



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

“Impacto de los Parámetros de Control de las Características
Reológicas en la Etapa de Conchado en la Fabricación de
Masa Chocolate Leche.”

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

(PROYECTO DE GRADUACIÓN)

LUIS MIGUEL REGALADO RODAS

(EXAMEN COMPLEXIVO)

SILVANA MARÍA SÁNCHEZ LEGARDA

Previo a la obtención de Título de:

INGENIEROS DE ALIMENTOS

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2015

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios quien me dio la fuerza de seguir y no doblegarme en el camino. A todas las personas que hicieron posible mi dedicación durante esta etapa de mi vida, quienes con sus consejos sembraron en mí el concepto que el estudio es el futuro para el éxito. A cada una de las personas que conocí en el ámbito profesional, que con su soporte hicieron que culminara este proyecto gracias a las directrices que me brindaron durante todo este largo camino. En especial a mi familia, a mis amigos, a mis profesores, y a la Ingeniera Priscila Castillo quien me brindo su confianza y apoyo como mi directora de proyecto.

Luis Regalado

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por la vida, por la fuerza que me ha dado para cada obstáculo que ha puesto en mi camino para hacerme la mujer que soy. A mi familia en especial a mis padres por todo su apoyo y soporte para desarrollarme y nunca dejar de creer en mí, A mis maestros, profesores, compañeros de trabajo, por su guía y dirección para el desarrollo de este proyecto y a la Ingeniera Priscila Castillo quien me brindó su apoyo para dirigir este proyecto.

Silvana Sánchez

DEDICATORIA

A Dios, por la voluntad dada, ya que él sabe todo el esfuerzo que sobrellevo cada día, y más cuando es de superación frente a las adversidades que se presentaron y se presentaran en cada paso de mi vida.

Todo el esfuerzo que se ve reflejado en este proyecto, se lo dedico a mi madre Lucila Rodas Duarte, eje fundamental en mi vida, quien incondicionalmente me da todo su soporte y amor en mis triunfos y derrotas, en cada paso que doy y las travesías que emprendo a lo largo de mi vida y que nada es imposible de alcanzar frente a las

circunstancias en las que estés viviendo. A mis hermanas, mis hermanos, a mi padre y su esposa por los consejos brindados. A mis amigos quienes con su soporte y hospitalidad hacían que esta carrera sea más llevadera. Y a todas y cada una de las personas que aportaron su confianza en mí.

Luis Regalado

DEDICATORIA

Dedico todo el esfuerzo entregado en el desarrollo de este proyecto a mis padres Xavier y Ketty, por su entrega incondicional para apoyarme durante mis años de formación, por no decir nunca no ante cualquier iniciativa de estudio y permitirme formarme como una profesional completa. Por haber estado a mi lado en cada uno de mis pasos buenos y malos y haberme levantado en cada logro y en cada caída. Por creer en mí y en todas mis decisiones. Por sus enseñanzas y consejos, para los cuales jamás será suficiente el tiempo para agradecerlos; y que ojalá me permitan parecerme aunque sea un poco a lo que ellos han sido.

Silvana Sánchez

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Jorge Duque R.,
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Priscila Castillo S.
DIRECTORA DEL TFG

Ing. Natasha Coello G.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo Final de Graduación, nos corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Luis Miguel Regalado Rodas

Silvana María Sánchez Legarda

RESUMEN

Durante el último semestre en la Empresa Chocolate S.A., donde se fabrican diversas masas de chocolate para su posterior moldeo se recibía un gran número de reclamos de clientes que indicaban diferencias en el producto, referente a textura; lo cual, ocasiona reproceso y retrabajos innecesarios que influyeron en costos directos en la producción de sus productos. El mayor índice de reclamos de los clientes se debe a desviaciones sensoriales, las cuales afectan de manera directa el desempeño de las líneas de producción, repercutiendo en una falta de chocolates, perdiendo ventas y preferencia en el mercado local.

Este defecto dio la pauta para realizar este proyecto, el cual estudió la línea de producción de masas de chocolate desde la recepción de las materias primas hasta la etapa de conchado, enfocándose en las oportunidades de mejora y establecimiento de medidas de control necesarias para la elaboración de chocolate.

Se estableció como objetivo la reducción de la variabilidad de la viscosidad de la masa de chocolate leche, disminuyendo así los reclamos de los clientes y optimizando de esta manera el proceso.

Dentro de este estudio se profundizó en el proceso de fabricación de chocolate y la importancia de los parámetros reológicos como viscosidad plástica, límite de flujo y granulometría que afectan a la finura de las masas.

Durante el desarrollo del proyecto se analizaron los reclamos de clientes, el estatus del retrabajo generado a partir de los reclamos, más todos los gastos adicionales que afectaban el presupuesto anual de la Empresa. A través del levantamiento de información por etapas se identificó que no existía un proceso controlado en varios parámetros. Se revisó el diagrama de flujo de procesos, identificando potenciales causas raíces y se desarrolló un esquema de control que refuerce cada etapa de producción buscando reducir la variabilidad de la viscosidad.

Como resultado de este proyecto se logró una reducción del 75% de reclamos atribuidos a la textura de las masas; un fuerte impacto económico en base a todas las mejoras realizadas y a la optimización del proceso tanto en uso de materiales, uso de mano de obra y gastos fijos relacionados a mantenimientos, consolidando un proceso estable pero sobretodo eficiente reduciendo el costo de producción en un 5%, permitiendo mantener costos competitivos en el mercado.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	ii
ÍNDICE GENERAL	iv
ABREVIATURAS	viii
SIMBOLOGÍA.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES.....	3
1.1. Justificación del proyecto.....	3
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivos generales.....	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3 Etapas de la elaboración de Chocolate.....	6
1.3.1. Materias Primas.....	7
1.3.2. Mezclado, Pre – Refinado, Refinado y Conchado.....	14
1.3.3. Almacenamiento.....	20
1.4. Importancia de los parámetros reológicos en el proceso de producción de chocolate	20

1.4.1. Viscosidad Plástica.....	21
1.4.2. Limite Flujo.....	22
1.4.3. Granulometría.....	22

CAPÍTULO 2

2. ANÁLISIS SITUACIÓN ACTUAL.....	23
2.1. Situación Actual de Reclamos y Re-trabajo.....	23
2.1.1. Análisis de los reclamos recibidos.....	26
2.1.2. Análisis de Re-trabajo actual.....	28
2.1.3. Análisis mediante Ishikawa de los impactos actuales.....	32
2.2. Situación Actual de los Controles de Calidad en el Proceso.....	36
2.2.1. Diagrama de Flujo del Proceso de Controles de Calidad....	36
2.2.2. Análisis Causa Raíz de las desviaciones en la masa chocolate leche mediante Ishikawa.....	38
2.3 Propuesta de Verificación de parámetros de control en la etapa de Conchado.....	42

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS Y SENSORIALES EN LA MASA DE CHOCOLATE LECHE EN EL PROCESO DE CONCHADO.....	44
3.1. Estudio de Comportamiento Reológico de la masa de Chocolate leche en el proceso.....	45

3.1.1. Análisis en la Variabilidad de la Viscosidad Plástica.....	46
3.1.2. Análisis en la Variabilidad del Límite de Flujo.....	47
3.1.3. Reducción de la Viscosidad Plástica.....	49
3.2. Análisis Sensorial.....	54
3.2.1. Análisis Sensorial de las materias primas para la elaboración de la masa de Chocolate leche.....	57
3.2.2. Estudio Sensorial de la masa de Chocolate leche resultante	61
3.3 Análisis de Variabilidad de la Finura en la etapa de Conchado en la fabricación de masa Chocolate leche.....	64

CAPÍTULO 4

4. DETERMINACIÓN, ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES PARA LA ETAPA DE CONCHADO EN LA FABRICACIÓN DE MASA CHOCOLATE LECHE.....	67
4.1.1 Determinación de Parámetros de Control para la etapa de Conchado.....	68
4.1.2 Verificación de Parámetros de un proceso controlado en la etapa de conchado.....	70
4.1.3 Diagrama de Proceso con los controles propuestos.....	71

CAPÍTULO 5

5. ANÁLISIS E IMPACTO ECONÓMICO POSTERIOR A LA IMPLEMENTACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE CONTROLES EN LA FABRICACION DE MASA CHOCOLATE LECHE.....	75
5.1. Impacto Actual de Reclamos posterior a la implementación.....	76
5.1.1. Análisis de los reclamos recibidos.....	76
5.2 Reducción de variación de materia prima a través de la estandarización de receta y su impacto en el presupuesto anual.	78
5.3 Optimización de proceso posterior a la implementación.....	80
5.3.1. Disminución de costos relacionados al reproceso de productos fuera de especificación.....	80
5.3.2 Optimización del presupuesto de mantenimiento debido a la reducción del reproceso.....	82

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
--	----

APÉNDICE

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

S.A.:	Sociedad Anónima
L.E.S.:	Límite de Especificación Superior
L.E.I.:	Límite de Especificación Inferior
mm.:	Milímetro
g.:	Gramos
Kg.:	Kilogramo
PGPR:	Polirricinoleato de poliglicerol
EC:	Ecuador
Past.:	Pasteurizado
Mtto.:	Mantenimiento
Fig.:	Figura
Etc.:	Etcétera

SIMBOLOGÍAS

°C:	Grados Centígrados
%:	Porcentaje
°F:	Grados Fahrenheit
Pa.s.:	Pascal por Segundo
Pa.:	Pascal
μ:	Mu (micras)
#:	Número
\$:	Dólar Americano (Dinero)
$\frac{1}{2}$:	Mitad

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 1.1	Reclamos Presentados por Masa Chocolate Leche..... 4
Figura 1.2	Azúcar Blanca..... 8
Figura 1.3.	Leche en Polvo..... 10
Figura 1.4	Licor de Cacao..... 11
Figura 1.5	Manteca de Cacao..... 13
Figura 1.6	Mezclador..... 15
Figura 1.7	Pre-Refinador..... 16
Figura 1.8	Refinador..... 17
Figura 1.9	Concha..... 19
Figura 1.10	Tanques de Almacenamiento..... 20
Figura 2.1	Reclamos Recibidos 2013..... 24
Figura 2.2	Reclamos en Masa Chocolate Leche 2013..... 25
Figura 2.3	Desviaciones de Textura..... 28
Figura 2.4	Retrabajo de Chocolatería..... 29
Figura 2.5	Toneladas de Retrabajo..... 30
Figura 2.6	Concepto de Barredura..... 31
Figura 2.7	Barredura de Chocolatería..... 32
Figura 2.8	Diagrama de Ishikawa..... 33
Figura 2.9	Finura del licor de Cacao..... 34
Figura 2.10	Humedad de Azúcar..... 34
Figura 2.11	Humedad de Masa de Chocolate Leche..... 36
Figura 2.12	Diagrama de Flujo..... 37
Figura 2.13.	Finura Azúcar..... 38
Figura 3.1.	Control de la Viscosidad Plástica de Masa..... 47
Figura 3.2	Límite de Flujo de Masa..... 48
Figura 3.3	Perfil Sensorial Licor de Cacao..... 60
Figura 3.4	Perfil Sensorial Manteca de Cacao..... 60
Figura 3.5	Perfil Sensorial Leche en Polvo..... 61
Figura 3.6	Perfil Sensorial Textura Masa Chocolate 2013..... 62
Figura 3.7	Perfil Sensorial Aspecto Masa Chocolate Leche 2013..... 63
Figura 3.8	Finura de la Masa Refinada para Masa Chocolate Leche 2013..... 64
Figura 3.9	Rodillo con Presencia de Ralladura..... 65
Figura 3.10	Rodillo con Presencia de Masa Adherida..... 66
Figura 4.1	Viscosidad Plástica Masa Chocolate Leche..... 70
Figura 4.2	Esquema de Monitoreo de Calidad..... 74
Figura 5.1	Reclamos por Textura..... 77
Figura 5.2	Toneladas Producidas en el 2013..... 78
Figura 5.3	Consumo de Emulsificante 2013..... 79
Figura 5.4	Comparativo de uso de Emulsificante..... 80
Figura 5.5	Mano de Obra Adicional 2013..... 82

Figura 5.6	Gastos Presupuestados versus Reales.....	83
Figura 5.7	Resumen de Gastos Adicionales.....	84
Figura 5.8	Reducción de Costo de Producción de Masa Chocolate Leche.....	84

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Ventajas y Desventajas de la Leche en Polvo en el Proceso de Elaboración de Masa de Chocolate Leche.....	9
Tabla 2 Tipos de Cristales Encontrados En La Manteca de Cacao.....	13
Tabla 3 Parámetros de Los Macro-ingredientes de La Elaboración de La Masa Chocolate Leche.....	59

INTRODUCCIÓN

Las Industrias Chocolateras son empresas tradicionales en el país debido a la amplia disponibilidad de la materia prima principal y constituye una fuente de trabajo constante.

En la industria objeto de nuestro estudio se presenta un elevado índice de reclamos; los cuales refieren en su mayoría desviaciones de tipo sensorial y un mal desempeño durante el proceso de moldeo en fábricas clientes. La masa de chocolate leche se debe trabajar en un proceso estandarizado, ya que sirve para el moldeo y producción de diversos formatos del chocolate que deben conservar su estabilidad como producto final.

Debido a lo anteriormente mencionado es necesario establecer las oportunidades de mejora e implementar controles necesarios para lograr una satisfacción a los clientes de masas de chocolate leche y optimización de procesos en las líneas de producción.

El alcance que se tendrá será analizar el proceso de fabricación de la masa de chocolate leche, profundizando el estudio en la etapa de conchado y todos los controles en las etapas que interfieran y mejoren la característica reológica como la viscosidad plástica, manteniendo sus características sensoriales y organolépticas como textura, brillo y color.

Dentro del estudio se identificarán procesos no controlados que requieran el establecimiento de medidas de control y condiciones de operación que permitan garantizar consistencia en los resultados para cada parámetro que afecte de manera directa e indirecta en el buen desempeño de la masa chocolate.

Como resultados se propondrán un esquema de control en el proceso y el impacto financiero que generan estas medidas de control, reduciendo gastos innecesarios producto de la variación de uso de materias primas, variación de uso de mano de obra, gastos adicionales en mantenimiento y reparación de equipos obteniendo un proceso de fabricación más eficiente.

De la misma manera gracias a la implementación de mejoras se reducirán los reclamos de clientes al contar con un proceso que pueda entregar producto con calidad consistente y se mantenga la preferencia de los clientes.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

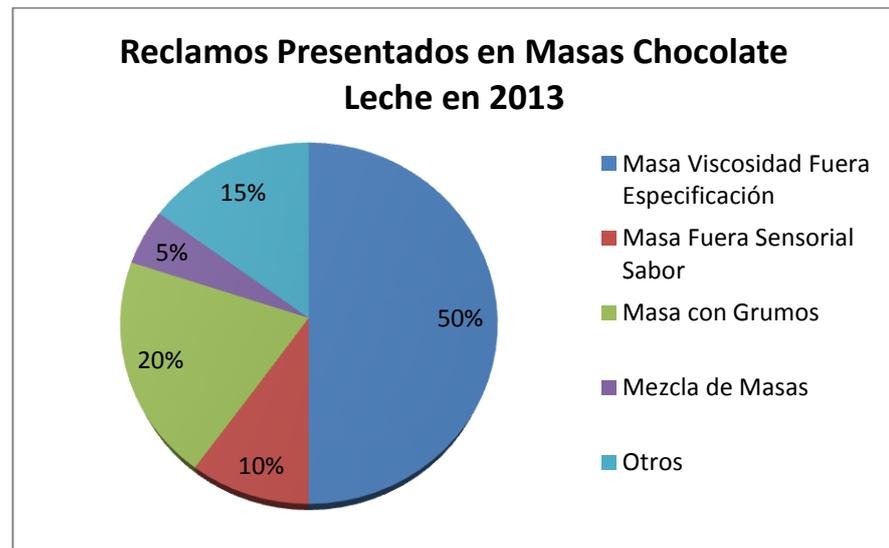
1.1 Justificación del Proyecto

En el Ecuador la industria chocolatera ha tenido un crecimiento importante en los últimos años, originando nuevas marcas, nuevas industrias, nueva tecnología y a su vez nuevos competidores. De forma general se conocen tres tipos de chocolate en la industria: chocolate blanco, chocolate amargo, chocolate con leche. El consumidor ecuatoriano manifiesta una tendencia creciente a consumir chocolate con leche.

Históricamente, la industria chocolatera en la cual se desarrollará este proyecto es líder en el mercado; participando activamente en la optimización y mejora de sus procesos de fabricación; ampliando líneas, mejorando tecnología y entregando variedad de productos. De esta manera, se convierte no solo en productora de chocolates

sino también proveedora de masas de chocolate a fábricas moldeadoras pertenecientes al grupo.

A partir del 2013, la industria en mención recibe reclamos repetitivos de su cliente interno debido a masas fuera de norma en diferentes parámetros reológicos de masa chocolate con leche, que a partir de este momento se denominará masa chocolate leche. Junto a los reclamos se generan devoluciones a la fábrica productora, las cuales a su vez generan reproceso y pérdidas a lo largo de toda la cadena de producción como se observa en la figura 1.1.



