

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“ Análisis y Mejoramiento del Proceso de Fabricación de Turrón
de Miel de Abeja Bañado en Chocolate ”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERA EN ALIMENTOS

Presentada por:

Ximena Victoria Yépez Paredes

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2005

AGRADECIMIENTO

A Dios que ha sido mi guía y fortaleza. A mis padres, que han sido el mejor ejemplo. A mi esposo, que ha sido mi apoyo incondicional.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MI ESPOSO

A MIS SUEGROS

A TOMÁS

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Ernesto Martínez L.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Karín Coello O.
VOCAL

Ing. Fabiola Cornejo Z.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

Ximena Yépez Paredes

RESUMEN

Tradicionalmente, nuestro país se ha destacado por interesantes procesos artesanales en variados campos: desde la elaboración de lácteos hasta textiles, pasando por quesos, manjares, alfombras, sombreros finos, chocolates, caramelos, etc. Es precisamente de esta forma manual como se fabrica actualmente los productos que comercializa la compañía auspiciante de la presente Tesis de Grado, entre ellos el turrón y el chocolate. Sin embargo, a pesar de la gran aceptación que tienen en el mercado, el hecho de que estos productos sean fabricados de manera empírica atenta contra su calidad. Efectivamente, la falta de estándares en procesos críticos como puntos de batido, templado de chocolate, establecimiento de relaciones de peso entre ingredientes y controles de calidad en producto terminado, hace que el resultado final sea siempre diferente sin llegar a ser malo.

En consecuencia, el problema que se propone resolver es la insuficiente tecnificación de un proceso de elaboración de bombones, con el fin de estandarizar el producto final, en cuanto a su calidad física-organoléptica y sensorial.

Se inicia con la descripción del proceso de fabricación actual de la planta, donde se detalle la materia prima y el proceso de producción. Se analiza el proceso mediante el método FODA, y valiéndose de una matriz de decisiones que pondera varios aspectos que afectan al producto en su calidad y producción se encuentra los puntos débiles del proceso y se plantea soluciones a los problemas. Se realizará un cambio en la receta que permita obtener un producto de mejor calidad y mayor aceptación del consumidor.

Se plantea dos tipos de tecnología a utilizar en la planta, se determina el costo por unidad que se obtiene con cada una de las tecnologías, tomando en cuenta los costos directos e indirectos de manera que se pueda seleccionar el más conveniente para la empresa.

En resumen, la presente Tesis de Grado plantea el análisis y mejoramiento del proceso de fabricación de una planta artesanal de confitería que produce “turrón de miel de abeja cubierto de chocolate”, en donde se propone tecnificar el proceso para aumentar la capacidad de producción con el menor costo posible.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	II
ABREVIATURAS.....	III
SIMBOLOGÍA.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FOTOS.....	VII
ÍNDICE DE PLANOS.....	VIII
INTRODUCCION.....	1

CAPÍTULO 1

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN

ACTUAL	3
1.1 Descripción del producto y de la materia prima.....	3
1.2 Descripción del proceso de elaboración actual.....	15

CAPÍTULO 2

2. ANÁLISIS DEL PROCESO	25
2.1 Determinación de los factores críticos	25
2.2 Determinación de los puntos débiles del proceso.....	32
2.3 Propuestas para el mejoramiento de los puntos débiles del proceso.....	35

CAPITULO 3

3. REFORMULACIÓN DEL PRODUCTO	47
3.1 Reformulación del turrón de miel de abeja.....	48
3.2 Reformulación del chocolate.....	59
3.3 Análisis comparativo de los cambios realizados.....	68

CAPITULO 4

4. MEJORAMIENTO DEL PROCESO	71
4.1 Diagrama de flujo simplificado y mejorado.....	71
4.2 Balances de materiales.....	72
4.3 Análisis de equipos y suministros del proceso actual mejorado.....	78
4.4 Análisis de equipos y suministros del proceso semi- automático.....	97

CAPITULO 5

5. ANÁLISIS ECONOMICO	106
5.1 Estudio económico del proceso actual.....	107
5.2 Estudio económico del proceso actual mejorado.....	110
5.3 Estudio económico del proceso semi-industrial.....	113

CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	117
--	-----

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

A	Area
Q	Calor
Cp	Calor específico
λ	Calor latente de evaporación del agua
h_a	Coefficiente de transferencia de calor
CM	Cuadrados medios
ϕ	Diámetro
D.M.S.	Diferencia mínima significativa
E	Error
GI	Grados de libertad
HR	Humedad relativa
N3	Límite inferior de significancia
N4	Límite superior de significancia
m	Masa
P	Panelistas
pH	Potencial hidrógeno
p	Probabilidad
R.E.S.	Rangos estudentizados significativos
SC	Suma de los cuadrados
N2	Suma de rangos máxima insignificante
N1	Suma de rangos mínima insignificante
T	Total
Tr	Tratamiento
Unid	Unidades
F	Valor F

SIMBOLOGÍA

HP	Caballos de potencia
USD	Dólares
°C	Grados centígrados
g	Gramos
h	Hora
J	Joule
KJ	Kilo joules
kg/h	Kilogramo por hora
KW	Kilowatts
l	Litro
m ³	Metro cúbico
mm	milímetros
min	Minutos
T ₂	Temperatura final
T ₁	Temperatura inicial
s	Segundos
V	Voltios

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1	Grados de calentamiento de jarabes..... 8
Figura 1.2	Formas polimórficas de la manteca de cacao..... 13
Figura 1.3	Curva del temperado del chocolate..... 14
Figura 1.4	Diagrama de flujo de la elaboración del turrón..... 16
Figura 1.5	Gráfico tiempo-temperatura del batido..... 19
Figura 1.6	Diagrama de flujo del baño de chocolate..... 21
Figura 2.1	Pirámide truncada..... 37
Figura 3.1	Combinaciones de las variables..... 51
Figura 3.2	Resultado del ensayo de preferencia pareada..... 70
Figura 4.1	Diagrama de flujo simplificado del proceso..... 73

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Composición química del producto.....	4
Tabla 2	Niveles de stock de materias primas.....	17
Tabla 3	Matriz foda.....	31
Tabla 4	Calificación de los puntos débiles del proceso.....	33
Tabla 5	Matriz de decisiones del proceso.....	34
Tabla 6	Dimensiones del molde actual.....	38
Tabla 7	Dimensiones del molde nuevo.....	38
Tabla 8	Porcentaje de turrón y chocolate.....	39
Tabla 9	Determinación del tamaño del turrón.....	41
Tabla 10	Clasificación de los turrónes.....	49
Tabla 11	Variables y factores de la reformulación del turrón.....	50
Tabla 12	Ensayos experimentales.....	52
Tabla 13	Ensayos experimentales en orden aleatorio.....	52
Tabla 14	Codificación de las muestras.....	54
Tabla 15	Resultados del análisis sensorial de la prueba 1.....	55
Tabla 16	Resultados de la prueba 1.....	56
Tabla 17	Resultados del análisis sensorial de la prueba 2.....	57
Tabla 18	Resultados de la prueba 2.....	58
Tabla 19	Resultados del análisis sensorial de la prueba 3.....	58
Tabla 20	Resultados de la prueba 3.....	59
Tabla 21	Contenido lácteo del chocolate.....	61
Tabla 22	Resultados de la Prueba de Comparación Múltiple.....	65
Tabla 23	Análisis de varianza.....	65
Tabla 24	Valor promedio para cada tratamiento.....	67
Tabla 25	Resultados de la prueba de Tukey.....	67
Tabla 26	Receta mejorada.....	68
Tabla 27	Balance de materiales en la elaboración del turrón.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 28 Balance de materiales en el enchocolatado del turrón.....	76
Tabla 29 Descripción de equipos del proceso actual mejorado.....	81
Tabla 30 Costo de equipos del proceso actual mejorado.....	80
Tabla 31 Consumo de agua.....	82
Tabla 32 Consumo de electricidad.....	83
Tabla 33 Consumo de combustible.....	93
Tabla 34 Temperado de la cobertura de chocolate.....	93
Tabla 35 Descripción de equipos del proceso semi-industrial.....	98
Tabla 36 Costo de equipos del proceso semi-industrial.....	99
Tabla 37 Consumo de agua del proceso semi-industrial.....	99
Tabla 38 Consumo de electricidad del proceso semi-industrial.....	100
Tabla 39 Cálculos del consumo de combustible del proceso semi-industrial.....	102
Tabla 40 Consumo de combustible del proceso semi-industrial.....	103
Tabla 41 Cálculos del consumo de combustible en el batido.....	104
Tabla 42 Ingresos del proceso actual.....	108
Tabla 43 Costos de producción del proceso actual.....	108
Tabla 44 Gastos de gestión del proceso actual.....	109
Tabla 45 Receta del producto mejorado.....	110
Tabla 46 Resultado comparativo del uso de mano de obra.....	111
Tabla 47 Ingresos del proceso mejorado.....	112
Tabla 48 Costos de producción del proceso mejorado.....	112
Tabla 49 Ingresos del proceso semi-industrial.....	114
Tabla 50 Costos de producción del proceso semi-industrial.....	115
Tabla 51 Cuadro económico comparativo.....	116

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1	Layout proceso mejorado
Plano 2	Layout proceso mejorado 3D
Plano 3	Equipos de batido y cocción mejorado
Plano 4	Equipo de enfriamiento
Plano 5	Layout proceso semi-industrial
Plano 6	Layout proceso semi-industrial 3D
Plano 7	Equipos de batido y cocción
Plano 8	Equipos de extrusión y enchocolatado

ÍNDICE DE FOTOS

	Pág.
Fotografía 1 Cocción del turrón.....	18
Fotografía 2 Extensión del turrón.....	20
Fotografía 3 Llenado de moldes.....	22
Fotografía 4 Producto con fallas.....	36
Fotografía 5 Proceso de cocción del turrón.....	43

CAPITULO 1

1. DESCRIPCION DEL PROCESO DE ELABORACIÓN ACTUAL

En el presente capítulo se detallan las materias primas que se utilizan en la fabricación del turrón bañado en chocolate; y, los procedimientos de fabricación que actualmente se aplican en la planta artesanal de confitería de nuestra referencia.

