendo en cuenta que la corrida de mieles se realiza dos veces al turno, y como en la corrida de jugos se trabajan 3 turnos al día y se toma que la zafra dura aproximadamente 7 meses.

TABLA 8. CALCULO DE MATERIAL UTILIZADO EN CORRIDA DE MIELES, ANTES DE REALIZAR AJUSTES CORRESPONDIENTES

FRECUENCIA	POR MUESTRA (L)	CORRIDA DE MIELES (L)
Cada hora	2	14
Turno	4	28
Día	12	84
Zafra	2,352	16,464

Sin realizar los ajustes pertinentes se tenía un gasto de corrida de mieles de aproximadamente 16,464 L por zafra, tomando en cuenta que la corrida consta de 7 muestras a analizar.

Realizando los cálculos necesarios, en la tabla 9 se da una idea aproximada de las modificaciones realizadas, se toma como referencia que se deberá tomar la cantidad de 1.5 L por cada muestra, con lo que se logra un ahorro de 4,116 L por zafra que representa aproximadamente un ahorro significativo del 25%.

TABLA 9. CALCULO DE MATERIAL UTILIZADO EN CORRIDA DE MIELES, CON AJUSTES CORRESPONDIENTES

FRECUENCIA	CORRIDA DE JUGOS (L)
Cada hora	10.5
Turno	21
Día	63
Zafra	12,348



De la misma manera que se hizo anteriormente en la corrida de jugos, los botes de muestreo son marcados indicándole al muestrero hasta donde debe de tomar la muestra como se aprecia en la figura 32, así ellos no tendrán problema de medir la cantidad que se desea para determinar nuestros análisis.



Figura 32: Envases marcados para corrida de mieles



CONCLUSIONES

Se realizaron diferentes cálculos de cuanta muestra debería ser tomada, sin que afectara los análisis y ajustándonos a las normas de calidad de cada uno de ellas. En el área de **Jugos y meladuras** se tiene un gasto de 49,392 L a la Zafra de todas las muestras tomadas. Por lo tanto se determino que para realizar la “Corrida de jugos”, se deberá tomar aproximadamente una muestra de 450 mL para jugo alcalizado, jugo sulfitado, meladura evaporada y meladura clarificada. Y para jugo claro se tomara alrededor de 650 mL ya que para realizar la determinación de claridad de jugo claro se necesita una cantidad de más o menos 500 mL. Con estos ajustes se puede observar que se tiene un ahorro aproximado de 32,692.8 L de toda la corrida por zafra, que es equivalente al 66.19% lo que nos indica disminución de costos y menos desperdicios.

Para el área de **Centrifugas** donde se toman las muestras para la “Corrida de mieles” al inicio se hacia un gasto de 16,464 L a la zafra, haciendo los ajustes pertinentes se decidió que cada toma de muestra deberá de ser de 1.5 L, así se tiene un ahorro del 25% que es equivalente a 12,348 L, que nos da un ahorro significativo y se ve menos merma de estos materiales.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que el material que se destine a desecho se reprocese, con la condición de que estas no estén manipuladas o contaminadas con químicos, para que no afecten el material en proceso.



BIBLIOGRAFIA

- ❖ Arca, P. M. (1984). *Tachos. Volumen 2*. Editorial ACRA CORPORATION
- ❖ Arca, P. M. (1988). *El Consultor. Guía práctica para solucionar problemas en fábricas de azúcar de caña*. Editorial ACRA CORPORATION
- ❖ Arreguín, L. E. (2011). *Propuesta para establecer medidas con enfoque de producción más limpia en el Ingenio El Potrero, Veracruz*. Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo-IPN. Tesis de Maestría
- ❖ Azucarera *El Viejo*. <http://www.ingenioelviejo.com> 23/07/2013 23:34:13 horas
- ❖ Badui, D. S. (2006). *Química de los Alimentos*. Editorial Pearson Educación-Addison Wesley
- ❖ Batule, E. (2008). *Método de Análisis Azucarero. Serie Azucarera 10 Tomo I*
- ❖ Batule, E. (2009). *La clarificación del jugo de la caña y la meladura. Serie Azucarera 15*
- ❖ BSM (Beta San Miguel). <http://www.bsm.com.mx> 17/02/2013 11:03:23 horas
- ❖ CNIAA (Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y Alcohólica). <http://www.org.mx> 30/09/2013 17:00:12 horas
- ❖ Dominic, W. S., Wong, Ph. D. (1995). *Química de los alimentos mecanismos y teoría*. Editorial Acribia.
- ❖ Esparza, R. (1985). *Haciendo Azúcar: Alcalización y Calentamiento del Jugo. Volumen 3*. Editorial ACRA CORPORATION



- ❖ Esparza, R. (1985). *Haciendo Azúcar: Clarificación del jugo. Volumen 4*. Editorial ACRA CORPORATION
- ❖ Esparza, R. (1986). *Haciendo Azúcar: Evaporación del jugo. Volumen 5*. Editorial ACRA CORPORATION
- ❖ Esparza, R. (1988). *Haciendo Azúcar: Cristalizadores y Magma. Volumen 6*. Editorial ACRA CORPORATION
- ❖ FAO. (1996) *Manuales para el control de la calidad de los alimentos: La garantía de la calidad en el laboratorio químico de control de los alimentos*. Editorial OMS-FAO
- ❖ Fennema, O. R. (2000). *Química de los alimentos*. 2da edición. Editorial Acribia
- ❖ Fox, B. y Cameron, A. (1999). *Ciencia de los alimentos, nutrición y salud*. Limusa
- ❖ Fuentes, N. S. (2006). *Optimización del proceso de fabricación de azúcar blanca para mejorar la calidad, en el Ingenio Santa Teresa S.A.* Universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis de Licenciatura
- ❖ GEV (Gobierno del Estado de Veracruz), *Monografía de la caña de azúcar*. Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria, <http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMAGENES/ARCHIVOSPDF/ARCHIVOSDIFUSION/MONOGRAFIA%20CA%D1ADEAZUCAR2010.PDF> 30/09/2013 17:44:44 horas
- ❖ Gómez, N. J. (1998). *Historia y Geografía de Quintana Roo*. Colegio de Bachilleres del Estado de Quintana Roo
- ❖ Hugot, E. (1964). *Manual para Ingenieros Azucareros*. Editorial Continental