Elaborado por: Luis Regalado y Silvana Sánchez

Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 1.1 RECLAMOS PRESENTADOS POR MASA CHOCOLATE LECHE

Evaluando la evidencia de los reclamos se logra identificar que al momento se cuenta con parámetros de control establecidos, que no garantizan un proceso estandarizado para la producción de masa chocolate leche, dando como resultado una alta variabilidad en su viscosidad, la cual logra su estado definitivo en la etapa de conchado y que al momento produce problemas serios en el proceso de fabricación y moldeo para su cliente interno.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos Generales

Implementar parámetros de control dentro de la etapa de conchado en la elaboración de masa chocolate leche, para disminuir pérdidas por incumplimiento de especificaciones requeridas.

1.2.2. Objetivos Específicos

- 1.- Analizar la Situación Actual de la elaboración de masa chocolate leche en una industria chocolatera ecuatoriana.
- 2.- Evaluar parámetros de control actuales en la etapa de conchado.
- 3.- Implementar nuevos controles en los parámetros para la etapa de conchado.

4.- Evaluar el impacto económico posterior a la implementación y estandarización de controles en la fabricación de masa chocolate-leche.

1.3 Etapas de la Elaboración de Chocolate

Según Lees (2012), el desarrollo de una receta para chocolate debería estar basado en tres criterios:

- a. El uso o mercado intencionado.
- b. La limitación que se coloca en el costo de producción y materiales.
- c. La calidad deseada.

La elaboración del chocolate es el conjunto de procesos que permiten desde la fruta del árbol del cacao elaborar chocolate y sus diversas formas y tipos.

Las etapas de la elaboración del chocolate leche comprenden desde la recepción de las materias primas, mezcla de sólidos mayores, refinado, conchado, temperado hasta el moldeado y almacenamiento del producto terminado empaquetado.

1.3.1. Materias Primas

Según Beckett (2000), la elaboración del chocolate leche está realizada por las siguientes materias primas: azúcar blanca, leche entera en polvo, licor de cacao, manteca de cacao como ingredientes básicos para la fabricación. Adicionalmente, se usan agentes emulsificantes como lecitina de soya y/o PGPR (polirrinoleato de poliglicerol) cuya función principal es reducir la viscosidad del chocolate a menor costo, debido a que sustituye a la manteca de cacao según Lees (2008). Finalmente, también se suelen usar sabores y diferentes inclusiones como maní, almendras, etc. dependiendo la variedad de chocolate buscado.

Azúcar Blanca:

El término azúcar es usado en la industria para indicar sacarosa. Azúcar es un término genérico tomado para cualquier forma de carbohidrato adecuado para endulzar, según Lees (2008).

El azúcar debe ser de forma cristalina, figura 1.2. Los cristales de sacarosa deben ser de una granulometría específica de acuerdo al proceso y a la capacidad de los equipos; de manera que no influya negativamente en el proceso como se lo analizará más adelante.



FIGURA. 1.2 AZÚCAR BLANCA

El azúcar es almacenado en silos, cumpliendo las buenas prácticas de almacenamiento con el fin de evitar alguna alteración en su composición y/o potencial contaminación.

Leche Entera en Polvo:

Según Lees (2012), se adiciona leche entera en polvo para poder hacer uso de la lactosa encontrada en esta materia prima, la cual ayuda a tener un chocolate leche con mejores características sensoriales como suavidad y color.

Las ventajas y desventajas del uso de leche en polvo en el proceso de manufactura de chocolates se establecen en la tabla 1 según Lees (2008).

TABLA 1

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA LECHE EN POLVO EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE MASA DE CHOCOLATE LECHE.

<u>Ventajas</u>	<u>Desventajas</u>
Menos espacio de almacenamiento requerido; manipulación y pesado es más simple.	La Calidad del producto es más baja cuando se usa leche en polvo.
Se deteriora más lentamente que leche condensada.	Es necesario un proceso de reconstitución, incrementando el costo total de la materia prima.
Variaciones en la composición del producto se pueden lograr más fácilmente.	Leche en polvo puede producir una textura arenosa a menos que sea usado correctamente.

Fuente: Lees, (2008)

Dentro de las desventajas, y listada al final, se evidencia que esta materia prima tiene una injerencia directa con la textura de una masa de chocolate, pudiendo provocar arenosidad de no ser usada correctamente, figura 1.3.

Finalmente, la forma de los cristales de lactosa afecta la eficiencia del refinado en el proceso de manufactura de chocolate.



FIGURA 1.3. LECHE EN POLVO

Licor de Cacao:

Beckett (2008), «The Science of Chocolate», indica que el licor de cacao, es el cacao finamente molido, figura 1.4. Posee las mismas características que el chocolate, se solidifica a temperatura ambiente, entre 22° y 25°C; pero a temperaturas mayores a 30°C se convierte en estado líquido.

La composición del licor de cacao es: cacao en polvo (53 %), y manteca de cacao (17 %) y otros compuesto diversos.

El licor de cacao constituye uno de los ingredientes principales en el proceso de manufactura de chocolates, si bien, el licor depende de las habas de cacao para su aporte en aroma, en el chocolate leche los sabores de leche enmascaran los componentes de sabor a chocolate más delicados, según Lees (2008)



FIGURA 1.4 LICOR DE CACAO

Manteca de Cacao:

La manteca de cacao posee un aroma suave y sabor a chocolate.

La manteca posee seis formas de polimorfismo cristalino, estas propiedades son explotadas en la elaboración de chocolates y productos confiteros.

La manteca de cacao es, al igual que muchas de las grasas vegetales, un conjunto de triglicéridos.

La masa de chocolate leche se formula siempre en función de la manteca de cacao y las grasas de la leche.

Según Lees (2008), la cantidad de grasa presente en el chocolate afectará las propiedades de flujo, de ahí que el contenido de grasa puede variar de acuerdo al uso intencionado:

Chocolate moldeado	30 – 34%
Chocolate cobertura	35 – 40%
Cobertura para helados	50 – 55%

El chocolate leche se formula siempre en función de la manteca de cacao y las grasas de la leche.

La presencia de diversos tipos de grasas en el cacao cambia muchas de las propiedades físicas del mismo, como por ejemplo: brindará textura lisa, suave, brillo y además el característico chasquido al masticar el chocolate, figura 1.5.

Según (Dimick, P., 2000), se ha estudiado ampliamente en términos de composición las formas cristalinas encontradas en la manteca de cacao, la cual se expresa en el contenido de la tabla 2.

TABLA 2
TIPOS DE CRISTALES ENCONTRADOS EN LA MANTECA DE
CACAO

Cristal	Temp. fusión	Notas
I	17 °C (62,6 °F)	Ligero, granuloso, funde fácilmente.
II	21 °C (69,8 °F)	Ligero, granuloso, funde fácilmente.
III	26 °C (78,8 °F)	Firme, frágil, funde fácilmente.
IV	28 °C (82,4 °F)	Firme, frágil, funde fácilmente.
V	34 °C (93,2 °F)	Lustroso, firme, funde a temperaturas cercanas a las corporales (37 °C).
VI	36 °C (96,8 °F)	Duro, Toma semanas en formarse.

A temperaturas entre 22° y 25°C el chocolate es una mezcla inmisible de tres sólidos: azúcar cristalino, polvo de cacao y manteca de cacao, que se mantienen en la forma cristalina V, y ayuda a la firmeza del chocolate, aplicando la tecnología pertinente.



FIGURA 1.5 MANTECA DE CACAO

1.3.2. Mezclado, Pre – Refinado, Refinado y Conchado

Mezclado:

Uno de los retos en la elaboración del chocolate es la mezcla de los tres sólidos (cacao, azúcar y manteca) en proporción adecuada con el objetivo de servir los diversos productos del chocolate.

En la etapa de mezclado se combinan los ingredientes mayores como azúcar, leche, manteca y licor de cacao, con el objetivo de formar una masa homogénea que tenga un desempeño adecuado en las próximas etapas.

Esta masa homogénea es necesaria desde el mezclador para permitir que los refinadores reduzcan el tamaño de partícula al nivel requerido de acuerdo a la especificación. El tiempo y la temperatura son los pasos claves en la etapa de mezclado para garantizar que todos los ingredientes sean mezclados y las partículas sean cubiertas por la grasa. Esta operación se realiza en un mezclador, ver figura 1.6



FIGURA 1.6 MEZCLADOR

Aspectos claves a considerar durante una etapa de mezclado son:

1. Orden en la dosificación de ingredientes para evitar formación de grumos.
2. La cantidad correcta de grasa en la etapa de mezclado es esencial para asegurar que todas las partículas secas sean recubiertas y se alcance una consistencia correcta para un refinado efectivo.
3. Los tiempos en el mezclado deben ser los adecuados para la consistencia de la masa sin que se conviertan en el cuello de botella del proceso. Estos pueden variar de 3-5 minutos, según Lees (2012).

Pre-Refinado:

Según Lees (2012), las etapas de pre-refinado y refinado abarcan el triturado, abrasión, desgaste y corte de fragmentos de azúcar y cacao, para producir un producto con el tamaño de partícula deseado.

Lees (2012) además indica que aún una pequeña proporción de partículas grandes pueden producir un efecto arenoso en el paladar. Por lo tanto, las partículas deberán quedar en un rango entre 180 – 200 μ (micras).

La masa desde el mezclador pasa a través de la pre-refinadora constituida de 2 cilindros donde las materias primas son molidas entre los dos rodillos que tienen un gran diferencial de velocidad. En la figura 1.7 se puede apreciar el pre-refinador.



FIGURA 1.7 PRE-REFINADOR

En esta etapa se elimina cualquier aglomerado; muele las partículas mayores y suministra una masa consistente con una textura adecuada, siendo el objetivo de esta etapa el reducir el tamaño de las partículas para mejorar la finura; la cual tiene gran impacto en las características reológicas del chocolate.

Refinado:

En el refinador se reduce el tamaño de las partículas de la masa a los parámetros requeridos, siendo estos entre 20 y 25 micras, la cual ayudará en la etapa del conchado.

En esta etapa la masa es forzada hacia arriba en un conjunto de 5 rollos con diferentes tipos de velocidad, temperatura y presión para asegurar la transferencia de un rodillo a la otra, ver Figura 1.8.



FIGURA 1.8 REFINADOR

El tamaño de partícula se reduce en cada etapa. El tamaño de la brecha de alimentación entre el primero y segundo rodillo, define el tamaño final de partícula y la velocidad a la que son transferidas las masas por todos los rodillos.

El último (quinto) rodillo, es más frío que el resto lo que permite que la masa se adhiera ligeramente y pueda ser retirada del rodillo por la cuchilla del equipo, que funciona como un raspador dentro de este equipo.

La masa debe pasar completa a través de los rodillos y de esta manera, la etapa de refinado asegurará un tamaño de partícula uniforme. Luego se alimenta a las bandas transportadoras que dirigirán toda esta masa a la etapa del conchado del proceso en la masa de chocolate leche.

Conchado:

El proceso de conchado sirve principalmente para desarrollar el sabor, al remover componentes ácidos volátiles que permanecen luego de la fermentación y por los cambios químicos que ocurren en los componentes que generan el sabor en una mezcla de chocolate.

Otros efectos secundarios de la etapa de conchado son la remoción de humedad de la masa, suavizado de los bordes afilados de los cristales de azúcar, cambios en el color del producto por la emulsificación de las grasas y la reducción del tamaño de los glóbulos de grasa y finalmente cambios en la viscosidad de la mezcla, según refiere Lees (2012). En la figura 1.9 se puede observar una concha.



FIGURA 1.9 CONCHA

El proceso de conchado ayuda a modificar la masa de un polvo (copos de la refinadora) a un líquido viscoso (chocolate leche), rompiendo los aglomerados que llegan de la refinadora y recubriendo todas las partículas de la masa con grasa.

1.3.3. Almacenamiento

El almacenamiento del chocolate, debe ser en tanques enchaquetados, para poder conservarlo de forma acuosa y evitar su solidificación; esta temperatura puede variar entre 38 – 43°C, es decir, sobre el punto de cristalización de las grasas.

Los tanques deben tener agitación para prevenir la separación de la grasa. En la figura 1.10 se observa un ejemplo de tanques de almacenamiento.



FIGURA 1.10 TANQUES DE ALMACENAMIENTO

1.4. Importancia de los Parámetros Reológicos en el Proceso de Producción de Masa Chocolate Leche.

La reología es la rama de la Física que se dedica al estudio de la deformación y el flujo de la materia. La importancia de los

parámetros reológicos del chocolate, radica en la capacidad de brindar información sobre el desempeño del chocolate.

Anteriormente, se han utilizado análisis de viscosidad sencillos que no proporcionan información suficiente para determinar el desempeño de las masas dentro de todo el proceso de elaboración y despacho. En la actualidad existen equipos que arrojan valores e información más completa como observaremos en capítulos posteriores.

1.4.1. Viscosidad Plástica

Según Waukesha (2000), la viscosidad plástica es la resistencia en un fluido (en este caso de una masa de chocolate leche), debido a la fricción creada por las partículas que componen el producto cuando unas pasan junto a otras.

La viscosidad es una manifestación del movimiento molecular dentro del fluido. Las moléculas de regiones con alta velocidad global chocan con las moléculas que se mueven con una velocidad global menor, y viceversa. Estos choques permiten transportar cantidad de movimiento de una región de fluido a otra. Ya que los movimientos moleculares aleatorios se ven afectados por la

temperatura del medio, la viscosidad resulta ser una función de la temperatura.

1.4.2. Limite Flujo

El límite de flujo es la fuerza necesaria para alinear las partículas en una masa y hacer que empiece a moverse dentro de un flujo.

Esta característica es esencial para poner en movimiento las masas (en este caso, masa chocolate leche), la cual va acompañada de una fuerza inicial, para que sea superado el límite que posee la masa y sea utilizada en el proceso.

1.4.3. Granulometría

El concepto de tamaño de la partícula que, por lo común, tiene forma irregular, es muy importante. La dimensión de la partícula se determina por una magnitud, el diámetro, si la misma tiene forma de esfera, o por uno de los lados, si tiene forma de cubo.

En todos los demás casos, el tamaño de las partículas se caracteriza por una magnitud media, o equivalente. Por dimensión de la partícula se opta: valor medio de tres dimensiones (longitud, anchura y espesor).

CAPÍTULO 2

2. ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL

La fábrica Chocolates S.A. produce masas de chocolates como producto intermedio el cual es vendido a terceras industrias para su posterior moldeado.

El producto semielaborado masas de chocolate representa el 70% de la producción en fábrica; el porcentaje restante constituye chocolate moldeado internamente.

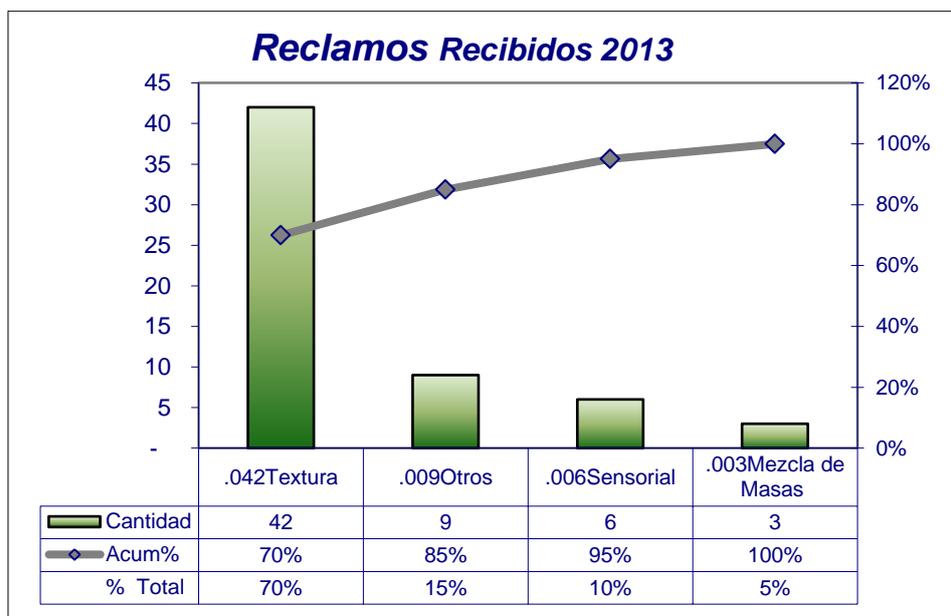
2.1 Situación Actual de Reclamos y Re-trabajo

Desde que inició el envío de masas de chocolate como semielaborado hacia fábricas moldeadoras de chocolate, se presentaron desviaciones en varios parámetros como parte de la curva de aprendizaje de este nuevo proceso “despacho de masas”. Estos fueron controlados y ajustados progresivamente. Sin embargo, se detectaron problemas de funcionalidad que alteraban el comportamiento en las aplicaciones en la línea de moldeo;

generando de esta manera insatisfacción en el cliente y como resultado reclamos hacia la fábrica productora.

Estos reclamos emitidos generaron a su vez devoluciones y retrabajo a la fábrica de origen.