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA MATERIA PRIMA

Es un producto de confitería hecho con miel de abejas y albúmina, que se mezclan y se calientan durante varias horas hasta alcanzar el punto de romper suave, se le añade maní o nueces, o macadamia, se corta según las dimensiones requeridas y se le recubre con chocolate. La presentación consiste en una caja de 200g, que contiene 20 unidades.

Se ha realizado el análisis físico-químico del producto en el laboratorio del Instituto de Ciencia Químicas de la ESPOL obteniendo los resultados que se detallan en la tabla 1.

Parámetro	Composición (%)	Método de análisis
Humedad	2.20	INEN 1676-536
Proteínas	7.83	Kjeldahl
Grasa	22.38	INEN 535
Cenizas	1.18	INEN 533
Carbohidratos Totales	62.50	INEN 1633
Calorías (cal/100g)	241.93	Gravimétrico

TABLA 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PRODUCTO

Para obtener un producto de buena calidad se debe partir de materias primas en óptimas condiciones, de manera que es necesario conocer a fondo sus propiedades físicas, químicas y biológicas. A continuación se detalla cada una de las materias primas que intervienen en el proceso.

Miel de Abeja.- La miel es una disolución acuosa concentrada de azúcar invertido, principalmente fructosa (39%) y glucosa (31%). Se obtiene a partir del néctar y polen que extraen las abejas de las plantas que se encuentran alrededor de la colmena, de ahí proviene el aroma específico de la miel (eucalipto, girasol, cacao, etc...)

Las características organolépticas de la miel dependen del contenido de azúcares totales, de su madurez y de los

componentes aromáticos. En el anexo 1.1 se indica la composición de la miel.

Se considera que es un líquido newtoniano, aunque puede mostrar propiedades tixotropas. El calor específico es de 2.26 J/g°C (a 20°C y humedad 17.4%). Es higroscópica.

Las especificaciones técnicas que debe cumplir la miel de abeja para ser utilizada como materia prima se detallan en el anexo 1.2.

El contenido de agua de la miel de abeja debe estar por debajo del 20%, con un contenido mayor de agua puede sufrir fermentaciones por levaduras osmófilas.

La miel se conserva a temperatura ambiente en un lugar libre de humedad. A medida que transcurre el tiempo de almacenamiento, la miel se va cristalizando y cambia su viscosidad, volviéndose más densa y poco manejable, además se va oscureciendo a la vez que pierde aroma.

El tiempo de almacenamiento es máximo 6 meses. No se controla la humedad durante el almacenamiento, debido a que está sellada

herméticamente en un envase apropiado. Se mantiene a temperatura ambiente, no requiere refrigeración.

La función principal de la miel de abeja como ingrediente del producto es proporcionar el sabor y aroma al turrón, y adicionalmente aporta con azúcares en su composición. Hasta el momento la fuente de azúcares del producto ha sido únicamente la miel de abeja, lo cual no es recomendable por dos razones:

- Económicas, el alto costo de la miel encarece el producto.
- Conservación, según Lees y Jackson recomiendan que el uso de miel de abeja como ingrediente en productos de confitería no exceda el 20%, con un 10% es suficiente para contribuir con el sabor, y un porcentaje muy alto de miel causa pegajosidad en el producto y acorta la vida útil.

Es por esto que en el presente trabajo se analizará otras fuentes de azúcares como la sacarosa y glucosa, que tienen menor costo y ayudan a preservar de mejor forma el producto.

Azúcar.- también llamado sacarosa o sucrosa, es un disacárido formado por glucosa y fructosa unidos con un enlace glicosídico. Es saborizante, y preservante natural. Su función en los alimentos

es dar un sabor dulce y proporcionar energía. Incrementa la presión osmótica, lo cual dificulta el crecimiento de los microorganismos. El azúcar se mantiene estable durante el almacenamiento a temperatura y ph normal.

El azúcar puede ser reemplazado por otros edulcorantes, como por ejemplo el jarabe de glucosa (almidón hidrolizado), fructosa, glucosa, entre otros.

En el anexo 1.3 se encuentra las especificaciones técnicas que debe cumplir el azúcar para ser utilizada como materia prima.

El azúcar se incluye como ingrediente del producto debido a sus propiedades funcionales, especialmente la de caramelización, y para disminuir costos. Se adiciona en forma de caramelo duro, es decir se calienta el azúcar con agua hasta 122°C. En la figura 1.1 se muestra los grados tradicionales observables durante el calentamiento de los jarabes, los cuales están en función de la temperatura a la cual se llega durante el calentamiento.

Denominación	Prueba	Observación	Temperatura °C
Hebra fina	A	Se forman hebras débiles	103
Hebra gruesa	A	Se forman hebras más gruesas y resistentes	104
Perla pequeña	B	Se forman gotitas	105
Perla gruesa	B	Se forman gotas grandes	106
Soflón	C	Se forman burbujas en el jarabe	110
Pluma	B	Se constituyen hebras en forma de plumas	111
Caramelo blando (bola pequeña)	B	El jarabe forma bolas blandas	116
Caramelo duro (bola grande)	B	El jarabe forma bolas duras	120
Crack ligero	B	Forma láminas finas	129
Crack medio	B	Forma láminas ligeramente quebradizas	133
Crack duro	B	Las láminas se forman rápidamente	143
Crack extraduro	B	Las láminas muestran indicios de pardeamiento	168
Caramelo	B	Se forman láminas marrones y quebradizas	180

Detalles de la pruebas

Prueba A Colóquese una muestra de jarabe entre dos dedos humedecidos y sepárense estos.

Prueba B Introdúzcase el dedo o una espátula (a temperaturas superiores a 110 °C) en agua, luego en una porción del jarabe y nuevamente en agua.

Prueba C Soplese sobre la espátula introducida en el jarabe.

Figura 1.1. Grados de calentamiento de jarabes

Maní (Arachis hypogaea).- es de la familia de las leguminosae, se cultiva en zonas tropicales y subtropicales. La composición química se observa en el anexo 1.4.

El maní es muy susceptible a la infestación del hongo *Aspergillus flavus*, el cual produce una toxina conocida como aflatoxina que causa daños a la salud. Este hongo ataca a la planta, y la toxina se produce durante el secado, transporte o almacenamiento, el principal factor es la humedad y la temperatura.

Para impedir la formación de hongos se debe mantener en un ambiente con una humedad relativa de 55-65%, y una temperatura

máxima de 25°C. Además debe estar protegido por un empaque adecuado que sea impermeable al agua, pérdida de aroma, absorción de olores y sabores extraños, que puede ser de polietileno o polipropileno, o latas de aluminio. Bajo estas condiciones se puede almacenar un año aproximadamente. Las especificaciones técnicas se observan en el anexo 1.5.

Huevos.- están formados por clara y yema, envueltos por una cáscara calcárea. Para la elaboración del turrón se utiliza la clara o albúmina, que es la porción líquida blanquecina. Actualmente se utiliza la albúmina de huevos frescos, porque las cantidades requeridas no justifican todavía la adquisición de albúmina deshidratada, liofilizada o congelada. Si la producción aumenta, se puede analizar un cambio de proveedor.

La clara de huevo es una solución acuosa aproximadamente al 10% de diversas proteínas que contiene fibras de ovomucina. Es un líquido pseudoplástico. El ph es de 7.6-7.9, aumentando hasta 9.7 durante el almacenaje. La clara de huevo se coagula 62°C, la temperatura de coagulación depende del pH, a medida que éste aumenta, la temperatura de coagulación disminuye.

Según Belitz y Grosch, “El empleo que se hace a los ovoproductos obedece a tres propiedades de los mismos: a su coagulabilidad por acción del calor, a su capacidad formadora de espuma, y a su acción emulsionante y además por el color y aroma que confieren”¹.

Entre estas propiedades la que interesa en este trabajo es la segunda. La espuma generada al batir la clara de huevo (punto de nieve) se utiliza para introducir aire, y así esponjar a los alimentos. En el batido, se produce la desnaturalización y agregación de las proteínas, por el aumento de la interfase líquido-aire. En particular, la ovomucina forma en las laminillas líquidas en torno a las burbujas de aire una película de material insoluble, que estabiliza la espuma.

Los huevos se reciben frescos, en cubetas de 30 unidades. Se deben conservar a temperatura ambiente durante 8 días. Las especificaciones de la albúmina se observa en el anexo 1.6.

Chocolate.- Según la norma INEN 621:99, se define como chocolate al producto que se obtiene a partir de materias de cacao que pueden combinarse con productos lácteos, azúcares o edulcorantes, emulsionantes y aromas. El chocolate para

¹ BELITZ, GROSCH, Química de los alimentos, Editorial Acribia, Pág. 598.

cobertura es el que tiene un mayor contenido graso (>31%), lo que facilita el recubrimiento por ser menos viscoso.

Actualmente se utiliza “cobertura con sabor a chocolate”, que es el chocolate sin manteca de cacao, en su lugar contiene manteca vegetal que es menos costosa y fácil de trabajar, a estas grasas se las conoce como “sustitutos de manteca de cacao”, tienen la característica de poseer un punto de fusión más alto y proporcionan mayor resistencia térmica. Se utilizan grasas derivadas de la soya, semilla de algodón, de coco o de palma. La cobertura se recibe en tabletas de 4kg, sellada con un empaque laminado de aluminio y polipropileno.

La cobertura de chocolate en el producto evita el deterioro del turrón, debido a que el turrón es altamente higroscópico y el chocolate evita el contacto con la humedad del ambiente.

Durante el almacenamiento se debe mantener la temperatura entre 18-20°C, humedad menor a 50%, ventilado, y lejos de los rayos del sol. Las especificaciones del chocolate de cobertura se encuentra en el anexo 1.7.

Para mejorar el producto se pretende sustituir la “cobertura con sabor a chocolate”, por la “cobertura de chocolate”, este cambio debe ir acompañado de la implementación del Temperado, que es el tratamiento térmico que se le da al chocolate para proporcionar mejor color, características de dureza, manipulación, acabado y conservación.