- ❖ INAFED Gobierno del Estado de Quintana Roo (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). <http://www.inafed.gob.mx> 27/07/2013 19:01:22 horas
- ❖ NMX-F-003-SCFI-2004 INDUSTRIA AZUCARERA- AZUCAR REFINADA- ESPECIFICACIONES (CANCELA A LA NMX-F-003-1991)
- ❖ NMX-F-084-SCFI-2004 INDUSTRIA AZUCARERA- AZUCAR ESTANDAR- ESPECIFICACIONES (CANCELA A LA NMX-F-084-1991)
- ❖ NMX-F-235-SCFI-2012 INDUSTRIA AZUCARERA Y ALCOHOLERA- DETERMINACIÓN DE POL (SACAROSA APARENTE), EN MUESTRAS DE MELADURA, MASA COCIDA, MIELES, LAVADOS Y MIEL FINAL
- ❖ NMX-F-266-SCFI-2012 INDUSTRIA AZUCARERA Y ALCOHOLERA- DETERMINACION DEL pH EN MUESTRAS DE JUGOS DE CAÑA DE AZUCAR, MELADURA Y MIELES
- ❖ NMX-F-274-1984 DETERMINACION DEL GRADO BRIX EN MUESTRAS DE MELADURA, MASAS COCIDAS, MIELES "A" Y "B" DE REFINERIA Y MIEL FINAL. POR METODO HIDROMETRO
- ❖ NMX-F-428-1982 DETERMINACION DE HUMEDAD MÉTODO RAPIDO DE LA TERMOBALANZA
- ❖ NMX-F-436-SCFI-2011 INDUSTRIA AZUCARERA Y ALCOHOLERA- DETERMINACION DE GRADOS BRIX EN JUGOS DE ESPECIES VEGETALES PRODUCTORAS DE AZÚCAR Y MATERIALES AZUCARADOS- METODO DEL REFRACTOMETRO
- ❖ NMX-F-496-SCFI-2011 INDUSTRIA AZUCARERA Y ALCOHOLERA- DETERMINACION DE REDUCTORES TOTALES EN AZUCARES Y MATERIALES AZUCARADOS



- ❖ NMX-F-516-SCFI-2004 INDUSTRIA AZUCARERA- AZUCAR BLANCO ESPECIAL- ESPECIFICACIONES (CANCELA A LA NMX-F-516-1990)
- ❖ NMX-F-526-1992 INDUSTRIA AZUCARERA DETETERMINACION DE COLOR POR ABSORBANCIA EN AZUCARES BLANCOS. METODO DE PRUEBA
- ❖ NMX-Y-327-1998-SCFI ALIMENTOS PARA ANIMALES- MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum*)- ESPECIFICACIONES
- ❖ Potter, N. y Hotchkiss, J. H. (1999). *Ciencia de los alimentos*. Editorial Acribia
- ❖ Santamaría, G. A. (2002). *Tecnología y términos azucareros. Siglo XX*. Escuela de Estudios Hispano- Americanos, Consejo Superior de Investigaciones Científicas
- ❖ SIB (Superintendencia de Bancos), *Análisis de Sectores Económicos: Sector Azucarero*.
http://www.sib.gob.gt/c/document_library/get_file?folderId=37957&name=DLFE-10628.pdf 30/07/2013 19:13:24 horas
- ❖ Stamile, S. y Silva, J. (2010). *Clarificación de meladura por flotación*. ENGENHO NOVO
- ❖ W₁, *Beta San Miguel*. <http://www.bsm.com.mx> 17/02/2013 12:50:13 horas
- ❖ W₂, *Zafranet*. <http://www.zafranet.com> 17/02/2013 22:19 horas
- ❖ W₃, *ecuavisa* <http://www.ecuavisa.com/articulo/noticias/internacionales> 16/03/2013 09:32:11 horas
- ❖ W₄, *blogderossella* <http://elblogderossella.blogspot.mx/p/el-azucar.html> 06/03/2013 14:15:07 horas
- ❖ W₅, *comohacerpara*. <http://cocina.comohacerpara.com/n1184/como-hacer-azucar-glass.html> 21/02/2013 10:12:09 horas



- ❖ W₆, *Beta San Miguel*. <http://www.bsm.com.mx> 24/03/2013 17:33:12 horas
- ❖ W₇, *Beta San Miguel*. <http://www.bsm.com.mx> 30/09/2013 16:28:29 horas
- ❖ W₈, *Beta San Miguel*. <http://www.bsm.com.mx> 30/09/2013 16:29:39 horas
- ❖ W₉, *Beta San Miguel*. <http://www.bsm.com.mx> 30/09/2013 16:30:12 horas
- ❖ W₁₀, *Beta San Miguel*. <http://www.bsm.com.mx> 12/11/2012 22:05:42 horas
- ❖ W₁₁, *Azucarera El viejo*. http://www.ingenioelviejo.com/ing_etapas.aspx 23/09/2013 23:34:13 horas
- ❖ Zumbado, F. H. (2004). *Análisis químico de los alimentos: Métodos clásicos*. Editorial Universitaria