La clasificación de los reclamos emitidos en un lapso de aproximadamente 6 meses de esta operación arrojaron los resultados que se pueden observar en la Figura 2.1 Reclamos Recibidos 2013:



Elaborado por Luis Regalado, Silvana Sánchez, 2014

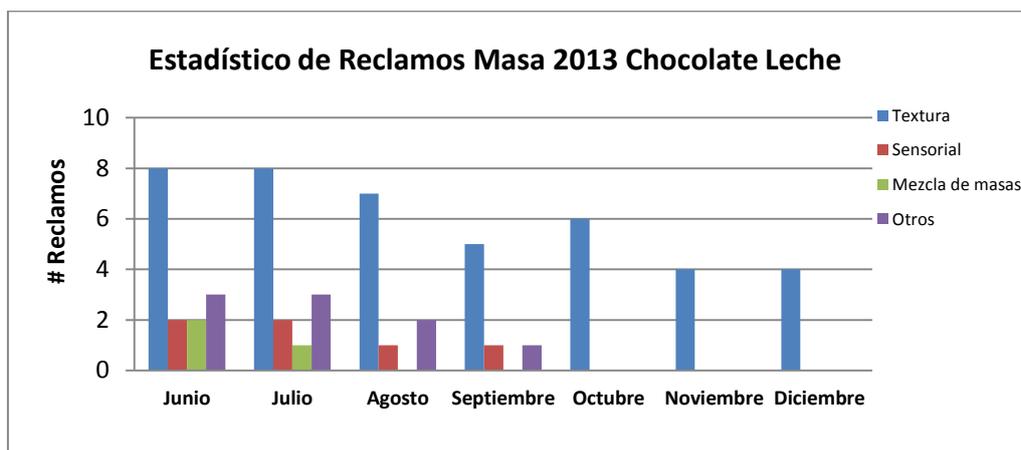
Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 2.1 RECLAMOS RECIBIDOS 2013

En la Figura 2.1 claramente se evidencia que el mayor tipo de reclamos recibidos se concentra en reclamos relacionados a la

textura de la masa de chocolate; el cual representa el 70% del total de reclamos.

El comportamiento de los tipos de reclamo durante los últimos 6 meses del año se puede observar en la Figura 2.2 en la que se aprecia las estadísticas de los reclamos en masa chocolate leche en el 2013:



Elaborado por: Luis Regalado, Silvana Sánchez, 2014
Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 2.2 RECLAMOS EN MASA CHOCOLATE LECHE 2013

Como se observa en la gráfica anterior, la tendencia de reclamos de Junio a Diciembre fue decreciendo en varios de los tipos de reclamos, como por ejemplo Mezcla de Masas, Sensoriales y otros. Sin embargo, los reclamos relacionados a la textura tuvieron una

ligera reducción determinándose de esa manera el foco de estudio de este proyecto.

Como consecuencia de estos reclamos y devoluciones, el porcentaje de retrabajo se incrementó considerablemente en la fábrica generando variación de materiales, uso de mano de obra adicional, uso de equipos no programado, provocando desgaste innecesario no presupuestado y en muchos casos pérdida total por caducidad; impactos que se analizarán más adelante.

2.1.1 Análisis de Reclamos Recibidos

De la figura 2.1 se identifican 4 tipos de reclamos: textura, desviaciones sensoriales, mezcla de masas y otros.

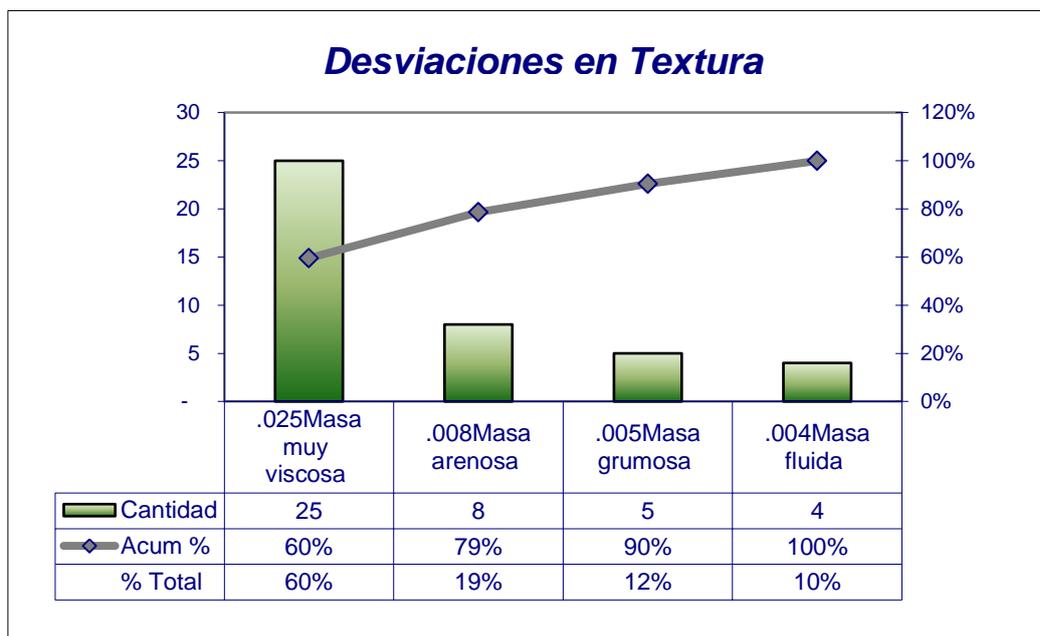
Inicialmente, se trabajó sobre las desviaciones sensoriales, mezcla de masas y presencia de cuerpos extraños. Para desviaciones sensoriales en características como color, sabor, brillo se tomaron acciones relacionadas a revisión de fórmulas, degustaciones en línea, calibración de panel sensorial tanto en la fábrica de origen y fábrica cliente.

En el caso de mezcla de masas se ejecutaron planes correctivos que se enfocaron en control de procesos, buena aplicación de procedimientos de limpiezas y generación de procedimientos para manejo de purgas.

Finalmente, para los reclamos bajo la clasificación de otros, relacionados con la presencia de cuerpos extraños en las masas como por ejemplo partículas metálicas y laminado, se ejecutaron varias acciones como revisión de los planes de mantenimiento en los equipos para evitar rozamiento, alineación de espas y cuchillas, implementación de etapa de tamizado para reproceso, se realizó una inversión para compra de dispositivos de control como tamices, imanes y filtros para la línea, y de esta manera evitar la presencia de laminado y cuerpos extraños.

Con todas las acciones planteadas, la tendencia mostró una mejora contundente en los reclamos. Sin embargo, a pesar del restablecimiento de condiciones básicas como las mencionadas, no se logró minimizar ni eliminar desviaciones relacionadas a la textura, siendo éste el principal motivo de reclamo, convirtiéndose de esta manera en el objeto de este estudio.

De acuerdo a la figura 2.3, en donde se muestran las desviaciones en la textura, se realiza una nueva clasificación para determinar el tipo de desviación y de esta manera enfocar de forma más específica este proyecto. En la figura 2.3 se puede observar que el indicador “masa muy viscosa” representa el mayor problema.



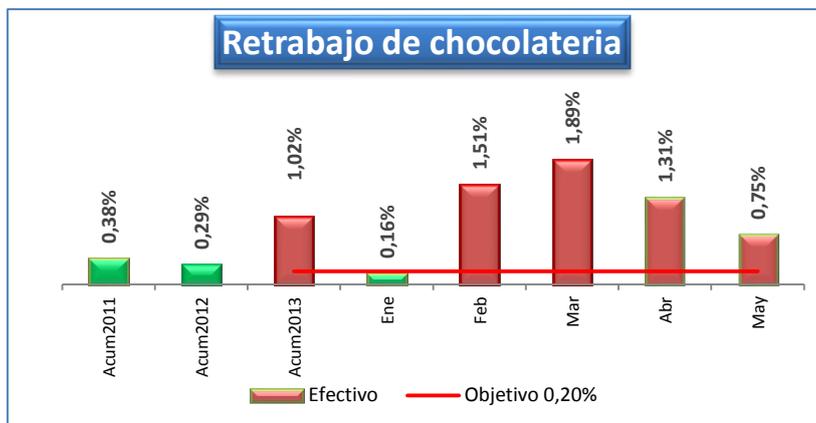
Elaborado por Luis Regalado, Silvana Sánchez, 2014

Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 2.3 DESVIACIONES DE TEXTURA

2.1.2 Análisis de Re-trabajo Actual

Durante los primeros cinco meses del año, el volumen de re-trabajo en chocolatería se incrementó considerablemente, superando el 200% en la fábrica, principalmente en la preparación de masas que es el recurso objeto de este estudio, datos que se pueden observar en la figura 2.4



Elaborado por Luis Regalado, Silvana Sánchez, 2014

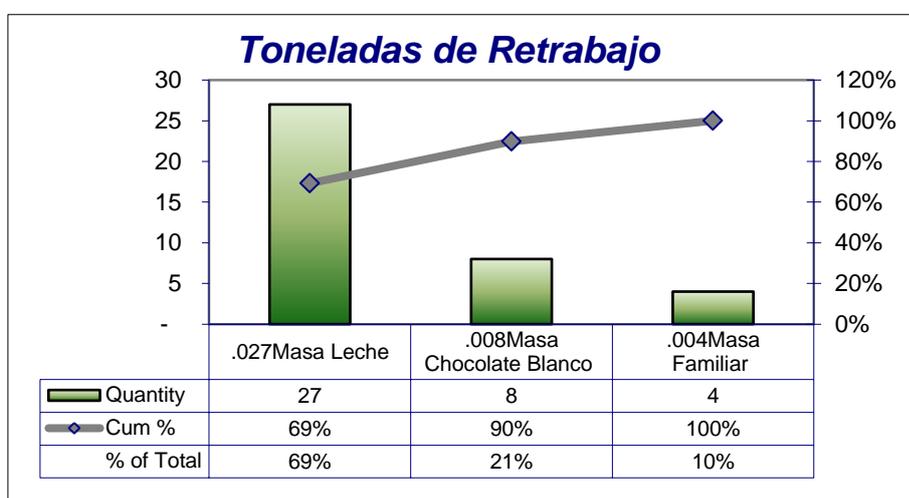
Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 2.4 RETRABAJO DE CHOCOLATERÍA

En la figura 2.4 se puede observar que los valores de retrabajo para los años 2011 y 2012 fueron inferiores a 0,4% con una tendencia hacia la reducción de un año a otro; razón por la cual el objetivo para el año 2013 fue de 0,2%. Sin embargo, en la misma gráfica se puede evidenciar que los resultados de los 6 primeros meses del año 2013 muestran una tendencia negativa superando incluso el 1%.

A causa de las desviaciones sensoriales de las masas, cada reclamo también genera una devolución del material despachado hacia la fábrica productora. Debido a procedimientos internos éstas devoluciones no pueden ser reprocesadas en un 100%, con el fin de no alterar su composición nutricional y su perfil sensorial; y por el contrario se requiere retrabajarlo con un máximo del 5% en producción de nuevas masas.

Para tener un mejor enfoque, se evaluó además que tipo de masa de chocolate generaba mayor devolución y a su vez retrabajo interno. De esa medición se obtuvo un pareto que permitió enfocarse en el tipo de masa con mayores problemas. Los datos que se observan en la figura 2.5 confirman la necesidad y el motivo de realización de este estudio.



Elaborado por Luis Regalado, Silvana Sánchez, 2014

Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 2.5 TONELADAS DE RETRABAJO

En la figura 2.5 se puede apreciar que las toneladas de retrabajo están concentradas en tres tipos de masa: masa leche, masa chocolate blanco y masa familiar. Siendo la masa leche donde se concentra aproximadamente el 70% del retrabajo de chocolatería con 27 toneladas.

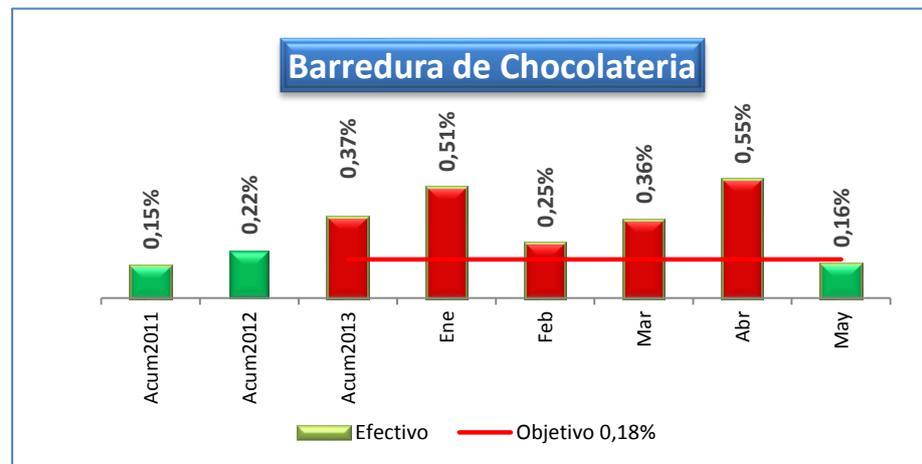
Es importante que dentro del análisis de retrabajo se considere adicionalmente el incremento en barredura, cuyo destino final es la destrucción. El concepto de barredura según industria Chocolate S.A. es el siguiente:

BARREDURA: Todo producto con desviación mayor, sean estas de presencia de partículas metálicas, daños por contaminación microbiológica, daños por contaminación de químicos (lubricantes, pinturas, aceites detergentes, pesticidas, etc.), quemado y por productos recogidos del piso, deben de ser identificados, gestionados y desechados directo a barredura. Con el fin de evitar variaciones en parámetro físicos y organolépticos a los productos.

Fuente: Chocolate S.A.

FIGURA 2.6 CONCEPTO BARREDURA

Si bien, se está analizando producto con desviaciones sensoriales que no incluye ningún tipo de desviación como las mencionadas en el concepto anterior, la potencialidad de que este producto (retrabajo) se transforme en barredura es muy elevada. En la industria Chocolate S.A. existen restricciones de consumo de retrabajo en nuevas masas en porcentajes mínimos, además es importante considerar el tiempo de vida útil del retrabajo. Al iniciar este estudio los valores de barredura se exponen en la figura 2.7.



Elaborado por Luis Regalado, Silvana Sánchez, 2014

Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 2.7 BARREDURA DE CHOCOLATERÍA

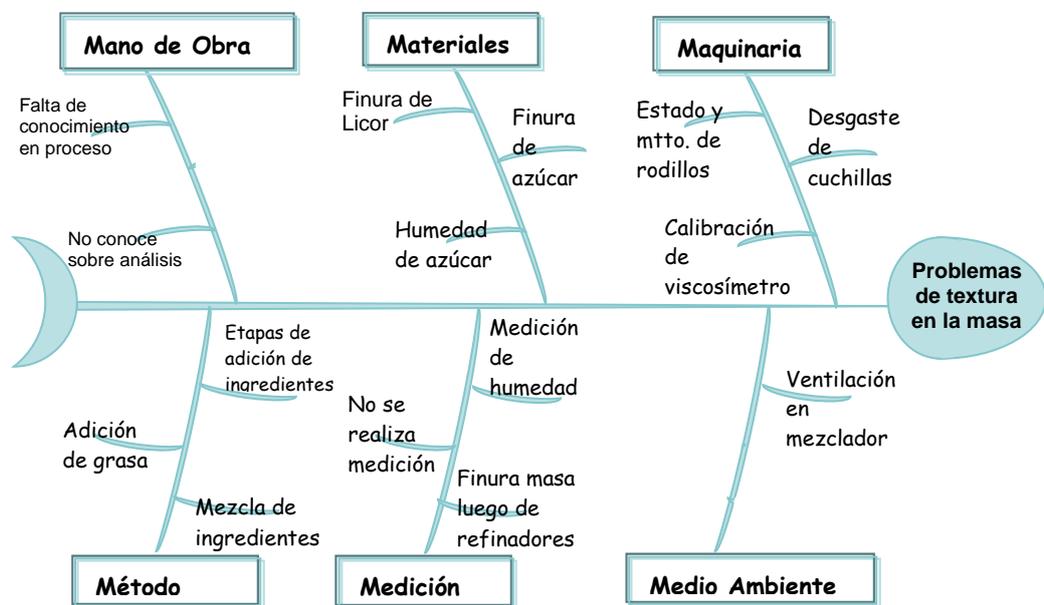
De la misma forma que en la figura de retrabajo, se puede observar que los valores para los años 2011 y 2012 eran inferiores a 0,25%. Debido a un leve incremento en el 2012 se estableció como valor objetivo para el 2013 buscar una reducción a 0,18% de barredura sobre tonelada producida. Sin embargo, podemos evidenciar que durante los seis primeros meses los resultados han sido negativos con una tendencia inestable fuera del objetivo planteado.

2.1.3 Análisis Mediante ISHIKAWA de los Impactos Actuales

Para poder identificar las potenciales causas que estaban impactando negativamente a la textura de la masa se usa un análisis de ISHIKAWA.

Aplicando la metodología para el uso de esta herramienta de resolución de problemas se analizaron 6 factores: Materiales, Mano de Obra, Método, Medio Ambiente, Maquinaria y Medición.