La manteca de cacao está formada por triglicéridos con una composición específica, es decir, tiene una estructura de glicerol a la que están aplicados ácidos de tres tipos:

- 1,3-dipalmito-2-oleína
- 1-palmito-3-estearo-3-oleína
- 1,3-diestearo-2-oleína

Las propiedades físicas de la manteca de cacao dependen exclusivamente de cómo se ha formado esta estructura, que pueden concrecionarse en varias formas polimórficas diferentes que se obtienen al enfriarse los triglicéridos fundidos, las más importantes son:

- Forma γ , se produce al enfriar demasiado rápido, su punto de fusión es 17°C aproximadamente, es muy inestable.
- Forma α , su punto de fusión es 21-24°C, cambia fácilmente de la forma γ a la forma α .

- Forma β' , punto de fusión 27-29°C, la forma α cambia a la forma β' a temperaturas normales.
- Forma β , esta forma es estable, su punto de fusión es 34-35°C.

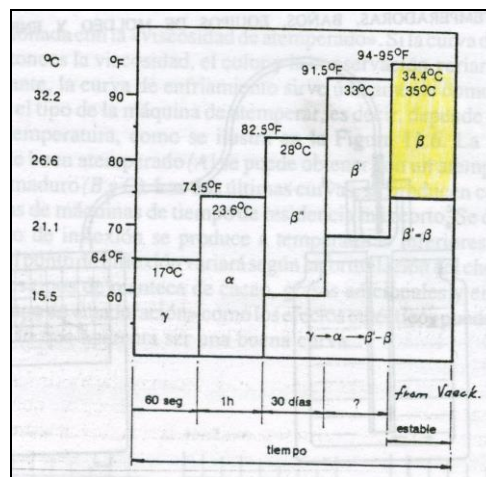


FIGURA 1.2. FORMAS POLIMORFICAS DE LA MANTECA DE CACAO (8)

En la figura 1.2, se observa que la forma cristalina más estable es la forma β , porque posee el punto de fusión más alto (35°C), y se mantiene así por más tiempo.

El temperado se realiza en cuatro etapas:

1. Primera etapa: Eliminación de cristales. Se calienta el chocolate a 45°C y se elimina cualquier tipo de cristal.

2. Segunda etapa: Remoción del calor sensible, no se forman cristales.
3. Tercera etapa: Enfriamiento. Se disminuye la temperatura lentamente a 28°C para inducir el crecimiento de cristales β y β' .

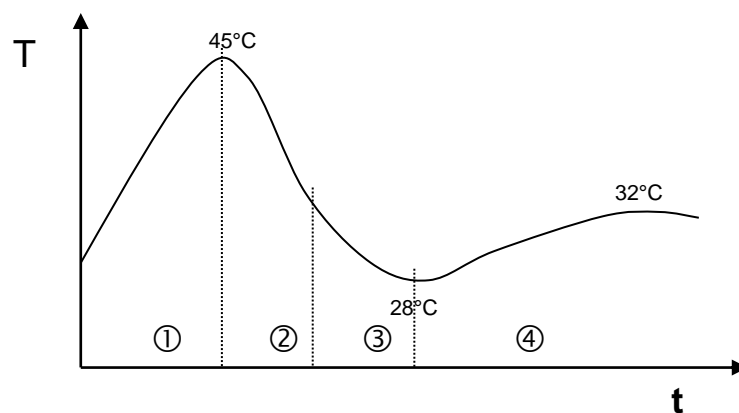


FIGURA 1.3. CURVA DEL TEMPERADO DEL CHOCOLATE.

4. Cuarta etapa: Recalentamiento. Se aumenta la temperatura gradualmente hasta 32°C para diluir los cristales de la forma β' , dejando solamente los cristales estables β . Se mantiene la temperatura para promover la maduración cristalina. La agitación ayuda a obtener cristales pequeños para crear una estructura fina y homogénea.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN ACTUAL

El proceso consta de dos etapas básicas:

1. Elaboración del turrón
2. Recubrimiento de chocolate

A continuación se detallan cada una de ellas.

ELABORACIÓN DE TURRÓN

El diagrama de flujo se muestra en la figura 1.4, y la descripción detallada del proceso se describe a continuación:

Recepción de materia prima.- La recepción de la materia prima tiene relación directa con los niveles de stock (cantidad de ingredientes) necesarios para un normal desarrollo de los diferentes procesos. Para determinar el stock mínimo y el stock máximo (tabla 2) que se puede adquirir, se toman en cuenta tres aspectos: perecibilidad de los insumos, programa de producción y espacios disponibles en bodega. Actualmente no se tiene controles definidos para recibir la materia prima, sin embargo se pretende controlar los parámetros que se establecen en las especificaciones de la materia prima que se encuentran en los anexos 1.2, 1.3, 1.5, 1.6 y 1.7.

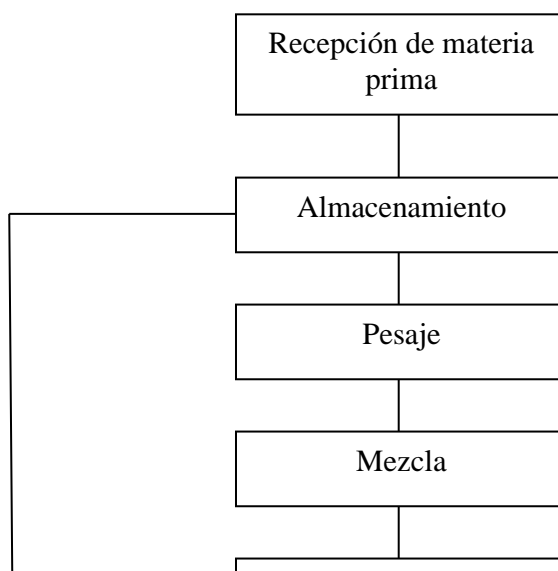


FIGURA 1.4. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ELABORACIÓN DEL
TURRON

Almacenamiento.- los materiales que entran en bodega se almacenan sobre pallets, para evitar el contacto con el suelo. Se debe mantener 30 cm alejados de la pared, para facilitar la limpieza. Cada material que ingresa a la bodega debe estar registrado en kardex, y debe tener un lugar específico de almacenamiento para evitar la contaminación cruzada. Las condiciones de almacenamiento para cada materia prima son distintas, por lo que se detalla en las

especificaciones que se encuentran en los anexos 1.2, 1.3, 1.5, 1.6 y 1.7 .

PRODUCTO	STOCK MINIMO	STOCK MAXIMO
Huevos	2 días	5 días
Hostia	5 días	30 días
Miel de abeja	5 días	60 días
Azúcar	5 días	60 días
Chocolate	5 días	30 días
Maní	5 días	20 días

TABLA 2. NIVELES DE STOCKS DE MATERIAS PRIMAS

Pesaje.- para iniciar la producción se realiza el pesaje de los materiales en base a las órdenes de producción.

Mezcla.- el proceso se inicia al batir la albúmina de huevo, con miel y sacarosa; hasta obtener una espuma consistente. Se utiliza una batidora semi-industrial de capacidad 5 litros (200-240 rpm). La batidora requiere de 40 minutos de operación. El volumen inicial de la mezcla es 4.6 litros, aumenta en 280% el volumen por la incorporación de aire.

Cocción.- la mezcla del paso anterior (aprox. 10 litros) se coloca en una paila de bronce en donde se aplica calor en forma directa utilizando gas industrial como combustible. La mezcla se bate en forma manual, es importante que la paleta recorra toda la superficie

del recipiente para evitar que se asiente y se produzca pardeamiento no enzimático, este fenómeno se produce en el momento en que la mezcla rica en azúcares y proteínas se expone a altas temperaturas (reacción de Maillard). Es importante que el calor que recibe el recipiente sea uniforme en toda la superficie.



FOTOGRAFIA 1. COCCION DEL TURRON

En esta etapa se controla simultáneamente la temperatura, el tiempo y el punto de cocción. La temperatura se controla ajustando la válvula, cuando está muy caliente, el turrón se oscurece y se debe disminuir la llama. El punto del turrón es de caramelo blando, es decir que forma bolas pequeñas al enfriarse. Para lograr el punto adecuado se dispone esencialmente de la experiencia del turroneiro conseguida a lo largo del tiempo.

En la figura 1.5 se muestra el gráfico de tiempo vs. temperatura del proceso de batido, la toma de tiempos se realizó cada 10 minutos, durante 90 minutos que dura el batido. La temperatura máxima se obtiene al final y corresponde a 85°C.

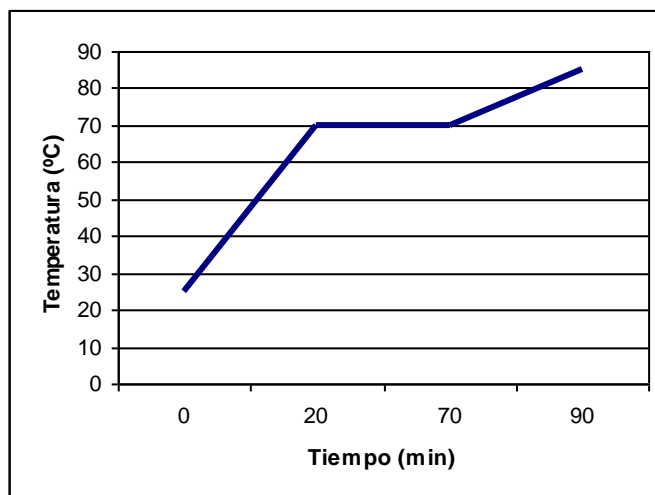


FIGURA 1.5. GRAFICO DE TIEMPO-TEMPERATURA DE BATIDO

Adición de maní.- Una vez alcanzado el punto se incorpora el maní tostado y pelado, mezclándolo manualmente con la masa cocida. Antes de adicionarlo, se recomienda calentar el maní para evitar el cambio brusco de temperatura, y así facilitar la extensión y corte.

Extensión.- la mezcla caliente se extiende sobre una cama de obleas, para evitar que ésta se pegue a la superficie; se aplana hasta obtener una altura de 12 mm, con ayuda de un rodillo y aceite, se cubre con obleas y se deja reposar hasta que se enfríe.



FOTOGRAFIA 2. EXTENSIÓN DEL TURRON

Corte.- el turrón se corta según las dimensiones que se necesite con ayuda de una cuchilla. Se coloca en bandejas el producto que va a ser recubierto de chocolate, o se envuelve con papel manteca el que no se recubre con chocolate.

Recubrimiento de chocolate

La descripción detallada del proceso de recubrimiento se describe a continuación, basándose en la figura 1.6 que muestra el diagrama de flujo.

Fundición.- la cobertura con sabor a chocolate se diluye en baño maría, a una temperatura entre 35-40°C, se obtiene una masa líquida que se coloca en dispensadores para el moldeo. Para una jornada de 8 horas de trabajo se utiliza 10 kg de cobertura, se funde en batch de

3.3 kg, y se envasa en recipientes de 1.5 l conforme se requiera en el moldeo.

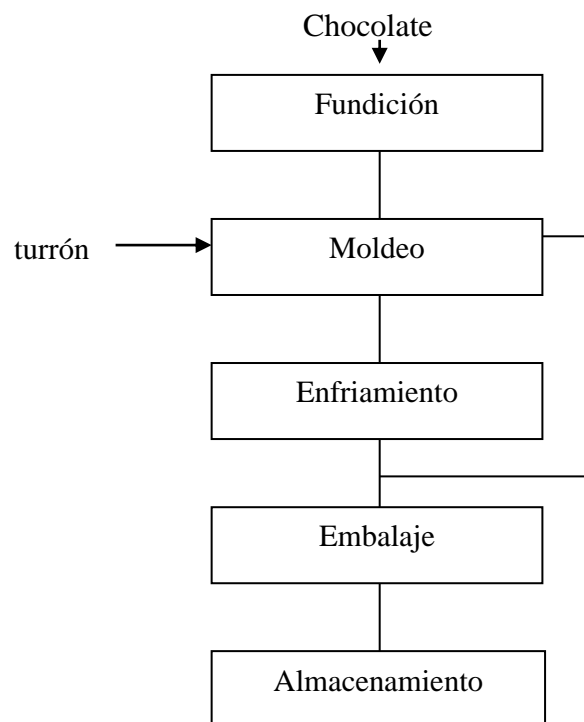


FIGURA 1.6. DIAGRAMA DE FLUJO DEL BAÑO DE CHOCOLATE

Moldeo.- La cobertura de chocolate se coloca en dispensadores (capacidad 300cc) de la siguiente manera: se pone el 70% del chocolate, seguido del turrón y por último, la segunda capa de chocolate que corresponde al 30% restante, que debe llenar todos los

espacios del molde. El mismo se somete a un movimiento vibratorio, para eliminar las burbujas de aire que pueden haberse formado.



FOTOGRAFIA 3. LLENADO DE MOLDES

Enfriamiento.- este proceso se realiza en dos etapas:

- En la primera se baja la temperatura desde 32-35°C hasta 20-23°C al trabajar en un local enfriado con un acondicionador de aire.
- La segunda etapa requiere de un enfriamiento y mantenimiento, desde 20-23°C hasta 8-10°C, lo que se logra con una cámara fría.

Cuando ya se han enfriado se saca el producto de los moldes y se realiza una inspección visual, en caso que existan defectos se cubren

con chocolate líquido las fallas y se cortan los filos que exceden el molde.

Existen dos problemas que surgen con un mal enfriamiento:

- Eflorescencia de la grasa (fat bloom), manchas blancas que se forman cuando la grasa es segregada hacia la superficie por el enfriamiento rápido. se produce la
- Eflorescencia del azúcar (sugar bloom), se produce cuando el aire tiene una humedad mayor al 75%, se forman manchas blancas en la superficie por la humedad que se condensa en la superficie del producto y que disuelve el azúcar.

Empaque primario.- Se envuelve manualmente el producto en forma individual, con papel aluminio.

Conformación de las cajas.- Se arman manualmente en planta, se coloca la fecha de elaboración y expiración, de acuerdo a lo establecido por el registro sanitario.

Embalaje.- Se llena la caja con 20 unidades sobre pirotinas, se envuelve la caja con papel celofán, y se sellan con goma.

Almacenamiento y distribución

Se almacena el producto terminado en cajas de cartón, y se distribuye a los diferentes puntos de venta. La temperatura de almacenamiento debe ser menor a 20°C y 65% de humedad relativa.

CAPITULO 2

2. ANÁLISIS DEL PROCESO

En el presente capítulo, se realiza un análisis de la situación actual, utilizando como herramienta el análisis FODA, en donde se determina los factores críticos de la empresa auspiciante de la presente Tesis de Grado. Para objeto de este estudio se toman las debilidades de la matriz FODA y se relacionan con cada paso del proceso, para determinar que puntos deben ser mejorados.

2.1. DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES CRITICOS

El análisis FODA sirve para analizar la situación competitiva de una compañía, F significa fortaleza, O significa oportunidad, D significa debilidad, A significa amenazas.

Análisis de las fortalezas de la empresa

Las fortalezas son aquellos aspectos positivos de la organización de la empresa que generan ventajas competitivas.

Mediante un análisis de la empresa se ha determinado las siguientes fortalezas:

- Se cuenta con local propio para la fabricación del producto, por lo que los costos del producto son bajos y como consecuencia se obtiene una mayor utilidad para la empresa.
- Se tiene la experiencia de 10 años de trabajo, tiempo en el que se ha adquirido destrezas en la manufactura del turrón, en el enchocolatado y en el empaque. Esto facilita el proceso de manufactura, porque se evita retrasos innecesarios, y errores de producción.
- Se ha establecido como fortaleza el hecho de que sea un producto artesanal, debido a que esto implica que la

inversión en equipos es muy baja, y por lo tanto los costos de depreciación de equipos también lo son.

- Habilidad para competir en precios, al mantener ciertos rubros bajos, como son: gastos administrativos y de ventas, y gastos indirectos de fabricación, se puede manejar el costo del producto, de tal forma que se puede captar un mayor número de clientes al tener un precio competitivo.

En cada factor crítico se califica en cuanto a dos variables: su impacto y su importancia frente a la competencia, los resultados se muestran en el anexo 2.1. El rango de evaluación de cada variable está entre 1 y 5. La suma de ambas calificaciones o peso, nos indica cuales son los factores que mas inciden en el desarrollo de las actividades dentro de la organización.

Análisis de las debilidades de la empresa

Las debilidades de la empresa son los aspectos criticables de la organización de la empresa, o sea las características negativas que le ocasionan desventajas frente a sus competidores y son materia pendiente de mejoramiento. A continuación se muestran cada una de ellas:

- Alto porcentaje de reproceso durante la etapa de moldeo, los moldes no son los adecuados porque el diseño no es correcto y el material del molde no facilita el desmoldeo y quita brillo al producto.
- No hay controles de calidad, por lo que no se puede medir la calidad del producto final y no se sabe a ciencia cierta donde se generan los problemas, no hay registros. Esto desencadena en pérdidas para la empresa.
- El tiempo que toma producir 100 cajas es de dos días, cuando se trabaja con 4 personas, este tiempo es muy largo y se debe reducir para disminuir los costos y aumentar la capacidad de producción.
- Los costos de materia prima son altos debido a que los lotes de producción son pequeños, se puede obtener mejores precios si se adquiere la materia en mayores cantidades.
- La imagen de la empresa es débil, se debe invertir en publicidad para dar a conocer el producto y aumentar el número de clientes.
- Poca diversidad del producto, es una debilidad que ocasiona pérdidas en ventas.
- Ausencia de procedimientos, se obtiene un producto no uniforme que tiene diferente forma, y tamaño, por lo tanto el

peso no es constante ocasionando pérdidas para la empresa.

- La cobertura de chocolate que se utiliza no es de buena calidad, es algo que afecta al sabor del producto y causa disminución de las ventas.
- Se trabaja especialmente para las ventas de mayo y diciembre, y bajo pedido. El efecto que esto produce es que el tiempo de respuesta a los pedidos no es inmediato.

La calificación de las debilidades se muestran en el anexo 2.2.

Análisis de las oportunidades de la empresa

Las oportunidades son las tendencias que pueden repercutir favorablemente sobre los planes existentes o futuros de la empresa. Las oportunidades que la empresa posee se enumeran a continuación:

- Durante el tiempo de existencia del negocio se ha incrementado progresivamente las ventas, lo que indica que el producto es aceptado satisfactoriamente por los clientes.
- Existen posibilidades de exportación del producto, lo que permitiría aumentar la producción y llegar a mayores mercados.

En el anexo 2.3 se califica cada oportunidad, considerando tres variables: impacto, plazo y probabilidad de ocurrencia.

Análisis de las amenazas de la empresa

Las amenazas son tendencias externas que pueden repercutir desfavorablemente sobre los planes existentes o futuros de la empresa. Su análisis se debe hacer en función del grado de seriedad que representan su impacto en la empresa y la probabilidad de su ocurrencia.

- Aumento de competidores por la importación de productos de confitería, que por efecto de la dolarización tienen precios inferiores. Esto ocasiona una disminución en la participación en el mercado
- La inestabilidad económica y política, provoca limitación en las inversiones.
- El clima de la costa exige de mayores inversiones en equipos de refrigeración para la conservación del producto.

En el anexo 2.4 se muestra la calificación a cada una de las amenazas.

Matriz FODA

Para determinar los factores críticos se ha resumido el análisis FODA en una matriz (tabla 3), que posee los cinco factores que tienen la puntuación más alta.

El presente trabajo se enfocará en mejorar las debilidades referentes al proceso de fabricación que se han identificado mediante el análisis FODA.

2.2. DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DÉBILES DEL PROCESO

Tomando en cuenta las debilidades del análisis FODA referentes al proceso, se va a determinar los puntos débiles, utilizando una matriz de decisiones que califica cada paso del proceso de acuerdo a dos áreas: calidad física-organoléptica y producción. En cuanto a la calidad se tomará en cuenta qué paso del proceso afecta en mayor proporción al:

- C1. Aspecto del producto
- C2. Composición uniforme
- C3. Peso
- C4. Textura

En cuanto a la producción,

- P1. Reclamos
- P2. Reproceso

P3. Pérdidas de producto

P4. Pérdidas de tiempo

Para evaluar los puntos débiles se calificará los ocho aspectos antes mencionados con una puntuación del 1 al 5, como se explica en la tabla 4.