El resultado de una lluvia de ideas desarrollada con un equipo multidisciplinario: Producción, Técnico, Calidad, Operarios, arroja la siguiente información:



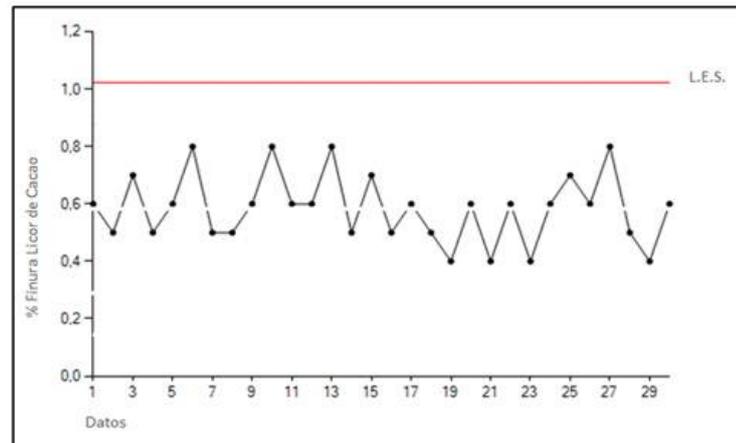
Elaborado por: Silvana Sánchez, Luis Regalado. 2014

Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 2.8 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

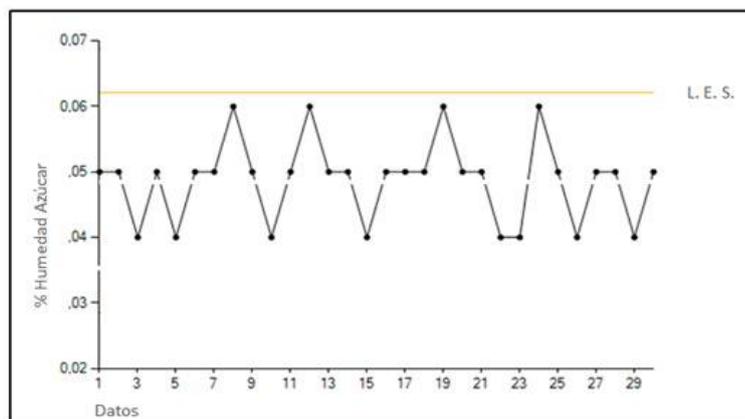
De las gráficas de control del proceso, se pudo descartar varios factores mencionados en el diagrama, como lo son los parámetros

de finura de licor (< 1%) y humedad de azúcar (<0.06%), que se encontraron por dentro de los parámetros como lo indica la literatura según Lees (2012), y que se muestran en las figuras 2.9 y 2.10.



Elaborado por Luis Regalado, Silvana Sánchez, 2014
Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 2.9 FINURA EL LICOR DE CACAO



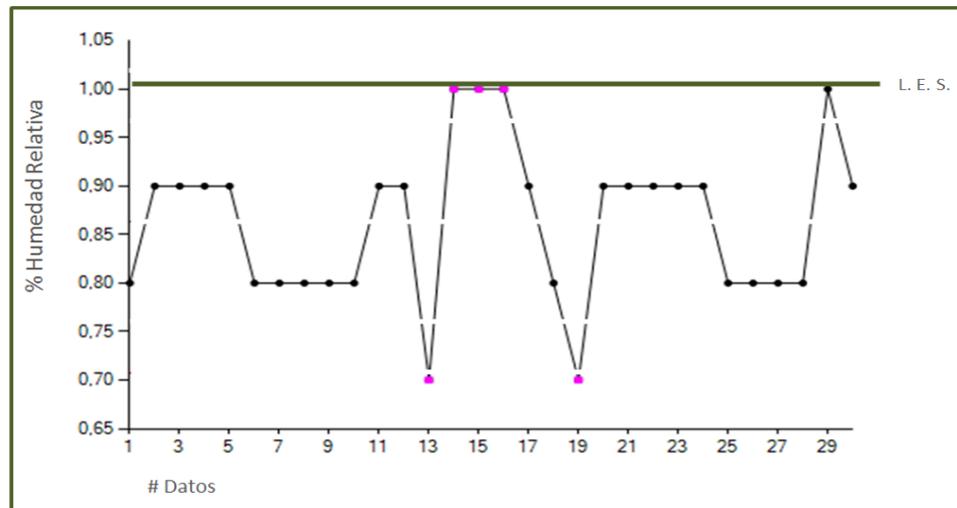
Elaborado por Luis Regalado, Silvana Sánchez, 2014
Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 2.10 HUMEDAD DE AZÚCAR

Dentro de los factores citados bajo MÉTODO se confirmó el cumplimiento de las etapas de adición de ingredientes, así como la adición de grasa.

Los tiempos de mezclado por etapa cumplen la recomendación de Lees (2012), quien establece un periodo de 3-5 minutos de mezcla. Los equipos utilizados permiten el uso de un sistema de programación automática en el que se establece un lapso de tiempo recomendado.

Finalmente, otro factor descartado como causa potencial de la desviación en textura, es la humedad de la masa de chocolate, la cual debe ser inferior al 1% para fórmulas de chocolate oscuro y chocolate con leche, según estudios realizados por la Industria Chocolate S.A. En la figura 2.11, se puede observar el control que se lleva a cabo y el que permite descartar esta variable, puesto que se evidencian datos por debajo del 1% en humedad relativa, siendo estos aceptables para el proceso según Lees (2012).



Elaborado por Luis Regalado, Silvana Sánchez, 2014

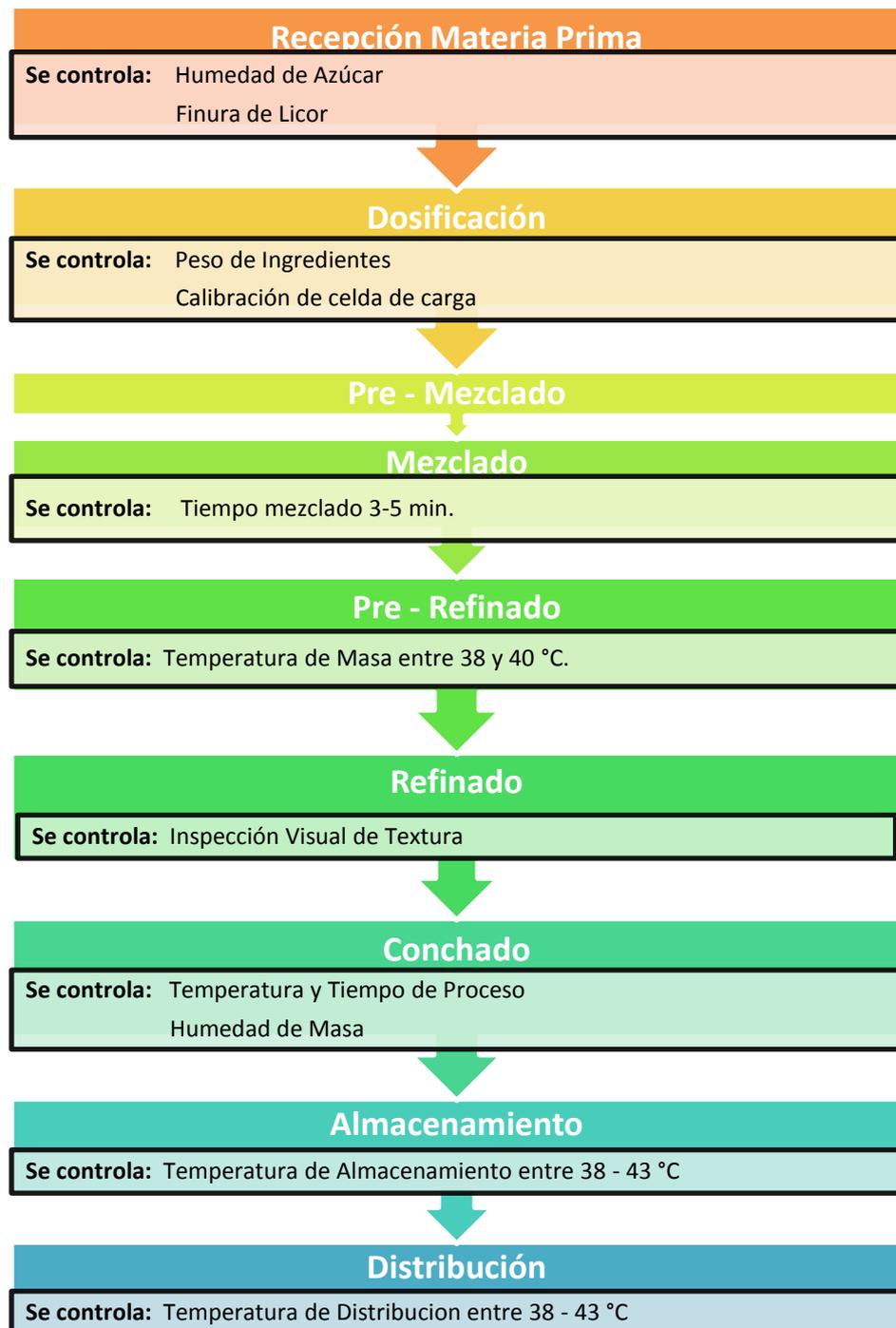
Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 2.11 HUMEDAD DE MASA DE CHOCOLATE LECHE

2.2. Situación Actual de los Controles de Calidad en el Proceso

2.2.1. Diagrama de Flujo del Proceso de Controles de Calidad

En el proceso de fabricación que se lleva en la fábrica se han establecido diferentes controles en la búsqueda de un proceso consistente. Estos controles se observan en el diagrama de flujo de la figura 2.12.

**FIGURA 2.12 DIAGRAMA DE FLUJO**

2.2.2. Análisis Causa Raíz de las Desviaciones en la Masa

Chocolate-Leche Mediante Ishikawa

Como resultado de la lluvia de ideas a través del Ishikawa, se listaron algunos factores que no pudieron ser descartados debido a falta de evidencia sobre controles establecidos.

Uno de estos es la finura de azúcar.

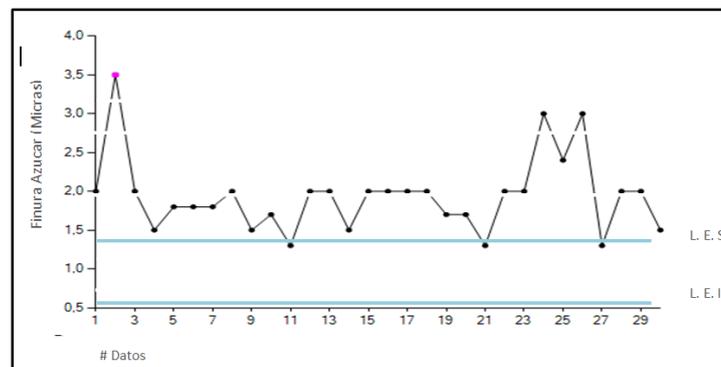
De acuerdo a Dimick P.(2000), la especificación ideal para el tamaño de partícula de azúcar para la manufactura de chocolate es:

- > 2.0 mm = 0%
- > 1.4 mm = 10% max
- < 0.2 mm = 2.0% max

Un tamaño de partícula consistente es necesario para una masa estable; un incremento en los finos de azúcar resultará en un incremento en la viscosidad y potencialmente la necesidad de más grasa.

Así mismo, se recomienda que la cantidad de finos sea monitoreada desde el proveedor y justo antes del mezclador. Estos finos se crean en los sistemas de transporte de azúcar. La especificación ideal para el tamaño de partícula de azúcar para la manufactura de chocolate en Chocolate S.A. va desde 0,2 a 1,4 micras.

En el proceso de fabricación, no se cuenta con datos y/o resultados referentes a este parámetro. Se hace una inspección inicial y los resultados muestran un proceso no controlado por la variabilidad. Por lo tanto, se usan los valores referenciados en la literatura (Dimick P 2000), para establecer una especificación de compra con el proveedor y a su vez monitorear el cumplimiento bajo una frecuencia determinada.



Elaborado por Luis Regalado, Silvana Sánchez, 2014

Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 2.13. FINURA AZÚCAR

Según Dimick P. (2000), la finura del azúcar es un factor muy relevante para asegurar una finura de masa que finalmente al ser refinada y conchada asegure una viscosidad dentro de especificación. De esta manera el estado de los rodillos juega un rol de importancia alta para este cumplimiento.

Son necesarias 2 etapas para conseguir la finura adecuada, un pre refinado y el refinado. Si una masa va directamente a la etapa de refinado, en un refinador de 5 rodillos, las partículas de azúcar formaran partículas desiguales que como consecuencia provocará un desgaste innecesario en los rodillos.

Al hacer una verificación de rodillos y cuchillas se encontraron algunas desviaciones: no había un paralelismo adecuado de rodillos, y las cuchillas presentan desgaste. Por el contrario, la temperatura de masa se encuentra dentro del rango recomendado. Se tiene establecido un control visual para identificar desviaciones en rodillos y cuchillas, sin embargo, esto no permite identificar este tipo de desviaciones ni tener objetivamente un resultado de finura acorde.

Según Lees (2012), los rodillos deben contar con un paralelismo adecuado para romper las partículas de azúcar de acuerdo a la especificación buscada, de acuerdo a lo establecido en el subcapítulo anterior. Así mismo, las cuchillas pueden presentar un desgaste de máximo 3mm, por lo tanto es necesario definir una frecuencia de cambio de las cuchillas acorde al uso.

De acuerdo al manual de manufactura de los rodillos la recomendación es una verificación trimestral del estado de los mismos. Esta frecuencia debe quedar establecida en un esquema de monitoreo que permita alertar oportunamente sobre desviaciones.

Sin embargo, para poder determinar la frecuencia de cambio más recomendada para las cuchillas y evitar desgaste mayor a 3mm de acuerdo a lo recomendado en el manual, se establece un monitoreo quincenal. Al final de la toma de datos se establecerá la frecuencia definitiva.

Otra manera de validar que la alineación de rodillos y cuchillas es la correcta, sería midiendo la finura de la masa al finalizar las etapas de pre refinado y refinado. En la primera se espera obtener valores que oscilen entre 180 y 200 micras y en la segunda resultados menores a 25 micras, según lo propuesto por Lees, (2012).

En la verificación en la línea de producción se evidencia que la medición de finura no se realiza más que a través de una inspección visual del estado de la masa; esto no permite tener datos o resultados que a su vez identifique desviaciones oportunamente y se pueda corregir antes de la etapa de conchado. Es necesaria la implementación de este monitoreo de finura a través de un

micrómetro como parte de los controles del proceso antes de la etapa de conchado cuando la masa aún se encuentra en estado sólido a manera de polvo.

Sobre la medición de viscosidad en la etapa de conchado se constata que la recopilación de datos es irregular, lo cual muestra la necesidad de reforzar entrenamiento en los operadores de la línea. La información obtenida muestra una gran variabilidad de la viscosidad, la cual se observará en el siguiente capítulo como introducción a un análisis del comportamiento de la masa y sus características reológicas.

2.3 Propuesta de Verificación de Parámetros de Control en la Etapa de Conchado

La evidencia de los reclamos y la dificultad que manifiestan los clientes para poder moldear o trabajar la masa nos permite reforzar que las etapas dentro del proceso de fabricación de masa de chocolates no se encuentran bajo control.

Masas muy viscosas o muy fluidas son parte de los comentarios negativos que se obtienen en los reclamos de clientes recibidos en la fábrica productora. Con el fin de levantar data que permita

establecer donde y cuáles serían los controles apropiados, se propone iniciar en este estudio la medición de la viscosidad en cada batch producido. Para seguir adelante con este levantamiento, se propone dotar de un viscosímetro apropiado y capacitar al personal sobre el método de análisis. Con los datos y el histórico que se levante, se buscará establecer como control para liberación de una masa de chocolate el dato de viscosidad de acuerdo a la especificación requerida por el cliente.

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS Y SENSORIALES EN LA MASA DE CHOCOLATE LECHE EN EL PROCESO DE CONCHADO

En la etapa de conchado se realizó un levantamiento de datos reológicos y sensoriales de la masa chocolate leche para obtener información y determinar las características actuales del producto, ya que aquí es donde se realiza la última transformación para definir éstas características.

El proceso de conchado interfiere en la homogeneidad de la masa y de la viscosidad por medio del movimiento de las aspas del equipo, ayudando

así que las características sensoriales de la masa de chocolate sean uniformes en sabor y color.

Por lo tanto, se ha evidenciado que en esta etapa de conchado, se necesita realizar un estudio de las características reológicas, para determinar su comportamiento al final de la etapa de conchado.

3.1. Estudio de Comportamiento Reológico de la masa de Chocolate en el Proceso

El comportamiento reológico de la masa de chocolate en el proceso, se debe a los factores de granulometrias que se ha mencionado anteriormente. Esta característica es indispensable para poder disminuir paros en la elaboración de masa chocolate leche.

Se midió el comportamiento de finura y viscosidad por un periodo de 6 meses para poder obtener las tendencias de los resultados de éstas características, y poder comprender como fluctuaban en las producciones.

Los parámetros reológicos tuvieron un comportamiento irregular, tanto en la viscosidad plástica como en el límite de flujo, los cuales afectaban directamente a las características de la masa de

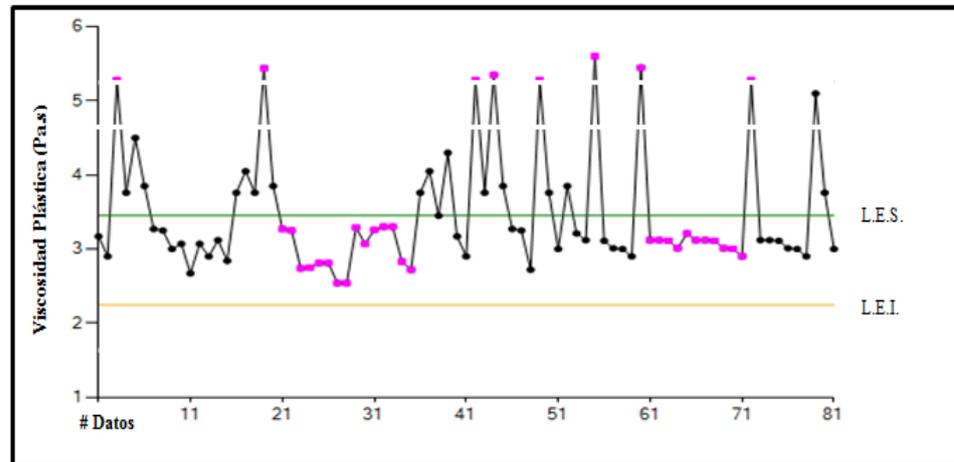
chocolate leche, siendo posibles los reclamos de clientes por masas muy fluidas o muy viscosas. Todos estos valores se encuentran en el Apéndice 1.

3.1.1. Análisis en la Variabilidad de la Viscosidad Plástica

La variabilidad de la viscosidad plástica se ve impactada directamente por las etapas de proceso en la elaboración de chocolate leche, los cuales fueron descritos en el ítem 1.3.2. Se ha tomado datos de este parámetro al finalizar la etapa de conchado en los últimos 6 meses del 2013, para poder observar el comportamiento del producto al finalizar este proceso.

Una vez tabulado los datos, se procedió a utilizar el programa Q – Stat., el cual es una herramienta estadística de control de calidad que determina la confiabilidad del proceso, partiendo de las especificaciones definidas.

En la figura 3.1 se puede observar la tendencia obtenida del programa, el cual da una variabilidad muy excesiva y significativa para el proceso, debido a que sobrepasa la especificación superior mayor a 3,3 Pa.s.



Elaborado por: Luis Regalado y Silvana Sánchez

Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 3.1. CONTROL DE LA VISCOSIDAD PLÁSTICA DE MASA

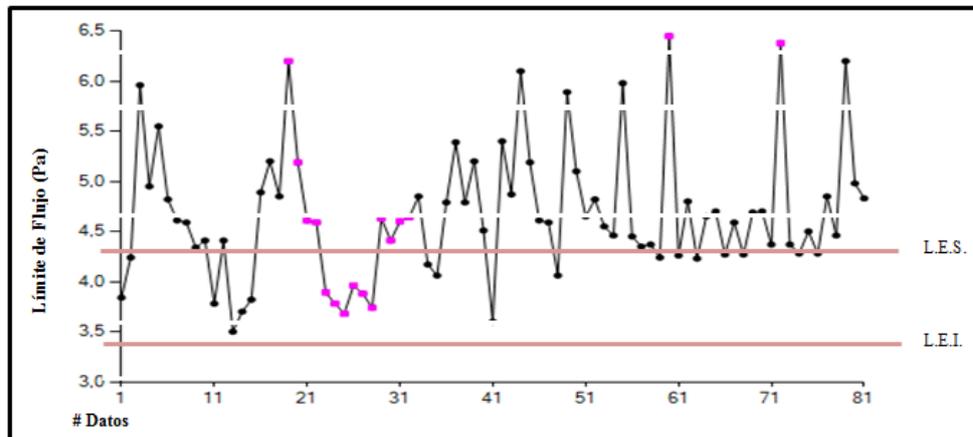
Estos datos representan la inestabilidad que posee el proceso para conseguir una masa con una viscosidad óptima para el cliente. Debido a esto, el estudio se ha enfocado en el conchado del proceso para realizar el análisis respectivo de todas las entradas y los parámetros que influyen a esta característica reológica.

3.1.2. Análisis en la Variabilidad del Límite de Flujo

El límite de flujo, como se ha definido en el ítem 1.4.2., se presenta como una característica arraigada a la viscosidad plástica de este producto.

De igual manera que en la viscosidad plástica, se utilizó el programa estadístico aplicando la misma metodología de

recopilación de datos y fueron ingresados al programa para poder visualizar la tendencia del Límite de Flujo en la figura 3.2.



Elaborado por: Luis Regalado y Silvana Sánchez

Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 3.2 LÍMITE DE FLUJO DE MASA

Como se puede observar en las figuras 3.1 y 3.2., las tendencias de las características reológicas, se encuentran fuera de los límites de especificaciones, tanto superior mayor a 4,2 micras e inferior menos de 2,3 micras, por lo que se debe buscar la manera de reducir principalmente la viscosidad plástica, que es el factor primordial para poder obtener un producto dentro de las especificaciones establecidas para la masa chocolate leche.

3.1.3. Reduccion de la Viscosidad Plástica

La determinación de las propiedades reológicas de chocolate es importante en los procesos de fabricación para la obtención de productos de alta calidad con textura bien definida. Factores tales como el contenido de grasa, la distribución de tamaño de partícula, contenido de humedad, adición de emulsionantes, tiempo de conchado y la temperatura afectan a las propiedades reológicas y el coste de producción, por tal motivo, se evaluará algunos métodos de cómo se puede reducir este factor reológico.

Según, Vivar-Vera (2008), se debe estudiar las propiedades reológicas de la masa de chocolate durante el conchado utilizando un enfoque de reometría de la masa de chocolate. Datos de velocidad de giro se transformaron en las curvas de consumo de energía y en las viscosidades de proceso, dando como resultados gráficos que muestran los resultados de la masa en Pa.s. que es la unidad de viscosidad.

En base a estos gráficos, Vivar – Vera (2008), se realizaron ensayos con las masas de chocolate, donde mostraron un fuerte comportamiento de fluidez, que aumentó con el tiempo de conchado en todas las condiciones ensayadas en este proceso, usando

temperaturas entre 40°C – 60°C, produciendo masas menos viscosas y más fluidas, lo que mejora las propiedades de flujo de chocolate. El aumento de la temperatura y la velocidad de reducción del tiempo de conchado, aumenta la suavidad en el producto final.

Otra aplicación para la reducción de las propiedades reológicas se ven influenciadas principalmente por la distribución de tamaño de partícula y los ingredientes de composición, que a su vez afecta a la textura y el perfil final del producto. La mayoría de los ingredientes sólidos son de aproximadamente 1 mm o más de diámetro. La lengua detectará partículas mayores de 0,03 mm, y el chocolate presentará textura arenosa. A menudo, la refinación produce una gran cantidad de partículas muy finas de menos de 0.005 mm de tamaño, y la superficie de estas partículas necesitan ser recubiertas con grasa para hacerlas que fluyan, porque si se añade grasa extra a la propia del chocolate, se vuelve muy viscosa, tiende a fundirse con menos facilidad, y a menudo al momento de permanecer en la boca, se percibe con una textura ligeramente arcillosa (Beckett, 2009).

El estado de cristalización de los azúcares es muy importante. El objetivo final es pulverizar tanto la sacarosa y la lactosa lo más

posible. Los beneficios de la pulverización son que, no presenta una estructura amorfa quedando trampas de grasa, así se necesita menos grasa para recubrir y para poder tener una viscosidad correcta de la masa de chocolate terminado.

Cuando se incorpora licor al chocolate, es recomendable moler la semilla a la finura final deseada para consideraciones organolépticas. Esto asegura la máxima liberación de grasa, viscosidad mínima, textura adecuada y sabor del material.

En el procesamiento de chocolate, se podría recomendar una finura final entre 2-5 micras menor que la finura final del chocolate terminado para el licor de cacao. Esto es para reducir el desgaste del refinador posterior y mejorar las propiedades de flujo de productos terminados, y así disminuir la viscosidad.

Estas partículas altamente asimétricos tienen un efecto perjudicial sobre las propiedades de viscosidad del producto y sensoriales.

La temperatura tiene un efecto significativo sobre la reología de la película de chocolate y por lo tanto, influye en el proceso de refinación. La temperatura se mantiene por el agua que circula en el interior de cada rollo. Las temperaturas en rodillos varían de acuerdo al número de rodillo, ya que en el rodillo 1 y 2 debe ser

entre 30°C – 35°C, el rodillo 3 entre 45°C – 50°C, y el rodillo 4 entre 55°C – 60°C. La zona de enfriamiento se da en el rodillo 5, debido a que ayuda al desprendimiento de la película de masa de chocolate leche del rodillo mediante las cuchillas del equipo, y esta temperatura debe ser entre 28°C – 35°C. Las propiedades del material que se está refinando pueden cambiar sustancialmente con la temperatura y por lo tanto alterar el proceso de refinación, dando como resultado una masa con finura variable, que afecta la viscosidad final del producto.

La consistencia adecuada para transferir el producto de rollo a rollo se mantiene por el contenido de grasa apropiada. Como se dijo anteriormente, la tendencia de un material a aglomerarse aumenta con menor tamaño de partícula y contenido de humedad. Para una mejor definición, una mezcla de muy bajo contenido de grasa, especialmente en condiciones de humedad, puede dar lugar a aglomerados de partículas que salen de los rollos de los refinadores. Para un control preciso del tamaño de partícula, es necesario producir material de alimentación consistente y uniforme, éste se puede producir ya sea por un mezclado intenso antes de la refinación, o tal vez incluso mejor por el proceso de refinado de dos etapas (BECKETT, 2009).

Nebesny y Dorota (2005), realizaron estudios con masas de chocolate negro y con leche que presentaban una viscosidad elevada, a la cual le adicionan lecitina desde 0,1 a 1,0g a 100g de masas de chocolate negro y leche, resultando en una caída de la viscosidad en todos los tipos de masa de chocolate estudiados. Se observó una disminución considerable en la viscosidad de las masas de chocolate negro y leche cuando la concentración de lecitina se elevó gradualmente a 0,5g en 100g de cada masa.

Al igual que con el control, las masas de chocolate leche que contenían sacarosa, el mayor descenso en la viscosidad se produjo dentro de las concentraciones de lecitina que iban hasta 0,3g por cada 100g de producto.

Detonando así que, el efecto del contenido de lecitina de soja sobre las propiedades de masas de chocolate con leche, tiene como efecto la reducción de la viscosidad de la masa final de chocolate leche. El uso de un “reoviscosímetro” equipado con el rotor y el estator co-axial, puede determinar la viscosidad de la masa de chocolate en general.

Los resultados mostraron un impacto más fuerte del uso de la lecitina, independientemente de la formulación de la masa de chocolate (sin sacarosa, tradicional, leche u oscuro), la sobredosis de este emulsionante causó que tanto las propiedades sensoriales y de flujo fueran las peores en estas masas.

Concluyendo así que, concentraciones adecuadas de lecitina de soja, ayudan a reducir la viscosidad plástica de las masas de chocolate y su uso excesivo, altera de manera negativa, afectando las características propias de este producto, interfiriendo directamente en su fluidez.

De esta manera se ha contemplado diversas teorías de como poder reducir la viscosidad de la masa chocolate leche en diversas etapas del proceso.

3.2. Análisis Sensorial

Según Asunción Alonso (2009), la técnica de análisis sensorial para chocolate, consiste en dejar que se asiente el producto en la boca durante unos instantes, para que el chocolate pueda liberar los compuestos volátiles (aroma) y los compuestos solubles (sabor). Se deja unos instantes en contacto con la parte superior del paladar para poder apreciar todos sus matices de textura y persistencia.

La degustación se realiza en diversas fases relacionadas con el orden normal de percepción:

1.-Fase visual

Color: puede oscilar desde un color canela al marrón más oscuro, casi negro, con tonalidades rojizas en algunos chocolates.

Superficie: La superficie debe ser brillante y homogénea (sin rugosidades).

Ausencia de defectos: blanqueado, estrías (aguas) en la superficie.

2.-Fase olfativa

Olores directos: son los estímulos de las sustancias volátiles que, de diverso origen y naturaleza, forman parte de la propia composición del chocolate. Por lo tanto, es el conjunto de olores principales y secundarios que se perciben por vía nasal directa.

La percepción sensorial se caracteriza por:

- Intensidad.
- Identificación del olor
- Defectos (el chocolate absorbe fácilmente los olores del entorno).

3.-Fase táctil y auditiva

Tacto: se comprueba la ductilidad del chocolate presionándolo con los dedos pulgar e índice para apreciar su capacidad de modelarse con el calor corporal. El tacto debe ser firme, nunca pegajoso y al partirlo, debe ofrecer una resistencia mínima. Si al partirlo forma astillas, está demasiado seco y si es difícil de partir puede estar muy ceroso.

Sonido: Al romper la tableta, se espera que el sonido sea crujiente, duro pero quebradizo y con un “clac” característico al ser partido en dos. Eso significa que la manteca de cacao tiene una buena estructura cristalina.

4.-Fase gustativa

Sabor: El cacao es fundamentalmente amargo, pero hay variaciones en su intensidad en función de su porcentaje en el producto final. El sabor amargo es el más persistente en el tiempo, pero el de más lenta estimulación, por lo que se perciben antes los sabores dulces y ácidos.

Astringencia: Es una propiedad, que se relaciona con la coagulación de las proteínas de la saliva dando una sensación áspera en la boca.

Persistencia: es la sensación que queda tras la deglución y que el chocolate puede ser indeseable.

Retrogusto : es cuando existen regustos que no sean los deseados o insuficientes, afecta la persistencia y los aromas del retrogusto.

Por lo tanto, se debe de evaluar sensorialmente las masas de chocolate leche aplicando las definiciones mencionadas, para tener un buen análisis sensorial.

3.2.1. Análisis Sensorial de las Materias Primas para la Elaboración de la Masa de Chocolate

Las materias primas son analizadas para revisar si cumplen los requisitos necesarios y poder ser utilizadas. Los análisis fueron establecidos para cada característica sensorial, que van de la mano para mantener los parámetros de las características reológicas deseadas.

Se ha clasificado por dos tipos de materiales, los macroingredientes como: azúcar, leche entera, licor de cacao y manteca de cacao, y los microingredientes que son: etil de vainilla y lecitina de soja.

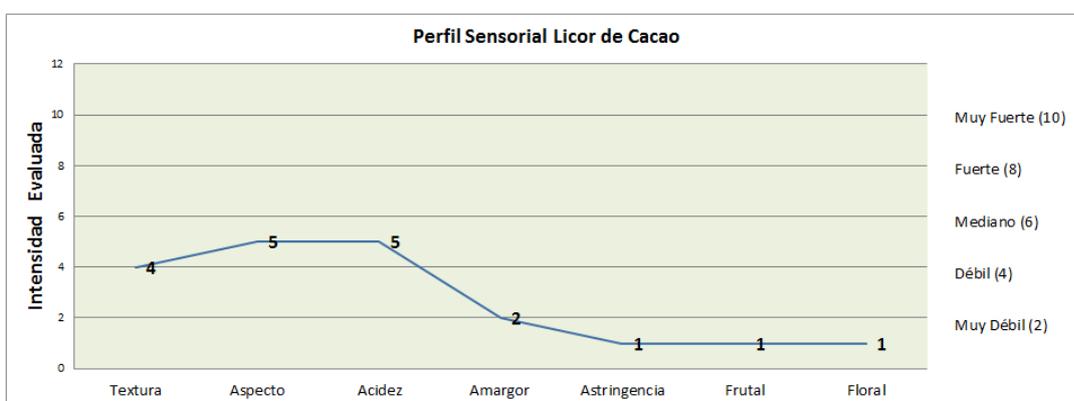
Se establecen parámetros de control a los macroingredientes de la siguiente manera presentado en la tabla 3:

TABLA 3
PARÁMETROS DE LOS MACROINGREDIENTES DE LA ELABORACIÓN
DE LA MASA CHOCOLATE LECHE

Materia Prima	Análisis	Definición
Azúcar	Color:	Color sin preparación = Cristales blancos o incoloros, o en la mayoría de color ligeramente amarillo.
	Aspecto:	Cristales fluidos, libres de cualquier material extraño visible
	Sabor:	Dulce y libre de cualquier sabor extraño
	Aroma:	Olor dulce característico del azúcar y libre de olores extraños.
Leche Entera en Polvo	Color:	Moderado color blanco crema
	Aspecto:	Polvo libre de impurezas, polvo ligeramente viscoso
	Sabor:	Característico a la leche natural hervida, con un ligero dulzor.
	Aroma:	Característico a la leche natural hervida.
Licor de Cacao	Color:	Fuerte color café
	Aspecto:	Fuerte color café, característico de licor de cacao
	Sabor:	Débil acidez Débil amargor Medianamente astringente Fuerte o muy fuerte sabor a cacao Mediano sabor frutal
	Aroma:	Muy fuerte aroma a cacao
Manteca de Cacao	Color:	Moderado Amarillo
	Aspecto:	Ligera Turbidez.
	Sabor:	Débil Acidez, Amargor y Astringencia, Muy Ligero a Cacao. Ninguno a Químico.
	Aroma:	Moderado a Cacao, Débil a Frutal, Ninguno a Tostado/Quemado.

Exclusivamente para los macro-ingredientes, exceptuado el azúcar, se ha establecido un Perfil Descriptivo, los cuales deben cumplirse de acuerdo a lo establecido y que se presenta en las figuras 3.3, 3.4, 3.5:

Licor de Cacao:



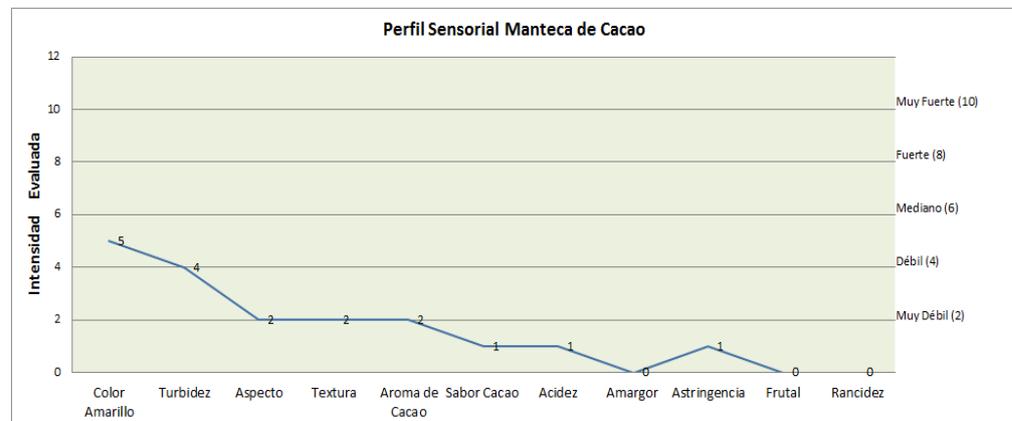
Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIG. 3.3 PERFIL SENSORIAL LICOR DE CACAO

Se demuestra en la gráfica de manera cuantitativa la intensidad en los diferentes atributos, que definen la relevancia a nivel de textura, aspecto y acidez.