Calificación	Puntuación
Bajo	1
Regular	2
Medio	3
Aceptable	4
Alto	5

TABLA 4. CALIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DÉBILES DEL PROCESO

Luego de realizar un análisis exhaustivo a cada etapa del proceso (tabla 5) se ha encontrado los puntos débiles del proceso, que se han seleccionado por tener el más alto puntaje en la matriz de decisiones, estos son:

1. Moldeo del chocolate

2. Cocción del turrón
3. Tratamiento térmico del chocolate
4. Enfriamiento del chocolate.

PROCESO	C1	C2	C3	C4	P1	P2	P3	P4	PUNTAJE
ELABORACIÓN DEL TURRÓN									
Recepción de materia prima	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Almacenamiento	2	2	1	1	1	1	3	1	12
Pesaje	1	5	5	1	1	1	1	1	16
Mezcla	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Cocción	5	1	1	5	5	1	5	4	27
Adición de maní	2	4	3	2	3	1	1	1	17
Extensión	2	4	2	1	1	1	1	3	15
Corte	4	4	4	1	1	5	1	1	21
BAÑO DE CHOCOLATE									
Pesaje	1	1	1	1	1	1	1	o:	7

Tratamiento térmico	5	1	1	5	5	5	1	2	25
Moldeo	5	5	5	1	5	4	1	4	30
Enfriamiento	5	1	1	1	5	1	5	4	23
Embalaje	2	1	1	1	1	1	1	2	10
Almacenamiento	1	1	1	1	1	1	1	1	8

TABLA 5. MATRIZ DE DECISIONES DEL PROCESO

2.3. PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PUNTOS DÉBILES DEL PROCESO

MOLDEO

El porcentaje de reproceso en esta etapa es 82%, un valor demasiado alto que produce pérdidas de tiempo y dinero para la empresa, se pretende conocer las causas del problema para mejorarlas y disminuir o eliminar el alto porcentaje de reproceso.

El reproceso se produce porque los moldes que se utilizan no son los adecuados, en cuanto a su tamaño, diseño y material. El tamaño del molde es muy pequeño, el turrón no se recubre totalmente y el chocolate se desborda. Como se observa en la fotografía 4, los bordes de chocolate que sobresalen causan fallas

en el producto, por lo que se debe reprocesar el producto mediante el corte manual de los bordes.

Además, el diseño del molde no es adecuado, no facilita el desmoldeo, especialmente por los ángulos cerrados que se forman entre los lados y base; el material es pvc, que no es un material adecuado para el contacto con alimentos, se debería usar PET de color transparente.



FOTOGRAFIA 4. PRODUCTO CON FALLAS.

Se plantea dos alternativas de solución para este problema, la primera consiste en cambiar los moldes, y la segunda, realizar un baño de chocolate en lugar del moldeado. A continuación se detalla cada uno de ellos:

CAMBIO DE MOLDES

El molde que se quiere obtener debe cumplir con estos objetivos:

- lograr un producto sin fallas
- Utilizar la menor cantidad posible de chocolate.

La selección de los moldes es un punto muy importante en la fabricación de chocolates, la forma del molde y el material del que está hecho, son la base para obtener un chocolate con brillo y buena apariencia, además que de ello depende que el chocolate se desmolde fácilmente y sin fallas. Es por esto que en el diseño del molde, se debe evitar colocar ángulos cerrados y grabados muy profundos.

En el molde se debe colocar el turrón que mide 20x20x12 mm, se debe cubrir completamente de chocolate para obtener un producto que se conserve en buenas condiciones y tenga buen aspecto.

La forma del producto es similar a una pirámide truncada, como se muestra en la figura 2.1, está formada por dos bases paralelas, que tienen áreas A_1 y A_2 , y la distancia entre las bases es la altura h . Para obtener el volumen se aplica la siguiente fórmula.

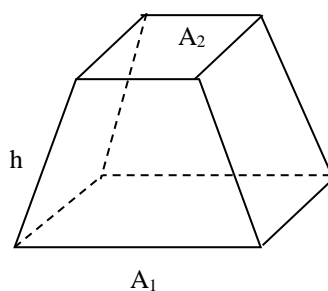


FIGURA 2.1. PIRÁMIDE TRUNCADA

$$V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 * A_2})$$

Las dimensiones de los moldes actuales y del producto actual se muestran en la tabla 6, en donde se especifica el volumen y el peso. El producto tiene 25% más en peso que el molde actual, esta es la parte del producto que sobresale del molde (fotografía 4) y es la causa del reproceso.

	MOLDE ACTUAL	PRODUCTO
Lado 1	27	27
Area 1	729	729
Lado 2	23	23
Area 2	529	529
Altura	13	17
Volumen (mm ³)	8142	10648
Peso (g)	8,40	10,50

TABLA 6. DIMENSIONES DEL MOLDE ACTUAL

El tamaño adecuado de molde que cubre al turrón con una capa de chocolate por lo menos de 2mm de espesor, y que no sobresale del molde, se muestra en la tabla 7.

MOLDE NUEVO	
Lado 1	26
Lado 2	24
Altura	17
Volumen (mm ³)	10631
Peso aprox.(g)	10,9

TABLA 7. DIMENSIONES DEL MOLDE NUEVO

Con estas dimensiones se obtiene un producto sin fallas, con un peso de 10.9g aproximadamente. Se produce un aumento de la cantidad de chocolate, como se observa en la tabla 8 con el molde nuevo se obtiene un producto que tiene 57.5% de chocolate, es decir 1.8% más que con el molde actual (tabla 8).

	PRODUCTO ACTUAL	PRODUCTO NUEVO
Turrón	44,3%	42,5%
Chocolate	55,7%	57,5%

TABLA 8. PORCENTAJE DE TURRON Y CHOCOLATE

La ventaja del uso de moldes es que se obtiene un producto uniforme que no depende de la forma del turrón, sin embargo tiene la gran desventaja de que se utiliza demasiado chocolate (55-57% del peso del producto), y no se puede obtener una capa delgada de chocolate sin que tengan fallas.

BAÑO DE CHOCOLATE

Según la clasificación oficial de productos de confitería, en el “chocolate con relleno” el peso del chocolate debe ser por lo menos 25% del peso total de la pieza.

Debido al método de moldeo que se utiliza actualmente es imposible lograr esa relación, los valores que se obtienen con el uso de moldes son: turrón 42%, y chocolate 58%. Para disminuir el porcentaje de chocolate al 30% se plantea cambiar el uso de moldes por un baño de chocolate.

El método de baño manual consiste en sumergir el turrón en el chocolate líquido, colocarlos sobre una rejilla para que el chocolate en exceso se escurra y con un ventilador se logre una capa uniforme de chocolate. Con este método se obtiene 4.8 u/min, que

significa un aumento de 3 horas de trabajo al día, que aumenta el costo de mano de obra.

Por otro lado, se debe redimensionar el tamaño del turrón, porque con este método se utiliza menor cantidad de chocolate, porque la capa que recubre el turrón es menor a 2mm. Se realizaron pruebas para determinar el tamaño de turrón que permite obtener un bombón que pese 10g, para esto se tomó varias muestras con diferente longitud, se bañaron en chocolate y se pesaron. Los resultados se muestran en la tabla 9.

El tamaño adecuado sería 20x25x12 mm, para obtener un producto que pese 10g.

Tamaño del turrón (mm)	Peso (g)	Turrón (g)	Chocolate (g)
20 x 20,0 x 12	7,4	4,7	2,8
20 x 22,5 x 12	8,0	5,0	3,0
20 x 25,0 x 12	10,1	6,3	3,8
20 x 27,5 x 12	10,6	6,6	4,0
20 x 30,0 x 12	12,3	7,7	4,6
20 x 40,0 x 12	16,5	10,3	6,2

TABLA 9. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DEL TURRON

El inconveniente de este método se presenta en el momento en que la demanda precise de un aumento en la producción, entonces el baño manual resulta poco práctico, por ello se plantea el uso de una maquina que realice el baño del turrón.

El equipo recubridor, una máquina utilizada para la producción en serie, bombea el chocolate temperado desde una marmita con agitador hacia un depósito que tiene un canal con una o más ranuras en la base, desde donde cae una cortina de chocolate sobre el turrón que se va a recubrir, se debe calcular la cantidad y el grosor de la cortina de chocolate para evitar pérdidas de producto. No se recomienda reciclar el chocolate en exceso, para evitar contaminaciones. Una tobera de aire elimina el exceso de chocolate, entonces se obtiene un chocolate cubierto con una capa uniforme de chocolate, de 2.0 - 2.5 mm de espesor.

La ventaja de este método de recubrimiento es que se obtiene una capa delgada de chocolate, que representa el 30-35% en peso del producto. La desventaja es que el relleno o turrón debe tener un

corte uniforme, y la forma del producto final depende de la forma del turrón.

COCCIÓN DEL TURRÓN

La cocción del turrón es un paso importante porque de ello depende el aspecto y la textura del producto, un turrón bien elaborado debe ser de color blanco-crema, y la textura se categoriza como “caramelo blando”, como se observa en la figura 1.1 .

Para mejorar el turrón se propone realizar la reformulación de la receta, en la cual se quiere disminuir la cantidad de miel de abeja, y en su lugar utilizar azúcar y glucosa, con el objetivo de mejorar la conservación del producto y reducir los costos. En el siguiente capítulo se estudiará a fondo la reformulación del turrón.



FOTOGRAFIA 5. COCCION DEL TURRON

Según Gianola (1983), en la preparación de turrónes indica que el azúcar se añade al final del proceso de cocción, luego de calentarla hasta 120-122°C, esta temperatura indica el punto de calentamiento del jarabe, que corresponde a caramelo duro como se indica en la figura 1.1. La temperatura es importante, porque en la práctica se ha podido observar que. si se agrega a 115°C se retrasa en conseguir el punto, y si se añade a 130°C se forman grumos en el turrón que es difícil disolverlos.

Con este método se consigue incrementar repentinamente la temperatura al mezclar con el jarabe de azúcar a 120°C, lo que permite reducir el tiempo de cocción, alcanzando así el punto de caramelo duro más rápido.