La percepción de amargor, astringencia, sabores florales y frutales se definen con una validación cualitativa como muy débil, y poco perceptible a nivel de sabor.

Manteca de Cacao:

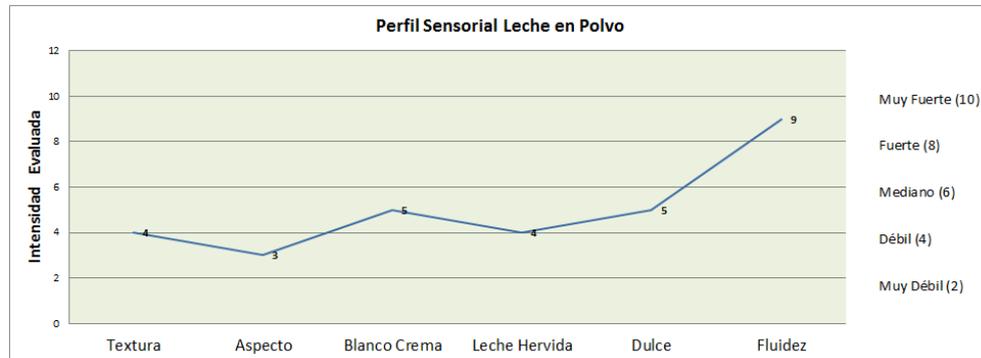


Fuente: Datos Chocolate S.A

FIGURA 3.4 PERFIL SENSORIAL MANTECA DE CACAO

Se observa que, a nivel de aspecto se presenta un moderado color amarillo y una ligera turbidez, a nivel de aroma la manteca posee un aroma de cacao muy débil y percepción muy débil en sabor a cacao, acidez, amargor, astringencia y frutal, adicional no debe presentar rancidez.

Leche en Polvo:



Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 3.5 PERFIL SENSORIAL LECHE EN POLVO

Se define en el perfil sensorial de la leche en polvo, una textura débil (no grumos), basada en la reconstitución, teniendo un aspecto no grumoso y de un color blanco moderado con una alta fluidez. A nivel de sabor presenta una moderada dulzura y una percepción a leche hervida.

3.2.2. Estudio Sensorial de la Masa de Chocolate leche resultante

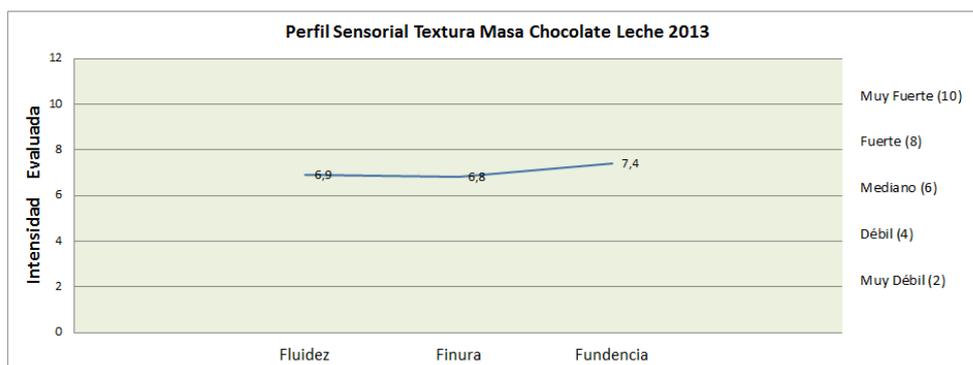
Se tomó muestra de la masa de chocolate leche inicial para poder realizar la comparación sensorial luego que se empleara la mejora. Para poder realizar este análisis sensorial de las masas, se procedió mediante el método de Prueba de Medición del Grado de Satisfacción aplicando la Escala Hedónica.

Los atributos que se analizaron fueron: Textura y Aspecto.

Se decidió estos atributos, ya que la viscosidad se ve relacionada directamente de la siguiente manera:

Con el atributo de Textura, en la que se ha medido la fluidez, finura y fundencia, se indica que debe poseer una finura acorde a las necesidades del producto, para obtener un mejor “smoothy” o suavidad de la masa de chocolate leche.

En el figura 3.6, se puede observar que la masa tiene una textura fuerte, basada en los atributos antes mencionados, en la que afecta la suavidad de la masa chocolate leche.



Elaborado por: Luis Regalado y Silvana Sánchez

Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 3.6 PERFIL SENSORIAL TEXTURA MASA CHOCOLATE

2013

Con el atributo de Aspecto, se puede observar en el gráfico 3.7, que se refiere a que la masa posea un buen color, no presente grumosidad, ni aspecto arenoso y tenga un brillo particular del chocolate, atributos necesarios para tener una masa de chocolate optima.



Elaborado por: Luis Regalado y Silvana Sánchez

Fuente: Datos Chocolate S.A.

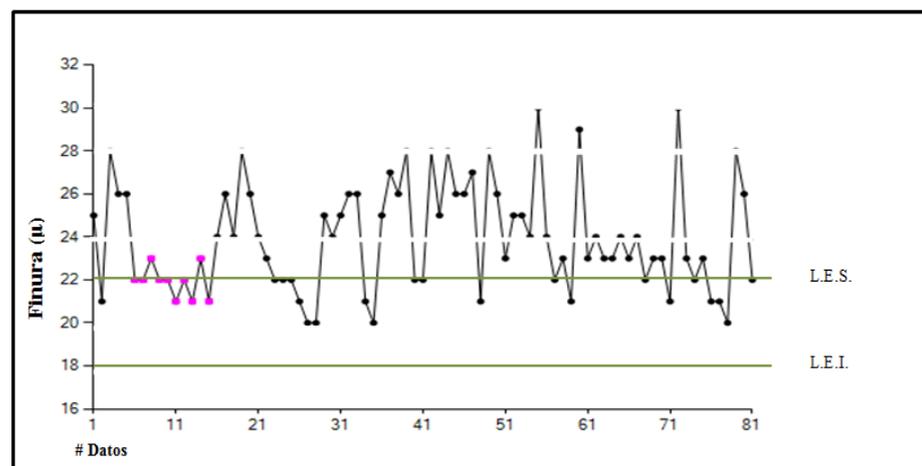
**FIGURA 3.7 GRÁFICO PERFIL SENSORIAL ASPECTO
MASA CHOCOLATE LECHE 2013**

Por lo tanto, se ha podido observar que se tiene un oportunidad de mejora en analizar los parámetros de finura que impactan directamente a las características sensoriales de aspecto y textura dentro del proceso de elaboración de chocolate leche, ya que este parámetro es importante previo a la etapa de conchado.

3.3 Análisis de Variabilidad de la Finura en la etapa de Conchado en la Fabricación de masa Chocolate leche

Como se ha indicado, la finura es un parámetro crítico dentro del proceso de elaboración de masa chocolate leche.

La variabilidad presentada se debe a la falta de control de la etapa de refinado dentro del proceso, ya que se tuvo una recolección de datos dentro del área, y se observa su comportamiento en la siguiente figura 3.8:



Elaborado por: Luis Regalado y Silvana Sánchez

Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 3.8 FINURA DE LA MASA REFINADA PARA MASA CHOCOLATE LECHE 2013

Como se puede observar, los datos que se obtuvieron se encontraron fuera de los parámetros establecidos, ya que las especificaciones indican que debe estar dentro de 18 – 20 (μ).

Esto provoca una variabilidad de la viscosidad plástica final de la masa de chocolate leche, afectando su textura y percepción visual, al igual que la injerencia en los procesos continuos de disponibilidad y despacho del producto.

Se observó que se presentó la variabilidad por temas relacionados a los equipos que realizan la refinación, pero el tema de mayor relevancia se dio lugar en los rodillos de los refinadores.

Se evidenció incidencia en esta etapa ya que se observaron rodillos fuera de especificación en su superficie debido a que se encontraban con pequeñas grietas, las cuales se pueden visualizar en la Figura 3.9.

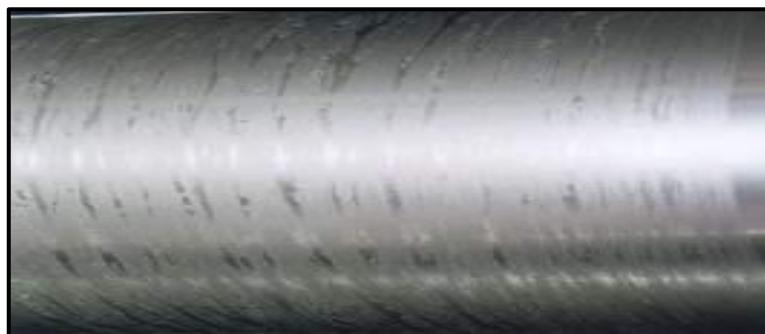


FIGURA 3.9 RODILLO CON PRESENCIA DE RALLADURAS

Esto origina apelmazamiento de masas en los rodillos y esta masa de chocolate leche no sea refinada de la manera indicada y adecuada a lo establecido en el proceso de refinación previo a la etapa de conchado. Un claro ejemplo se lo puede visualizar en la figura 3.10 a continuación:



FIGURA 3.10 RODILLO CON PRESENCIA DE MASA ADHERIDA

Mediante estas observaciones se ha identificado esta oportunidad de mejora dentro de esta etapa del proceso, para evitar apelmazamientos que afecten la refinación de la masa de chocolate leche.

Por lo tanto se ha establecido el seguimiento respectivo a esta parte del proceso de elaboración de masa chocolate leche, para evitar las desviaciones en la finura previa a la etapa de conchado y obtener unos mejores resultados y así determinar nuevos controles de ser necesarios y reforzar los ya existentes.

CAPÍTULO 4

4. DETERMINACIÓN, ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES PARA LA ETAPA DE CONCHADO EN LA FABRICACIÓN DE MASA CHOCOLATE LECHE

Como se ha descrito en el ítem 3.3 del capítulo 3, se deben determinar nuevos controles de ser necesario y reforzar los que ya existen, para evitar problemas en la etapa de conchado. Parte de esta determinación se debe realizar principalmente en la etapa de conchado y la etapa previa de refinación de la masa de chocolate leche.

Es por eso que se determinará etapas críticas y parámetros de control que deben ser tomadas en consideración para evitar problemas durante el conchado de la masa chocolate leche.

4.1.1 Determinación de Parámetros de Control para la etapa de Conchado

Dentro del seguimiento que se dio al proceso durante un lapso de 6 meses desde el 2 Enero 2014 hasta 11 de Junio 2014, se pudo determinar pequeños micro-procesos dentro de la etapa de conchado, los cuales son importantes para obtener buenos resultados durante y después de este proceso.

Se pudo determinar que las etapas importantes durante el conchado que deben ser controladas son las siguientes:

Llenado: el recubrimiento de las partículas con grasa empieza en esta etapa. Si se añade grasa demasiado pronto, la masa se hace demasiado líquida por lo que no se puede trabajar correctamente. Muy poca grasa resultará en un mezclado pobre y quizás se formarán grumos: la concha finalmente se detendrá. Por tal motivo, se debe aplicar una buena dosificación y en el momento correcto del proceso.

Conchado seco: Los compuestos volátiles y la humedad se van liberando hasta que el recubrimiento con grasa lo impide. La proporción de grasa y copos refinados debe optimizarse para que el

motor pueda trabajar alrededor de un 80-95% de su máxima capacidad tanto tiempo como sea posible.

Plastificado: optimización de la viscosidad y desarrollo de aromas, incluyendo el paso de las moléculas aromáticas del licor al azúcar.

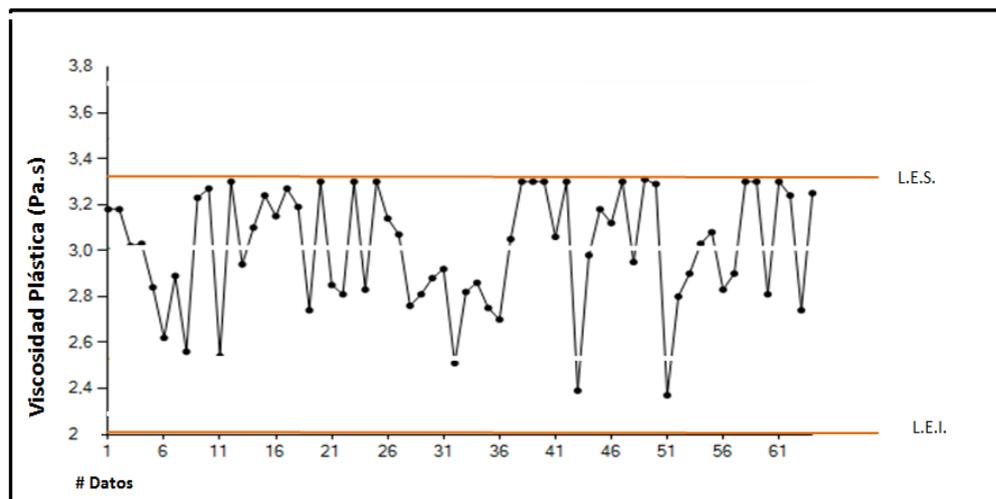
Licuefacción: la adición final de una cantidad de grasa y emulgentes tales como lecitina y PGPR, que son parte de la receta y benefician al comportamiento reológico, junto con el tiempo final de proceso en esta etapa.

Es importante recalcar que se debe tener total control en estas fases de la etapa de conchado, ya que tienen una injerencia importante como se menciona en las definiciones que poseen cada una de ellas, debido a que de esa manera es cómo interactúan en el proceso de conchado.

Con la verificación de estas micro-etapas durante y después de la etapa de conchado se realizó el análisis de la viscosidad resultante, para poder analizar su tendencia en un proceso ya controlado en la etapa de conchado y también el parámetro principal previo, que es la finura de la masa de chocolate leche de la etapa de refinación.

4.1.2 Verificación de Parámetros de un proceso controlado en la etapa de conchado

Se puede evidenciar la reducción de la viscosidad plástica en la figura 4.1, la cual muestra como los datos se encuentran dentro de las especificaciones superior de 3,3 micras e inferior de 2 micras, siendo lo óptimo para el uso que se le ha establecido a este producto.



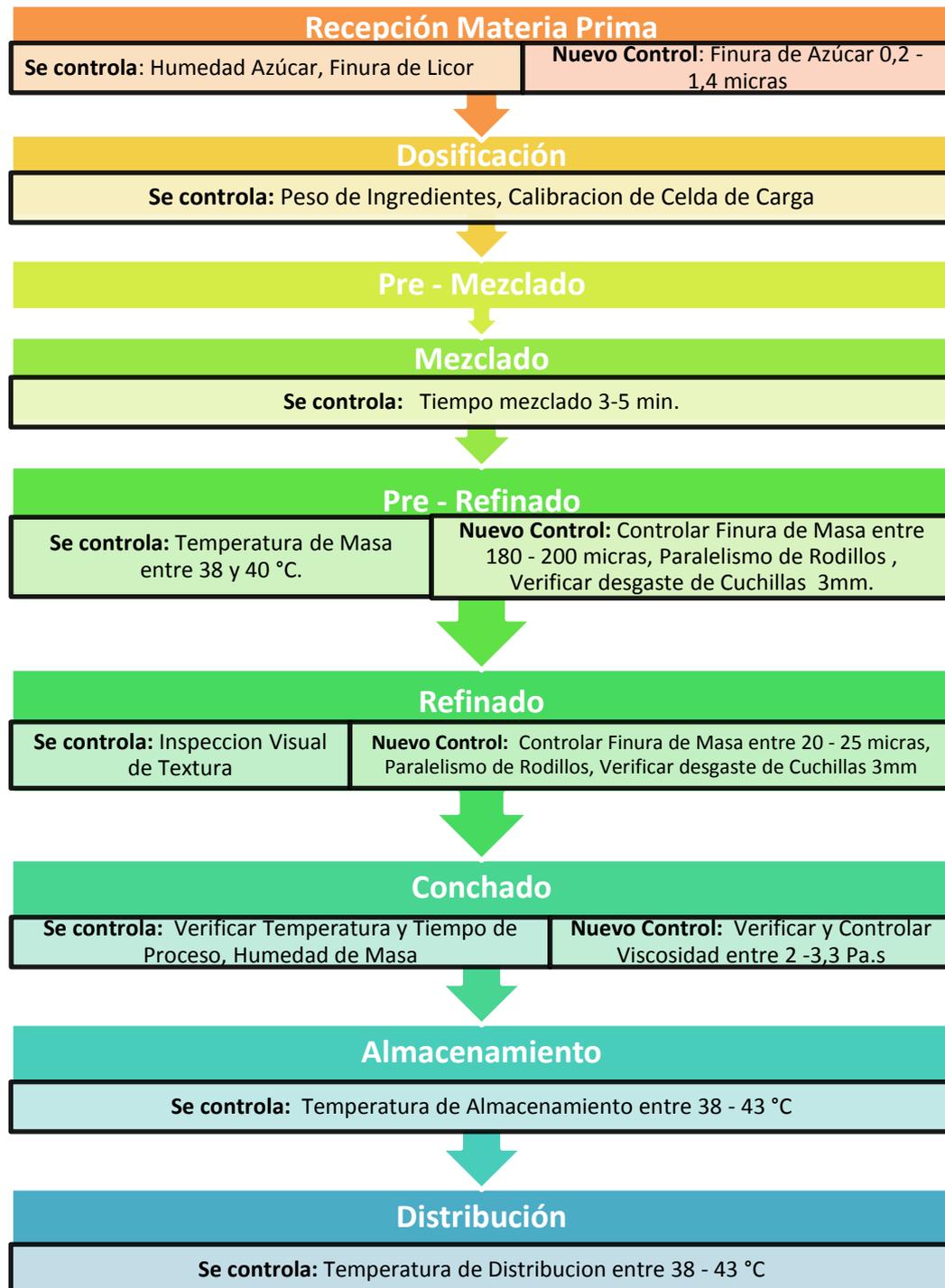
Elaborado por: Luis Regalado y Silvana Sánchez

Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 4.1. VISCOSIDAD PLÁSTICA MASA CHOCOLATE LECHE

Todos estos datos se han conseguido, debido al adecuado control de finuras y verificación de viscosidad en el proceso de preparación de masas, ya que todas estas etapas influyen para que en el conchado se consiga los resultados requeridos, datos que podremos observar en el apéndice 2.