TRATAMIENTO TÉRMICO DEL CHOCOLATE

La mejora en esta etapa consiste en el cambio de materia prima, del uso de “cobertura con sabor a chocolate”, a la “cobertura de chocolate”. Como ya se describió en el capítulo anterior, este tipo de chocolate debe ser temperado antes de ser utilizado, para obtener un producto de buena calidad, que tenga buen aspecto, textura, y conservación. Este proceso, llamado tratamiento

térmico, permite obtener una estructura cristalina estable de los lípidos que hace que el chocolate resista mejor a la temperatura, tenga más brillo y prolongue su conservación.

Con el temperado se obtiene una estructura rígida que soporta temperaturas de almacenamiento hasta 32°C conservando la forma, y se logra una superficie brillante.

ENFRIAMIENTO DEL CHOCOLATE.

El enfriamiento de un producto cubierto de chocolate que ha sido correctamente temperado, requiere de una temperatura ligeramente inferior para que se solidifique completamente, ya que el chocolate temperado ya es parcialmente sólido.

El enfriamiento debe disminuir la temperatura del producto a 10°C, para lo que se puede utilizar:

1. Cámara fría, enfriamiento por convección/radiación, permite un enfriamiento suave, pero con el suficiente tiempo para solidificar completamente y obtener un brillo adecuado.

2. Túnel de enfriamiento multizona, se utiliza cuando la carga de enfriamiento son altas, existen diferentes zonas de enfriamiento diseñadas para obtener un producto idóneo.
3. Tobera de aire frío, convección forzada de aire frío, se utiliza cuando la capa de chocolate del producto es muy delgada y solidifica rápidamente.

Para determinar la temperatura que debe tener el chocolate cuando sale de la cámara fría hacia la sala de empaquetado, se utiliza la carta higrométrica (Anexo 2.5), en donde se encuentra la temperatura de salida del chocolate necesaria para que no se humedezca la superficie, partiendo de la temperatura y humedad relativa de la sala de empaquetado.

Por ejemplo, si la temperatura del área donde sale el producto es de 21°C y humedad relativa 55%, se ubica en la carta higrométrica el punto de la temperatura (21°C) del termómetro seco, en la parte inferior del gráfico, y se traza una línea vertical hasta coincidir con la línea de 55% de HR. Entonces, se traza una línea horizontal desde el punto de intersección a ambos lados del gráfico, se lee el punto de rocío en la escala a la derecha del gráfico, que señala 11.7°C (53°F). Esta lectura del punto de rocío indica la temperatura

a la que se forma condensación en cualquier parte del producto en contacto con aire a 21°C y con 55% de HR. Es por esto que la temperatura del enfriamiento debe ser mayor a 11.7°C, la temperatura mínima de seguridad del producto que sale del enfriamiento se lee en la escala a mano izquierda, esta temperatura es 14.4°C (58°F).

A través de la carta higrométrica se puede evitar daños de eflorescencia de azúcar en el producto. Siempre que la sala de empaque esté debidamente controlada, en cuanto a la temperatura y humedad relativa, y si existen fluctuaciones se deben corregir a tiempo.

CAPITULO 3

3. REFORMULACIÓN DEL PRODUCTO

Para los fines de la reformulación de este producto, se utilizará el análisis sensorial, mediante el cual se conocerá las preferencias de los consumidores. La reformulación del producto consta de tres etapas:

1. REFORMULACIÓN DEL TURRON.- actualmente la receta del turrón no está claramente establecida, debido a que no se tiene un control adecuado de los pesos de las materias primas, ya que la dosificación es empírica. Por lo que se plantea, ajustar de la mejor forma los porcentajes de los ingredientes, y mediante una evaluación sensorial se conocerá la aceptación que tiene el turrón reformulado por parte de los clientes.
2. REFORMULACIÓN DEL CHOCOLATE.- El chocolate que se utiliza como recubrimiento tiene en su composición “sustitutos de manteca de cacao”, lo que le resta calidad y sabor, por lo que se propone cambiar a un chocolate hecho a base de manteca de cacao. Sin embargo, para evitar un impacto negativo en los consumidores del producto debido al cambio de materia prima, se debe obtener un chocolate con la misma intensidad de sabor y para calificar esto se realizará el respectivo análisis sensorial.
3. ANÁLISIS COMPARATIVOS DE LOS CAMBIOS.- con los resultados de los anteriores apartados se obtiene el producto reformulado, para establecer la receta final se deberá conocer la reacción de los clientes a los cambios, para lo cual se realizará una encuesta y los resultados se analizarán estadísticamente.

A continuación se efectuará un análisis individual de cada uno de estos puntos.

3.1. REFORMULACIÓN DEL TURRON DE MIEL DE ABEJA

En Ecuador existen pocos fabricantes de turrones porque es un producto de bajo consumo en nuestro país, cada fabricante trabaja con fórmulas y procesos diferentes, la norma INEN que corresponde a turrones no especifica los porcentajes de ingredientes, por lo que la formulación queda al libre criterio de los productores.

En España, se clasifican a los turrones de acuerdo al porcentaje de nueces (almendras, nuez, coco, avellanas, etc..) en diferentes calidades, como son: suprema, extra, estándar y popular, como se muestra en la tabla 10.

	Suprema	Extra	Estándar	Popular
Turrónes Blandos	64%	50%	44%	30%
Turrónes Duros	60%	46%	40%	34%

TABLA 10. CLASIFICACION DE LOS TURRONES

Según el porcentaje de nueces, el producto que se está desarrollando estaría clasificado como “Turrón Blando Estándar” .

DISEÑO EXPERIMENTAL DEL TURRON

Específicamente lo que se busca cambiar en la receta es lo siguiente:

- Azúcar, aumentar la cantidad para facilitar la elaboración y reducir costos.
 - Miel de Abeja, disminuir la cantidad con el objetivo de aumentar la vida útil del producto y reducir costos.
- (9)
- Glucosa, introducir este ingrediente en la receta para reducir el poder edulcorante del producto.
 - Albúmina, disminuir la cantidad porque las recetas de turrones tienen un porcentaje menor al que se utiliza actualmente (7). Además, para reducir el riesgo de contaminación, debido a su alto contenido proteínico.
 - Maní, no hay variación.

Se realizará una serie de pruebas en donde se varía el porcentaje de azúcar, albúmina y la incorporación de glucosa en la receta de la elaboración del turrón. El diseño experimental consta de tres variables, que corresponden a:

X porcentaje de azúcar

Y porcentaje de glucosa

Z porcentaje de albúmina

Se utilizará dos factores para cada variable, cada factor corresponde al porcentaje de ingrediente de las pruebas.

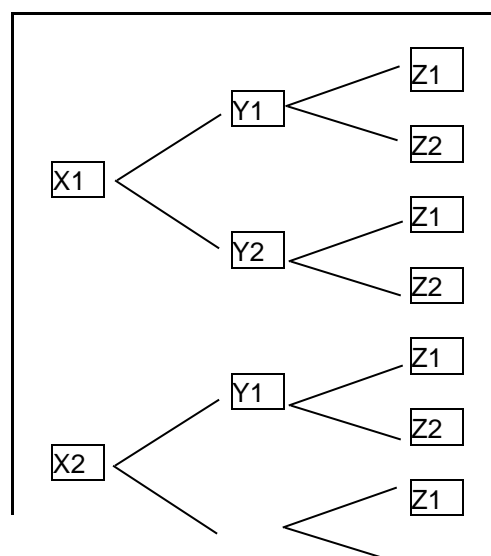
Los valores están tabulados en la siguiente tabla.

		1	2
X	Porcentaje de azúcar	20%	25%
Y	Porcentaje de glucosa	2%	4%
Z	Porcentaje de albúmina	5%	10%

TABLA 11. VARIABLES Y FACTORES EN LA REFORMULACIÓN DEL TURRON

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE TRATAMIENTOS

Para conocer los tratamientos se debe combinar las tres variables con los dos factores de cada una de ellas, a continuación se muestra el resultado de la combinación:



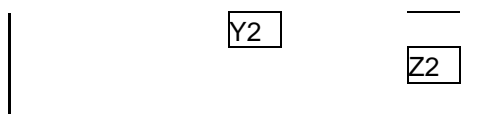


FIGURA 3.1. COMBINACIONES DE LAS VARIABLES

Mediante la combinación de las variables se han obtenido ocho recetas diferentes (tabla 12), además se aumentó la receta actual para poder analizarla y compararla con las nuevas recetas.

COMBINACION				AZUCAR	GLUCOSA	ALBUMINA
1	X1	Y1	Z1	20%	2%	10%
2	X1	Y1	Z2	20%	2%	5%
3	X1	Y2	Z1	20%	4%	10%
4	X1	Y2	Z2	20%	4%	5%
5	X2	Y1	Z1	25%	2%	10%
6	X2	Y1	Z2	25%	2%	5%
7	X2	Y2	Z1	25%	4%	10%
8	X2	Y2	Z2	25%	4%	5%
9	ACTUAL			10%	0%	19%

TABLA 12. ENSAYOS EXPERIMENTALES

ALEATORIEDAD DEL TURRON

En el momento de llevar a cabo los experimentos es recomendable hacerlo en orden aleatorio para no interferir subjetivamente en los resultados, debido a esto se analiza las nueve recetas en el programa de Excel, para la generación de números aleatorios. Con esto se obtiene el siguiente orden de experimentación para la elaboración del subsiguiente paso.

COMBINACION				AZUCAR	GLUCOSA	ALBUMINA
5	X2	Y1	Z1	25%	2%	10%
8	X2	Y2	Z2	25%	4%	5%
2	X1	Y1	Z2	20%	2%	5%
1	X1	Y1	Z1	20%	2%	10%

6	X2	Y1	Z2	25%	2%	5%
3	X1	Y2	Z1	20%	4%	10%
7	X2	Y2	Z1	25%	4%	10%
9	ACTUAL			10%	0%	19%
4	X1	Y2	Z2	20%	4%	5%

TABLA 13. ENSAYOS EXPERIMENTALES EN ORDEN ALEATORIO

PRUEBA EXPERIMENTAL DEL TURRON

Los ensayos se efectuaron en las instalaciones de la fábrica auspiciante de la presente Tesis de Grado, a nivel de escala piloto. Los materiales y equipos que se utilizaron se detallan en el anexo 3.1.

El procedimiento de elaboración que se utilizó es el mismo que se sigue actualmente, y que fue descrito en capítulos anteriores. Para cada ensayo, se calculó los ingredientes en base a un peso total de 2kg.

ANÁLISIS SENSORIAL DEL TURRON

El estudio sensorial del turrón se realizó a través de una Prueba de Ordenamiento de preferencia (Tipo Discriminativa), en esta prueba se da a los jueces tres o más muestras que difieren entre sí en alguna propiedad, y se les pide que ordenen en orden creciente o decreciente de dicha propiedad.

Se realizó en tres etapas, debido a que el número de muestras es elevado para analizarlas en una sola cata. Carpenter (2002), recomienda que no se exceda de 6 muestras por degustación, para evitar la fatiga del juez, en el caso de este Test.

En análisis se realizó en el siguiente orden:

Etapa 1. degustación de las muestras 1, 3, 8, 4 y la receta actual; de las cuales se escoge las de mayor preferencia significativa.

Etapa 2. degustación de las muestras 7, 2, 5, 6 y la receta actual, de las cuales se escoge las de mayor preferencia significativa.

Etapa 3. degustación de las muestras de mayor preferencia de las etapas anteriores para determinar una receta final.

ETAPA 1			ETAPA 2		
Muestra	1	A	Muestra	7	F
Muestra	3	B	Muestra	2	G
Muestra	8	C	Muestra	5	H
Muestra	4	D	Muestra	6	I
Muestra	Actual	E	Muestra	Actual	J

TABLA 14. CODIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

La encuesta se efectuó a 19 catadores no entrenados, conformados por distribuidores de la empresa auspiciante de la presente Tesis de Grado.

Las muestras se presentan en recipientes idénticos, codificados con números aleatorios de tres dígitos, cada muestra recibe un número diferente. Las muestras se presentan ante el catador simultáneamente. El peso de cada muestra es de 10g.

En los anexos 3.2, 3.3, y 3.4, se encuentran los formularios que se entregaron a los jueces degustadores para el análisis sensorial del turrón de miel de abeja.

Muestras	A	B	C	D	E
Jueces	503	948	592	690	462
1	4	3	1	2	5
2	4	1	2	5	3
3	3	5	1	2	4
4	4	1	2	5	3
5	4	3	1	2	5
6	3	5	1	2	4
7	4	3	2	1	5
8	2	4	1	5	3
9	5	2	3	1	4
10	4	3	1	2	5
11	4	3	2	1	5
12	5	2	1	4	3
13	4	3	1	2	5
14	5	3	2	1	4
15	3	5	2	1	4

16	3	5	1	2	4
17	4	3	2	1	5
18	5	4	1	2	3
19	5	2	1	3	4
TOTAL	75	60	28	44	78

TABLA 15. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL DE LA PRUEBA 1

Los resultados de la Prueba 1 se muestran en la tabla 15, se ha dado el valor de 1 a la muestra de mayor preferencia y 5 a la muestra de menor preferencia.. Al consultar la tabla de Totales de Rangos (anexo 3.5), para 5 muestras y 19 jueces, se obtienen los números:

$$43 (N_1) - 71 (N_2)$$

$$47 (N_3) - 67 (N_4)$$

En donde, “ N_1 es la *Suma de Rangos Mínima Insignificante*, es decir que para cualquier total inferior a N_1 el tratamiento correspondiente es significativamente diferente a los que están dentro del rango (N_1, N_2).

N_2 , es la *Suma de Rangos Máxima Insignificante*, o sea que cualquier total mayor a N_2 será significativamente diferente a los totales que estén dentro del rango (N_1, N_2).

N_3 y N_4 , son los *Límites Inferior y Superior de Significancia*, respectivamente, en la intensidad de la propiedad; o sea, cualquier total que sea inferior a N_3 quiere decir que el tratamiento correspondiente es significativamente menos intenso en cuanto a la propiedad considerada que los tratamientos cuyos totales sean mayores a N_4 .” (2)

C	D	B	A	E
28a	44b	60b	75c	78c

TABLA 16 . RESULTADOS DE LA PRUEBA 1

Esto significa según la tabla 16, que la muestra C es la de mayor preferencia, y es significativamente diferente que la muestra D, debido a que $28 < N_1$. Sin embargo, a pesar de ser significativamente diferentes, la muestra D es menor que N_3 , entonces es también una muestra preferida por los clientes por estar bajo el límite inferior de significancia.

Por lo tanto, se escoge las muestras C y D para la Prueba 3.

Muestras	F	G	H	I	J
Jueces	122	532	587	942	784
1	1	4	3	2	5
2	1	2	3	5	4
3	2	1	4	3	5
4	1	4	3	2	5
5	2	4	5	1	3
6	1	4	3	2	5
7	1	5	3	2	4
8	1	5	4	3	2
9	1	4	3	2	5
10	2	3	4	1	5
11	1	4	3	2	5
12	2	5	3	1	4
13	1	4	3	2	5
14	1	4	3	2	5
15	1	2	3	4	5
16	1	5	2	4	3
17	1	4	5	2	3
18	1	2	3	4	5
19	2	1	5	4	3
TOTAL	24	67	65	48	81

TABLA 17 . RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL DE PRUEBA 2

Los resultados de la Prueba 2 se muestran en la tabla 17, en donde se observa los totales para cada muestra. Con el mismo procedimiento de la Prueba 1 se obtiene los siguientes resultados:

F	I	H	G	J
24a	48b	65b	67b	81c

TABLA 18. RESULTADOS DE LA PRUEBA 2

Según la tabla 18, la muestra de mayor preferencia es la muestra F, cuyo valor numérico es menor a N_1 y es significativamente diferente a las muestras I, H, G. Por lo que solo la muestra F se tomará para la Prueba 3.

Muestras	D	C	F
-----------------	----------	----------	----------

Jueces	903	784	396
1	3	2	1
2	2	1	3
3	1	2	3
4	3	1	2
5	3	1	2
6	2	1	3
7	1	2	3
8	2	1	3
9	3	1	2
10	3	1	2
11	1	2	3
12	3	1	2
13	1	2	3
14	3	1	2
15	2	1	3
16	1	2	3
17	3	1	2
18	3	1	2
19	3	1	2
TOTAL	43	25	46

TABLA 19. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL DE PRUEBA 3

Se realizó la Prueba 3 con las muestras preferidas D, C, y F, y 19 jueces degustadores, mediante el mismo procedimiento que en las pruebas anteriores. Según la tabla 19, se observa que la muestra de mayor preferencia es la C y es significativamente diferente que la muestra D y F, como se muestra a continuación:

C	D	F
25a	43b	46b

TABLA 20. RESULTADOS DE LA PRUEBA 3

En conclusión, la muestra preferida por los jueces es la muestra C, es decir la muestra 8, con la siguiente composición:

- Azúcar 25%
- Glucosa 4%
- Albúmina 5%

3.2. REFORMULACIÓN DEL CHOCOLATE

Según la norma INEN, se define como “Cobertura de Chocolate” al producto obtenido a partir de materias de cacao que pueden combinarse con edulcorantes, emulsionantes y aromas, mientras que “Coberturas con Sabor a Chocolate” incluye a más de esos ingredientes a la manteca vegetal como sustituto de la manteca de cacao.

Últimamente, se han desarrollado ampliamente las Coberturas con sabor a chocolate, llegando a ser muy similares a la “Cobertura de Chocolate”, pero en calidad difieren significativamente, debido a la diferencia significativa entre sus componentes, especialmente por el uso de mantecas vegetales.

DISEÑO EXPERIMENTAL DEL CHOCOLATE

La empresa auspiciante de la presente Tesis de Grado requiere cambiar de materia prima con el objetivo de aumentar la calidad del producto. Originalmente se utilizaba “Coberturas con Sabor a Chocolate”, ahora se busca obtener una “Cobertura de Chocolate” que tenga la misma intensidad de sabor del producto original.

La intensidad del sabor de las coberturas está definida por el porcentaje de leche que tiene la receta. Para realizar los ensayos se plantea cambiar los porcentajes de leche, para determinar cuál de ellos es más similar al de la “Coberturas con Sabor a Chocolate” que se utilizaba originalmente en la receta, cuyo valor es del 12%.

El diseño experimental que se utilizará está compuesto por una variable, que es el porcentaje de leche (X); esta variable estará conformada por tres factores, que se muestran en la tabla 21.

	X 1	X 2	X3
--	-----	-----	----

Porcentaje de leche	10%	12%	14%
---------------------	-----	-----	-----

TABLA 21. CONTENIDO LACTEO DEL CHOCOLATE.

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EXPERIMENTOS DE LA REFORMULACIÓN DEL CHOCOLATE

La combinación con una sola variable y tres factores da como resultado tres muestras:

Muestra A. Cobertura de chocolate con 10% de contenido lácteo.

Muestra B. Cobertura de chocolate con 12% de contenido lácteo.

Muestra C. Cobertura de chocolate con 14% de contenido lácteo.

A más de estas muestras se tiene la Muestra R, que es la muestra de referencia, que corresponde a la “Cobertura con sabor a chocolate”.

ALEATORIEDAD DE LA REFORMULACIÓN DEL CHOCOLATE

Las muestras deben estar codificadas con números aleatorios para no interferir subjetivamente en el diseño experimental, por lo que se utiliza números aleatorios en las muestras, que se detalla a continuación:

- Muestra A: código 622
- Muestra B: código 826
- Muestra C: código 254

PRUEBA EXPERIMENTAL DEL CHOCOLATE

Los ensayos se efectuaron en las instalaciones de la fábrica auspiciante de la presente Tesis de Grado, a nivel de escala piloto. Los materiales y equipos que se utilizaron se detallan en el anexo 3.6.

Para obtener las muestras de “Cobertura de Chocolate” se mezclan en baño maría: chocolate amargo, chocolate blanco, leche en polvo y manteca de cacao, en proporciones adecuadas para obtener un contenido de materia grasa de 36% y un contenido lácteo de 10%, 12% y 14%. Los cálculos para obtener las muestras se hicieron en base a un peso de 500g y se muestran en el anexo 3.7.

A partir de las muestras se realiza el análisis sensorial que se detalla a continuación.