4.1.3 Diagrama de Proceso con los controles propuestos



Dentro del diagrama de proceso expuesto, se ha colocado todos los controles que se ha llevado a lo largo del proceso y adicionalmente, hemos propuesto nuevos controles que ayudarán a cada una de estas etapas a mejorar sus productos finales para las siguientes etapas.

Describiendo los nuevos controles más importantes, se observa en la etapa de Pre – Refinado el nuevo control de Finura de Masa, ya que con esto garantizaremos que el refinado pueda cumplir su función de reducir las partículas de masa inicial, al requerido de entre 180 – 200 micras, en la etapa de Refinado al controlar la Finura de masa entre 20 – 25 micras, se obtendrá una mejor homogenización en el siguiente proceso de conchado, en el cual se ha aplicado el nuevo control de Verificación de Viscosidad, para asegurar el cumplimiento con los límites de especificación requeridos, garantizando una masa de chocolate leche óptima para la venta, evitando así devoluciones y retrabajos innecesarios.

Como resultado de este proyecto, podemos establecer la necesidad de un Esquema de Monitoreo de Calidad, que reúna los controles previamente establecidos y que incluya los nuevos controles identificados para cada etapa de proceso en conjunto con sus límites de especificación y operacionales. Así mismo, se establece la frecuencia de monitoreo, responsable, y acciones

correctivas en caso presentarse una desviación, como se observa en la figura 4.2.

Esquema de Monitoreo de Calidad							Proceso: Preparación de Masas de Chocolate Leche
MATERIAL/ ETAPA DE PROCESO	OBJETO A CHEQUEAR	PARAMETRO/ ANÁLISIS	INSPECCIONADO POR	FRECUENCIA	MÉTODO DE INSPECCIÓN	ESPECIFICACIÓN	MEDIDAS CORRECTIVAS EN CASO DE DESVIACIÓN
Recepción de Materia Prima	Azucar	Humedad del Azucar	Operador	Por lote	Termobalanza	< 0.6 %	1.- En caso que la materia prima no cumple con la especificación requerida, se procede a la devolución de la misma.
		Finura del Azucar		Por lote	Tamices	0.2 - 1.4 micras	1.- En caso que la materia prima no cumple con la especificación requerida, se procede a la devolución de la misma.
	Licor de Cacao	Finura del Licor de Cacao		Por lote	Retención	< 1%	1.- En caso que la materia prima no cumple con la especificación requerida, se procede a la devolución de la misma.
Dosisificación	Pesaje de Ingredientes	Peso	Operador	Por cada dosisificación	Visual	Según Receta	1.- En caso que no se cumpla con el peso, se procede a solicitar lo requerido para completar el peso necesario según receta.
	Calibración de Celda de Carga	Calibración	Instrumentista	Mensual	Pesas Patrón	Según Manual Equipo	1.- En caso de observar una descalibración del equipo, se procede a detener el proceso. 2.- Se procede a llamar al instrumentista de fabrica para que calibre la celda de carga
Mezclado	Tiempo de Mezclado	Tiempo	Operador	Por lote	Visual	3 - 5 minutos	1.- En caso de observar una descalibración del equipo, se procede a detener el proceso. 2.- Se procede a llamar al instrumentista de fabrica para que ajuste el tiempo requerido en esta etapa.
Pre - Refinación	Rodillos de Pre- Refinador	Paralelismo	Técnico	Trimestral	Visual	Según Manual Equipo	1. Detener el proceso. 2.- Comunicar al técnico de línea, para que realice la rectificación de la desviación del rodillo.
		Temperatura de Rodillo	Operador	Por cada dosisificación	Visual (Termómetro)	38 - 40 °C	1.- Ajustar temperaturas
	Chuchillas de Pre-Refinador	Cuchillas de Equipo	Técnico	Desgaste mayor a 3mm	Visual	Desgaste mayor a 3mm	1. Detener el proceso. 2.- Comunicar al técnico de línea, para que realice el cambio de cuchillas del equipo.
	Masa en Polvo	Tamaño de Partícula	Operador	Por cada dosisificación	Visual (Micrómetro)	180 - 200 micras	1. Detener el proceso. 2.- Comunicar al técnico de línea, para que realice el ajuste de rodillos y la presión.
Refinado	Masa en Polvo	Tamaño de Partícula	Operador	Por cada dosisificación	Visual (Micrómetro)	20 - 25 micras	1. Detener el proceso. 2.- Comunicar al técnico de línea, para que realice el ajuste de rodillos y la presión.
	Rodillos de Refinador	Paralelismo	Técnico	Trimestral	Visual	Según Manual Equipo	1. Detener el proceso. 2.- Comunicar al técnico de línea, para que realice la rectificación de la desviación del rodillo.
		Cuchillas de Equipo	Técnico	Desgaste mayor a 3mm	Visual	Desgaste mayor a 3mm	1. Detener el proceso. 2.- Comunicar al técnico de línea, para que realice el cambio de cuchillas del equipo.
Conchado	Temperatura de Proceso	Temperatura de Conchaje	Operador	Por lote	Visual (Termómetro)	40 - 58°C	1. Detener Proceso 2. Realizar ajuste de temperaturas en equipo.
	Tiempo de Proceso	Tiempo de Conchaje	Operador	Por lote	Visual (Cronómetro)	8 - 9 horas	1. Detener Proceso 2. Realizar ajuste de tiempo en equipo.
	Humedad de la Masa	Humedad	Operador	Semanal	Termobalanza	< 1%	1. Ajustar temperaturas y tiempo de proceso
	Viscosidad de Masa Chocolate Leche	Viscosidad Plástica	Operador	Por lote	Viscosímetro	Viscosidad Plástica: 2 - 3.3 Pa.S	1.- Realizar ajuste de la masa con la adición de emulsificantes.
Almacenamiento	Temperatura de Almacenamiento	Temperatura de Tanques	Operador	Cada 2 horas	Visual (Termómetro)	38 - 43 °C	1. Detener Proceso 2. Realizar ajuste de temperaturas en equipo.
Distribución	Temperatura de Transporte	Temperatura de Tanquero	Operador	Cada Despacho	Visual (Termómetro)	38 - 43 °C	1. Detener Proceso 2. Realizar ajuste de temperaturas en equipo.

FIGURA 4.2. ESQUEMA MONITOREO DE CALIDAD

CAPÍTULO 5

5. ANÁLISIS IMPACTO ECONÓMICO POSTERIOR A LA IMPLEMENTACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE CONTROLES EN LA FABRICACIÓN DE MASA CHOCOLATE LECHE

El desarrollo de este trabajo e implementación de mejoras se generó debido al alto índice de reclamos por parte de consumidores y clientes. Sin embargo, dentro de este análisis se identificaron también pérdidas económicas como producto de la variación de materias primas y posterior adecuación de la masa para que se encuentre aceptable dentro de los criterios de producto. Adicionalmente, gastos no contemplados como exceso de reparaciones y mantenimientos más frecuentes dentro de las líneas de proceso, así como también gastos de mano de obra adicional requerida para el retrabajo de las masas fuera de norma.

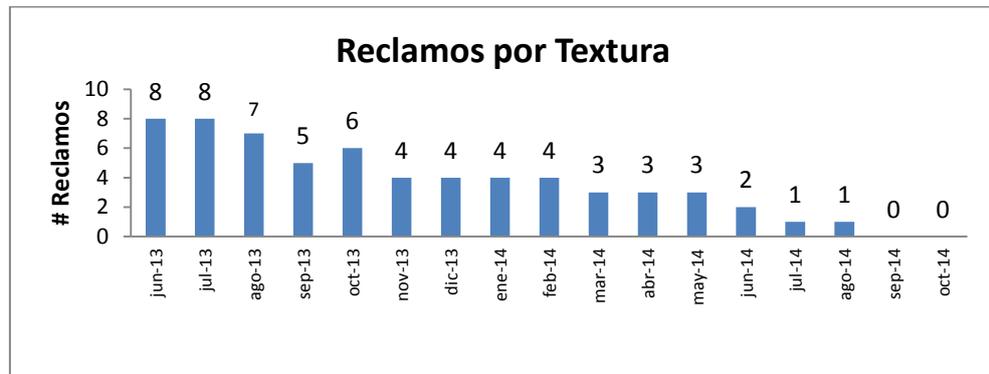
De la misma manera, se obtiene beneficios como la optimización del proceso de fabricación generando mayor disponibilidad de líneas en tiempo y en calidad adecuadas.

En este capítulo se analizará cual fue el impacto de la implementación de dichas mejoras y cuáles han sido los beneficios de este estudio.

5.1. Impacto Actual de Reclamos Posterior a la Implementación

5.1.1. Análisis de los Reclamos Recibidos

Con las implementaciones y los controles propuestos en cada etapa de proceso: finura de azúcar en etapa de recepción de materia prima, finura de masa, paralelismo de rodillos, desgaste de cuchillas en ambas etapas pre refinado y refinado, el control de viscosidad en el producto terminado, y la construcción del esquema de monitoreo de calidad del proceso, donde se define responsable, control, frecuencia, la reducción de reclamos por desviaciones sensoriales en textura fue notoria en los meses durante el desarrollo de este trabajo, tal como se observa en la figura 5.1.



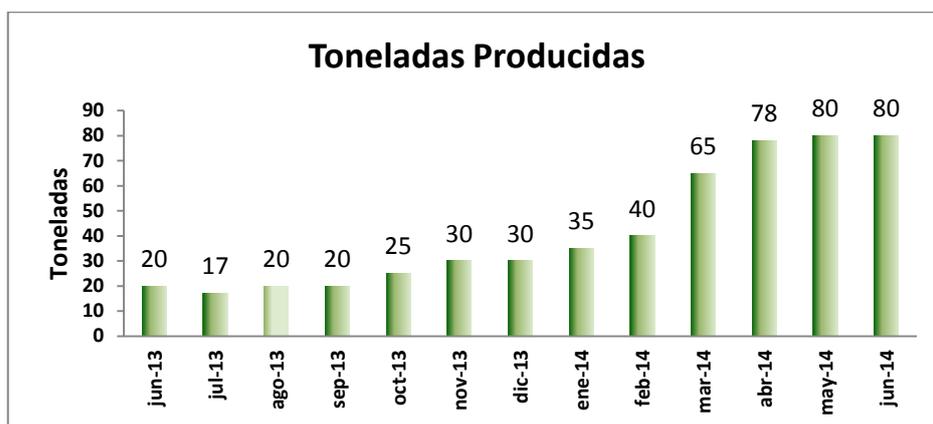
Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA. 5.1. RECLAMOS POR TEXTURA

De la gráfica 5.1 se puede observar que durante el proceso existieron etapas de reducción de reclamos y de estabilización; esto se debe a la implementación paso a paso de las mejoras. Una vez que se tenía una reducción estable se procedía a implementar una siguiente medida. Con esta reducción se puede mostrar un proceso controlado y además recuperar la confianza y preferencia de los clientes y consumidores.

Esta reducción de reclamos y recuperación de la confianza de los clientes, acompañó de manera positiva el crecimiento de la demanda. El costo de producción de masa chocolate leche es de \$2300 por tonelada producida. El precio de venta de la tonelada de masa chocolate hacia la fábrica moldeadora es el 3% sobre el costo de producción; esto quiere decir aproximadamente \$2369 por tonelada.

La demanda de masa leche se incrementó en un 186% en el último semestre, como se observa en la figura 5.2.



Elaborado por: Luis Regalado y Silvana Sánchez

Fuente: Datos Chocolate S.A.

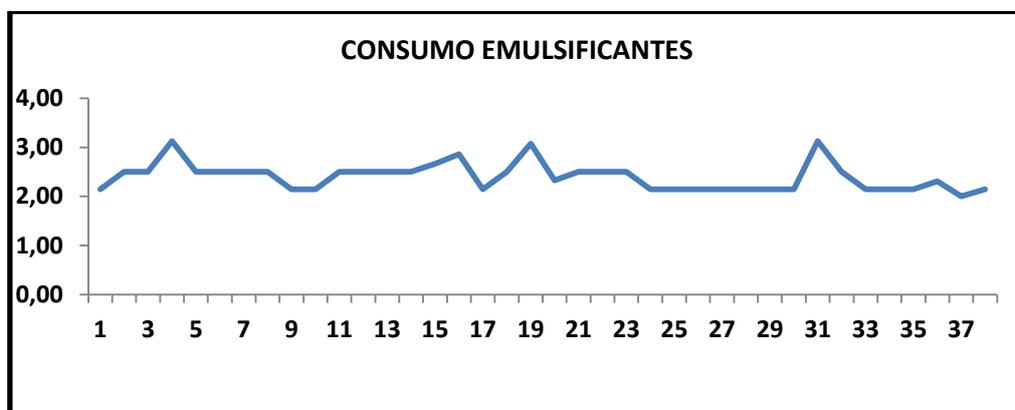
FIGURA. 5.2 TONELADAS PRODUCIDAS EN EL 2013

5.2 Reduccion de variación de materia prima a través de la estandarización de receta y su impacto en el presupuesto anual.

Debido al incumplimiento en los parámetros de viscosidad de la masa enviada a los clientes, se trabajaba con adición de aditivos emulsificantes para reducir la viscosidad. Esta adición de emulsificantes no se encontraba especificada en la receta de producción constituyendo de esta manera en una variación de materia prima.

La fórmula tiene un costo de \$ 2,30 por kilogramo.

Haciendo un análisis en el uso de este emulsificante en una muestra de aproximadamente 40 batches de masa leche se obtiene un consumo promedio de 2.34 kilogramos por batch, como se observa en la figura 5.3.



Elaborado por: Luis Regalado y Silvana Sánchez

Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 5.3. CONSUMO DE EMULSIFICANTES 2013

Esta variación de materia prima implica un incremento adicional al presupuestado; encareciendo de esta manera el kilogramo de masa, ya que el valor del kilogramo de emulsificante es de \$ 7.8; según datos obtenidos en Chocolate S.A.

La estandarización de los parámetros de control en las diferentes etapas de proceso eliminó el uso de este emulsificante, lo cual

implica una reducción en el gasto efectivo de aproximadamente \$ 8000, como se observa en la figura 5.4.

	Antes	Unidades	Después	Unidades
Producción Masa Leche	474.285	kg	474.285	kg
Consumo promedio Emulsificante/1000 kg	2,34	kg	0	kg
Uso emulsificante	1.110	kg	0	kg
Precio Emulsificante	\$ 7,80		\$ 7,80	
Valor consumido	\$ 8.656,65		\$ -	

Elaborado por: Luis Regalado y Silvana Sánchez
Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA. 5.4. COMPARATIVO EN USO EMULSIFICANTE

5.3 Optimización de Proceso Posterior a la Implementación

5.3.1 Disminución de Costos Relacionados al Reproceso de Productos Fuera de Especificación

Los productos que se encuentran fuera de especificación por una desviación sensorial, como es el caso en este estudio, desviación en textura, no representan un riesgo de Seguridad Alimentaria pero es un defecto no aceptable para los clientes. Bajo esta premisa se puede entonces decidir que el producto defectuoso puede ser reutilizado a través de un reproceso para ser nuevamente consumido en la producción de nuevas masas como un ingrediente más.

Por política de la compañía este reproceso puede ser adicionado en la fórmula en un porcentaje no superior a 5% para no afectar su composición nutricional. A pesar que el uso de este producto defectuoso evita una pérdida mayor, hay gastos relacionados que no se pueden evitar como por ejemplo, los gastos de mano de obra adicional que se requiere para este reproceso.

En un proceso normal de fabricación se requieren tres operadores en la línea de producción; sin embargo, para realizar la tarea de reproceso se deben incluir dos personas para tareas específicas como la fundición de la masa a retrabajar y su posterior tamizado. El valor de hora hombre es de \$9. De tal manera el proceso de retrabajo incrementa el uso de mano de obra directa en el proceso presentado en la figura 5.5.

Haciendo una evaluación de los últimos 6 meses, el incremento de uso de mano de obra afecta el presupuesto de la siguiente manera como se observa en la figura 5.5:

	Mano Obra Adicional	Unidades
# Operadores	2	
Hora Hombre	9	\$
Horas trabajadas al día	8	horas
Días trabajados	5	
Semanas a trabajar	25	
TOTAL	\$ 18.000,00	

Elaborado por: Luis Regalado y Silvana Sánchez

Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 5.5 MANO DE OBRA ADICIONAL 2013

Con la implementación de las medidas de control propuestas en este estudio, este valor se redujo considerablemente, puesto que ya no era necesario incrementar personal para el manejo de retrabajo.

5.3.2 Optimización del Presupuesto de Mantenimiento Debido a la Reducción del Reproceso

Los equipos en fábrica para el proceso de fabricación de masa de chocolate tienen un cronograma de mantenimiento establecido, inspecciones con frecuencia determinada y cambio de piezas y/o repuestos de acuerdo a esta frecuencia.

Con el proceso de fabricación anterior y debido al incumplimiento, tanto en las especificaciones de materia prima como en los controles de proceso, se produce un desgaste innecesario y no

presupuestado a nivel de rodillos y cuchillas; provocando de esta manera inspecciones no rutinarias, cambios de repuestos adicionales e incrementando el gasto de mantenimiento descritos en la figura 5.6.

Descripción de Gasto	Presupuestado	Real
Mecanico	\$ 90.000,00	\$ 140.000,00
Electrico	\$ 60.000,00	\$ 57.000,00
Servicios Industriales	\$ 30.000,00	\$ 25.000,00
TOTAL	\$ 180.000,00	\$ 222.000,00

Elaborado por: Luis Regalado y Silvana Sánchez

Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA. 5.6. GASTOS PRESUPUESTADOS VERSUS REALES

Con las implementaciones realizadas se ven impactos en varios rubros que aportan de manera positiva en el presupuesto anual, como se observa en la figura 5.7 logrando optimizaciones importantes con la reducción de uso de otras materias primas como agentes emulsificantes, eliminando la necesidad de mano de obra adicional y asegurando un proceso más eficiente; así mismo, sirven para cambiar el concepto de mantenimiento correctivo permitiendo tener estrategias que vayan hacia la prevención más no a la corrección.

GASTOS	Antes	Después
Variación de materia prima	\$ 8.600,00	\$ -
Variación mano de obra	\$ 99.000,00	\$ 81.000,00
Mantenimiento	\$ 222.000,00	\$ 180.000,00
TOTAL	\$ 329.600,00	\$ 261.000,00

Elaborado por: Luis Regalado y Silvana Sánchez

Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIGURA 5.7 RESUMEN DE GASTOS ADICIONALES

Como resultado de esta comparación se observa en la figura 5.8 una reducción de gastos de aproximadamente \$ 68000, en un lapso de 6 meses. Esto a su vez se traduce en la reducción del costo de producción de \$ 2,30 a \$2,19; lo cual representa el 5% de reducción en el costo de producción para el volumen de masa de chocolate leche presupuestado.

Volumen	600.000	2,30	1.380.000
GASTOS	Antes	Después	Ahorro
Variación de materia prima	8.600	-	8.600
Variación mano de obra	99.000	81.000	18.000
Mantenimiento	222.000	180.000	42.000
TOTAL	329.600	261.000	68.600
	600.000	2,19	1.311.400

Elaborado por: Luis Regalado y Silvana Sánchez

Fuente: Datos Chocolate S.A.

FIG. 5.8 REDUCCION DE COSTO DE PRODUCCION DE MASA CHOCOLATE LECHE

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La viscosidad es uno de los parámetros más importantes dentro de las características reológicas de la masa de chocolate leche, ya que ella depende de ciertas propiedades como la fluidez, el aspecto y la textura. Por lo cual se indicarán las conclusiones a continuación de este proyecto de investigación:

1. Las materias primas deben cumplir con parámetros establecidos previamente a su recepción, tales como: finura del azúcar en un rango entre 0.2 y 1.4 micras, ya que ésta tiene una interacción indirectamente proporcional en la masa debido a su granulometría. Un incremento de finos de azúcar resultará en un incremento de viscosidad y potencialmente la necesidad de más grasa.
2. Se determinó que a mayor contenido de lecitina de soya y/u otro agente emulsificante, la viscosidad de la masa de chocolate descende, y si se excede de las cantidades recomendadas, la masa

de chocolate se ve afectada perdiendo todas sus características reológicas y sensoriales tales como su sabor característico a chocolate.

3. Se concluye que es necesario el seguimiento de un Esquema de Monitoreo de Calidad, que refleja los controles de los parámetros anteriores y los nuevos con sus responsables, frecuencia, metodología de control y acciones correctivas ante una desviación; los cuales garantizan un proceso estandarizado.
4. La viscosidad de la masa de chocolate es el parámetro que le permite tener un desempeño adecuado durante el moldeo; por lo tanto, se debe asegurar en la etapa de conchado que en cada preparación, la viscosidad se encuentre dentro de especificación, de 2 a 3.3 Pa.s; y a su vez definirlo como un criterio de liberación de producto terminado.
5. A través de la implementación de las medidas de control para el proceso de fabricación de masa de chocolate se obtiene una reducción del 75% en reclamos sensoriales atribuidos a problemas de textura por variación de viscosidad.
6. La optimización y estandarización del proceso de fabricación de masa de chocolate redujo el costo de producción en 5%, bajando de

\$ 2.30 a \$2.19; que en un año representa alrededor de \$68000, lo que permite mantener costos competitivos dentro del mercado.

Se expone las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda que, una vez que se ha logrado ajustar los resultados de viscosidad plástica y límite de flujo dentro de especificación, deberían afinar aún más los controles para reducir la variabilidad.
- Se recomienda el cambio de los rodillos en los refinadores, cuando estos presentan ralladuras, las cuales hacen que se adhiera masa refinada afectando su finura en el proceso de refinación.
- Se recomienda re-inducciones al personal operario para la medición de la viscosidad al término del proceso de conchado, y reforzar la importancia de este parámetro en esta etapa del proceso para evitar desviaciones en el proceso de liberación de la masa de chocolate leche.

BIBLIOGRAFÍA

1. Beckett S. 2009. Science and technology of enrobed and filled chocolate, confectionery and bakery products. Boca Raton, USA.
2. Dimick P. S. 2000. Compositional effect on crystallization of cocoa butter. Physical Properties of Fats, Oils, and Emulsifiers..
3. Loisel C. 2000. Phase Transitions and Polymorphism of Cocoa Butter.
4. Nebesny E.; Dorota, Z. 2005. Effect of lecithin concentration on properties of sucrose-free chocolate masses sweetened with isomalt. European Food Research Technology.
5. Shojin,V.N 1978. Métodos gravimétricos de concentración. Editorial Nedra, Moscú, Rusia.
6. Lees R. s008. Sugar Confectionery and Chocolate Manufacture, 2012.
7. Vivar -Vera G. Conching - Rheological and structural changes of chocolate mass. Deutsche Lebensmittel-Rundschau, Alemania.
8. Asunción A. 2009. Como se cata el Chocolate, Tienda de Astorga. Disponible en : <http://tiendadeastorga.wordpress.com/2009/09/30/%C2%BFcomo-se-cata-el-chocolate/>

APÉNDICE 1

RESULTADOS DE VISCOSIDAD DE LA MASA DE CHOCOLATE LECHE 2013

Resultados de Viscosidad de la Masa de Chocolate Leche 2013						
Fecha	Viscosidad Plástica (Pa. S)	Límite de Especificación		Límite de Flujo (Pa)	Límite de Especificación	
		Min (Pa. S)	Max (Pa. S)		Min (Pa)	Max (Pa)
02-jul	3,17	2	3,3	3,84	2,3	4,2
04 jul	2,90	2	3,3	4,24	2,3	4,2
13 jul	5,28	2	3,3	5,96	2,3	4,2
19 jul	3,76	2	3,3	4,95	2,3	4,2
29 jul	4,50	2	3,3	5,55	2,3	4,2
05 Ag	3,85	2	3,3	4,82	2,3	4,2
06 Ag	3,27	2	3,3	4,61	2,3	4,2
7 Ag	3,25	2	3,3	4,59	2,3	4,2
8 Ag	3,00	2	3,3	4,34	2,3	4,2
9 Ag	3,07	2	3,3	4,41	2,3	4,2
12-Ag	2,67	2	3,3	3,78	2,3	4,2
13-Ag	3,07	2	3,3	4,41	2,3	4,2
14Ag	2,90	2	3,3	3,50	2,3	4,2
15Ag	3,12	2	3,3	3,70	2,3	4,2
16Ag	2,84	2	3,3	3,82	2,3	4,2
20Ag	3,76	2	3,3	4,89	2,3	4,2
21 Ag	4,05	2	3,3	5,20	2,3	4,2
22 Ag	3,76	2	3,3	4,85	2,3	4,2
23Ag	5,44	2	3,3	6,20	2,3	4,2
24Ag	3,85	2	3,3	5,19	2,3	4,2
26Ag	3,27	2	3,3	4,61	2,3	4,2
27Ag	3,25	2	3,3	4,59	2,3	4,2
29Ag	2,74	2	3,3	3,89	2,3	4,2
3sep	2,75	2	3,3	3,78	2,3	4,2
4-sep	2,81	2	3,3	3,68	2,3	4,2
5-sep	2,81	2	3,3	3,96	2,3	4,2
6-sep	2,54	2	3,3	3,88	2,3	4,2
10-sep	2,54	2	3,3	3,74	2,3	4,2
11-sep	3,29	2	3,3	4,63	2,3	4,2

12-sep	3,07	2	3,3	4,41	2,3	4,2
13-sep	3,26	2	3,3	4,60	2,3	4,2
14-sep	3,30	2	3,3	4,64	2,3	4,2
21-sep	3,30	2	3,3	4,85	2,3	4,2
23-sep	2,83	2	3,3	4,17	2,3	4,2
24 sep	2,72	2	3,3	4,06	2,3	4,2
25 sep	3,76	2	3,3	4,79	2,3	4,2
26-sep	4,05	2	3,3	5,39	2,3	4,2
27-sep	3,45	2	3,3	4,79	2,3	4,2
28sep	4,30	2	3,3	5,20	2,3	4,2
30-sep	3,17	2	3,3	4,51	2,3	4,2
1-oct	2,90	2	3,3	3,60	2,3	4,2
2-oct	5,28	2	3,3	5,40	2,3	4,2
3-oct	3,76	2	3,3	4,87	2,3	4,2
5--oct	5,35	2	3,3	6,10	2,3	4,2
7-oct	3,85	2	3,3	5,19	2,3	4,2
9oct	3,27	2	3,3	4,61	2,3	4,2
10-oct	3,25	2	3,3	4,59	2,3	4,2
11-oct	2,72	2	3,3	4,06	2,3	4,2
15-oct	5,28	2	3,3	5,89	2,3	4,2
16-oct	3,76	2	3,3	5,10	2,3	4,2
19-oct	3,00	2	3,3	4,65	2,3	4,2
22-oct	3,85	2	3,3	4,82	2,3	4,2
23-oct	3,21	2	3,3	4,55	2,3	4,2
24-oct	3,12	2	3,3	4,46	2,3	4,2
28-oct	5,60	2	3,3	5,98	2,3	4,2
29-oct	3,11	2	3,3	4,45	2,3	4,2
30-oct	3,01	2	3,3	4,35	2,3	4,2
31-oct	3,00	2	3,3	4,37	2,3	4,2
4-nov	2,90	2	3,3	4,24	2,3	4,2
5-nov	5,45	2	3,3	6,45	2,3	4,2
6-nov	3,12	2	3,3	4,26	2,3	4,2
07 nov	3,12	2	3,3	4,80	2,3	4,2
11-nov	3,11	2	3,3	4,23	2,3	4,2
12-nov	3,01	2	3,3	4,65	2,3	4,2
13-nov	3,21	2	3,3	4,70	2,3	4,2
18-nov	3,12	2	3,3	4,27	2,3	4,2
19-nov	3,12	2	3,3	4,59	2,3	4,2
20-NOV	3,11	2	3,3	4,27	2,3	4,2

21-nov	3,01	2	3,3	4,69	2,3	4,2
27-nov	3,00	2	3,3	4,70	2,3	4,2
28-nov	2,90	2	3,3	4,37	2,3	4,2
03 Dic	5,28	2	3,3	6,38	2,3	4,2
4 Dic	3,12	2	3,3	4,37	2,3	4,2
05-dic	3,12	2	3,3	4,28	2,3	4,2
06-dic	3,11	2	3,3	4,50	2,3	4,2
11-dic	3,01	2	3,3	4,28	2,3	4,2
12-dic	3,00	2	3,3	4,85	2,3	4,2
13-dc	2,90	2	3,3	4,46	2,3	4,2
18-dic	5,10	2	3,3	6,20	2,3	4,2
21-di	3,76	2	3,3	4,98	2,3	4,2
27-dic	3,00	2	3,3	4,83	2,3	4,2

APÉNDICE 2

RESULTADOS DE VISCOSIDAD PLÁSTICA DE LA MASA DE CHOCOLATE LECHE 2014

Resultados de Viscosidad Plástica de la Masa de Chocolate						
Leche 2014						
Fecha	Viscosidad Plástica (Pa. S)	Límite de Especificación		Límite de Flujo (Pa)	Límite de Especificación	
		Min (Pa. S)	Max (Pa. S)		Min (Pa)	Max (Pa)
02 Ene	3,18	2,00	3,30	3,73	2,30	4,20
3 Ene	3,18	2,00	3,30	3,73	2,30	4,20
04 ene	3,02	2,00	3,30	4,15	2,30	4,20
06 ene	3,03	2,00	3,30	3,77	2,30	4,20
7 ene	2,84	2,00	3,30	4,30	2,30	4,20
08 ene	2,62	2,00	3,30	4,04	2,30	4,20
09 ene	2,89	2,00	3,30	4,15	2,30	4,20
10 ene	2,56	2,00	3,30	3,04	2,30	4,20
27 ene	3,23	2,00	3,30	3,40	2,30	4,20
28 ene	3,27	2,00	3,30	3,06	2,30	4,20
29 ene	2,54	2,00	3,30	2,94	2,30	4,20
30 ene	3,30	2,00	3,30	3,57	2,30	4,20
31 ene	2,94	2,00	3,30	3,82	2,30	4,20
05-Feb	3,10	2,00	3,30	3,40	2,30	4,20
06-Feb	3,24	2,00	3,30	3,67	2,30	4,20
11-feb	3,15	2,00	3,30	3,63	2,30	4,20
13-Feb	3,27	2,00	3,30	4,27	2,30	4,20
14 feb	3,19	2,00	3,30	2,85	2,30	4,20
15 feb	2,74	2,00	3,30	4,16	2,30	4,20
21-Feb	3,30	2,00	3,30	3,92	2,30	4,20
24-Feb	2,85	2,00	3,30	4,76	2,30	4,20
28-Feb	2,81	2,00	3,30	3,52	2,30	4,20
06-Mar	3,30	2,00	3,30	3,98	2,30	4,20
07-Mar	2,83	2,00	3,30	3,30	2,30	4,20
08-Ma	3,30	2,00	3,30	4,00	2,30	4,20
10-Mar	3,14	2,00	3,30	2,37	2,30	4,20

11-Mar	3,07	2,00	3,30	2,82	2,30	4,20
12-Mar	2,76	2,00	3,30	3,91	2,30	4,20
15-Mar	2,81	2,00	3,30	4,39	2,30	4,20
17-Mar	2,88	2,00	3,30	4,18	2,30	4,20
18-Mar	2,92	2,00	3,30	4,20	2,30	4,20
19-Mar	2,51	2,00	3,30	3,92	2,30	4,20
26-Mar	2,82	2,00	3,30	4,39	2,30	4,20
27-Mar	2,86	2,00	3,30	4,00	2,30	4,20
01-abr	2,75	2,00	3,30	3,85	2,30	4,20
4-Abril	2,70	2,00	3,30	4,20	2,30	4,20
10-Abr	3,05	2,00	3,30	4,20	2,30	4,20
11-Abr	3,30	2,00	3,30	4,20	2,30	4,20
12-Abr	3,30	2,00	3,30	4,20	2,30	4,20
15-Abr	3,30	2,00	3,30	3,68	2,30	4,20
16-Abr	3,06	2,00	3,30	4,10	2,30	4,20
17-Abr	3,30	2,00	3,30	3,90	2,30	4,20
21-Abr	2,39	2,00	3,30	3,73	2,30	4,20
22-Abr	2,98	2,00	3,30	3,45	2,30	4,20
24-Abr	3,18	2,00	3,30	4,14	2,30	4,20
25-Abr	3,12	2,00	3,30	4,20	2,30	4,20
26-Abr	3,30	2,00	3,30	4,00	2,30	4,20
30-Abr	2,95	2,00	3,30	4,05	2,30	4,20
2-May	3,31	2,00	3,30	3,86	2,30	4,20
5-Mayo	3,29	2,00	3,30	4,08	2,30	4,20
6-Mayo	2,37	2,00	3,30	4,20	2,30	4,20
7-Mayo	2,80	2,00	3,30	4,20	2,30	4,20
8-May	2,90	2,00	3,30	4,20	2,30	4,20
12-May	3,03	2,00	3,30	4,16	2,30	4,20
14-May	3,08	2,00	3,30	4,39	2,30	4,20
15-May	2,83	2,00	3,30	3,66	2,30	4,20
16-May	2,90	2,00	3,30	4,40	2,30	4,20
22-May	3,30	2,00	3,30	4,20	2,30	4,20
23-May	3,30	2,00	3,30	4,20	2,30	4,20
27-May	2,81	2,00	3,30	4,09	2,30	4,20
30-May	3,30	2,00	3,30	4,20	2,30	4,20
31-May	3,24	2,00	3,30	4,23	2,30	4,20
4-Jun	2,74	2,00	3,30	2,76	2,30	4,20
11-Jun	3,25	2,00	3,30	4,10	2,30	4,20