ANÁLISIS SENSORIAL DEL CHOCOLATE

El objetivo del análisis sensorial es determinar cual de las muestras experimentales, es la más parecida a la muestra de referencia (R), en cuanto a la intensidad del sabor.

El estudio sensorial de las muestras se realizó mediante una Prueba de Comparaciones Múltiples (Tipo Discriminativa), que se utilizó para evaluar el efecto de variaciones en una formulación, de manera que se pueda comparar simultáneamente varias muestras, refiriéndolas a una muestra patrón o de referencia. En este caso, la muestra referencia, es la muestra de “Cobertura con sabor a chocolate”, y las muestras que se analizan son de “Cobertura de Chocolate”, que tienen porcentajes diferentes de leche.

Las muestras se presentaron a 10 jueces entrenados, conformados por personal de fábrica de diferentes perfiles (Anzaldúa-Morales, 1994). Las muestras se presentan en recipientes idénticos, codificados con números aleatorios de tres dígitos, como se detalla a continuación:

- Muestra Referencia (R)
- Muestra A: código 622
- Muestra B: código 826
- Muestra C: código 254

A los jueces se les pide que comparen las muestras codificadas con el estándar y que expresen sus respuestas según el cuestionario que se presenta en el anexo 3.8.

Los valores que aparecen en la tabla 22 corresponden a las respuestas de los jueces transformadas de la siguiente manera:

- a. Cuando el catador indicó que **no había diferencia** entre la muestra y el estándar, se le asignó a dicha muestra la calificación de 5.
- b. Si el juez dijo que la muestra era **más intensa** que el estándar se le puso a la muestra una calificación entre 6 y 9 puntos (6 si la diferencia era ligera, 7 si era moderada, 8 si era mucha y 9 si era muchísima)
- c. Si el juez dijo que la muestra era **menos intensa** que el estándar, entonces se le dio a la muestra una calificación entre 1 y 4 puntos (4 si la diferencia era ligera, 3 si era moderada, 2 si era mucha y 1 si era muchísima)

Jueces	Muestra A	Muestra B	Muestra C	Total
1	5	7	9	21
2	5	4	6	15
3	5	4	7	16
4	4	3	7	14
5	4	4	6	14
6	3	5	7	15
7	3	6	6	15
8	4	4	8	16
9	5	5	9	19
10	1	4	6	11
Total	39	46	71	156

TABLA 22. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE

Con los resultados obtenidos se construye la tabla de análisis de varianza (2), que se muestra en la siguiente tabla.

Fuente de Variación	GI	SC	CM	Relación F	
				Calculada	Tabular (p<0,05)
Total (T)	29	96,80			
Tratamiento(Tr)	2	56,60	28,30	29,28	3,55
Panelistas (P)	9	22,80	2,53	2,62	2,46
Error (E)	18	17,40	0,97		

TABLA 23. ANÁLISIS DE VARIANZA

Para que se puedan considerar significativos a un valor de $\alpha=5\%$, los valores F calculados deben ser superiores a los valores F tabulados.

$$F > F_{\alpha}(v_1, v_2)$$

Dado que el valor F calculado para los tratamientos (muestras) es 29,28 y es superior al valor F tabulado que es de 3,55, se llega a la conclusión de que si existe diferencia significativa ($\alpha=5\%$) entre los puntajes promedio para las tres muestras presentadas.

En cuanto a los panelistas (jueces), el valor F calculado fue de 2.62, este valor es mayor a 2.56, por lo que si existe diferencia significativa ($\alpha=5\%$) entre los jueces que realizaron el análisis sensorial.

Mediante el análisis de varianza se determinó que había diferencias significativas entre las tres muestras de chocolate, sin embargo, se requiere conocer cuales son las muestras de chocolate que difieren significativamente una de la otra, para lo cual se utilizó la Prueba de Tukey (2). Esta prueba permite comparar las diferencias entre todos los pares de medias con respecto a los valores de amplitud calculados para cada par.

Primeramente, se calculan las medias para cada tratamiento y se ordenan de mayor a menor:

	C	B	A
Medias	7,1	4,6	3,9

TABLA 24. VALOR PROMEDIO PARA CADA TRATAMIENTO

Se calcula el error estándar,

$$\varepsilon = \left(\frac{CM_e}{j} \right)^{1/2} = \left(\frac{0.97}{10} \right)^{1/2} = 0.31$$

Se obtiene el valor del R.E.S. (rangos estudentizados significativos), según la tabla del anexo 3.9, con el número de tratamientos (3), y los grados de libertad del error (18), que da un valor de 3.61. Para obtener la D.M.S. se multiplica el error estándar por R.E.S., que da 1.12.

Con los datos obtenidos se construye la tabla 29.

C - B	7,1 - 4,6 =	2,5	>	1,12	Si hay diferencia
C - A	7,1 - 3,9 =	3,2	>	1,12	Si hay diferencia
B - A	4,6 - 3,9 =	0,7	<	1,12	No hay diferencia

TABLA 25. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE TUKEY

Según las medias de cada muestra, se observa que la muestra más parecida a la muestra de referencia (R) es la muestra B (14% de contenido lácteo), que es la que tiene el valor más cercano a 5, que indica que no hay diferencia entre la muestra y la muestra de referencia. Sin embargo, según la prueba de Tukey no existe diferencia significativa entre las muestras A y B, pero se escoge a la muestra B por ser la más cercana a la calificación 5.

3.3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS CAMBIOS REALIZADOS

Mediante el análisis realizado anteriormente en las secciones 3.1 y 3.2, se obtuvo un producto mejorado, con la siguiente composición:

TURRON		
Azúcar	25	%
Glucosa	4	%
Albúmina	5	%
CHOCOLATE		
Contenido lácteo	14	%

TABLA 26. RECETA MEJORADA

Con el objetivo de determinar las preferencias de los consumidores, se realizó una evaluación sensorial que determina cuál de las dos muestras prefieren, entre la receta actual y la receta mejorada. Para ello se utilizó una Prueba de Preferencia Pareada.

El cuestionario con las muestras se presentaron ante 40 jueces catadores no entrenados, conformados por consumidores frecuentes de diferentes perfiles, de modo que la muestra sea representativa de la población de clientes. El formato de la encuesta se presenta en el anexo 3.10.

Las muestras se presentan en recipientes idénticos, codificados con números aleatorios de tres dígitos, cada muestra recibe un número diferente. Las muestras se presentan ante el catador simultáneamente. El peso de cada muestra es de 10g.

Según Anzaldua (1994), los resultados de este tipo de prueba se analizan utilizando una prueba binomial de dos colas, ya que se escogerá una muestra que no se conoce de antemano, entre dos muestras.

Como resultado de la encuesta se obtiene que el 77,5% prefiere la muestra 682, y el 22.5% prefiere la muestra 772, como se puede observar en la figura 3.2.

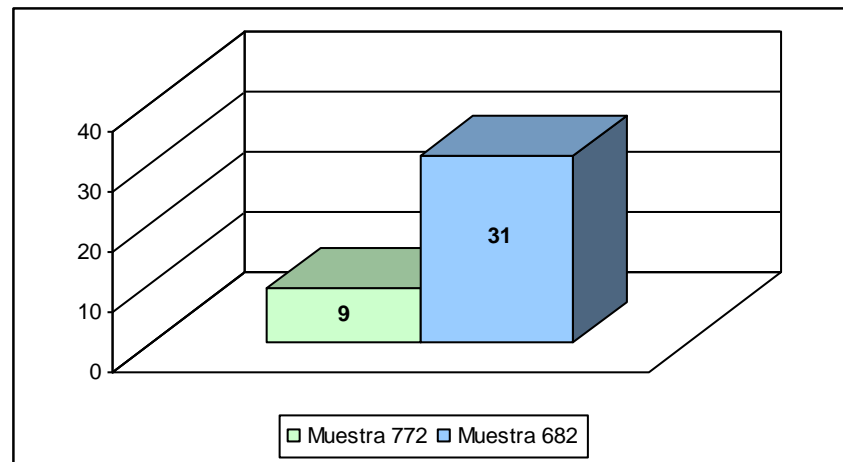


FIGURA 3.2. RESULTADOS DEL ENSAYO DE PREFERENCIA PAREADA

Para determinar si el resultado puede ser considerado como significativo, se utiliza la tabla de significancia para prueba de dos colas (anexo 3.11), en donde se localiza el número de jueces que intervienen en la prueba, con un nivel de significación del 5% que es lo que recomienda Anzaldua (1994), y se obtiene que el número mínimo de respuestas coincidentes para que haya diferencia significativa es de 27. Por lo tanto, la preferencia por la receta mejorada es significativamente mayor a la preferencia por la receta actual.

CAPITULO 4

4. MEJORAMIENTO DEL PROCESO

Con el mejoramiento del proceso se propone aumentar la producción actual mediante la implementación de equipos que eliminen el reproceso, y que permitan obtener el producto en un tiempo reducido, a un costo mínimo, y permitiendo llevar un control de calidad.

Para evaluar la mejor alternativa, se utiliza como herramienta la estimación del costo por caja, tomando en cuenta costos directos e indirectos, para determinar cual de los procesos: actual, actual mejorado o semiautomático, es el más adecuado y de menor precio.

4.1. DIAGRAMA DE FLUJO SIMPLIFICADO Y MEJORADO

El proceso de fabricación que fue analizado en el segundo capítulo, ha tenido varios cambios que se muestran en el diagrama

de flujo que se muestra en la figura 4.1. A partir de este diagrama se realizara el estudio de la selección de equipos y los cálculos correspondientes.

4.2. BALANCE DE MATERIALES

Se realizó el balance de materiales del proceso ACTUAL, que consta de dos partes: elaboración del turrón de miel de abeja, y enchocolatado del turrón.

Los datos necesarios para el balance de materiales se obtuvieron mediante el control del proceso durante una semana de producción, de esta manera se establecieron los porcentajes de pérdidas estándar para cada paso del proceso, y para el proceso total. A partir de estos datos, se inicio el control del proceso, utilizando el que anteriormente no se tenía controlado. Para el control se utiliza el formato que se muestra en el anexo 4.1, en donde se registra para cada lote, los parámetros más importantes del proceso, como es temperaturas, tiempos, y pesos.

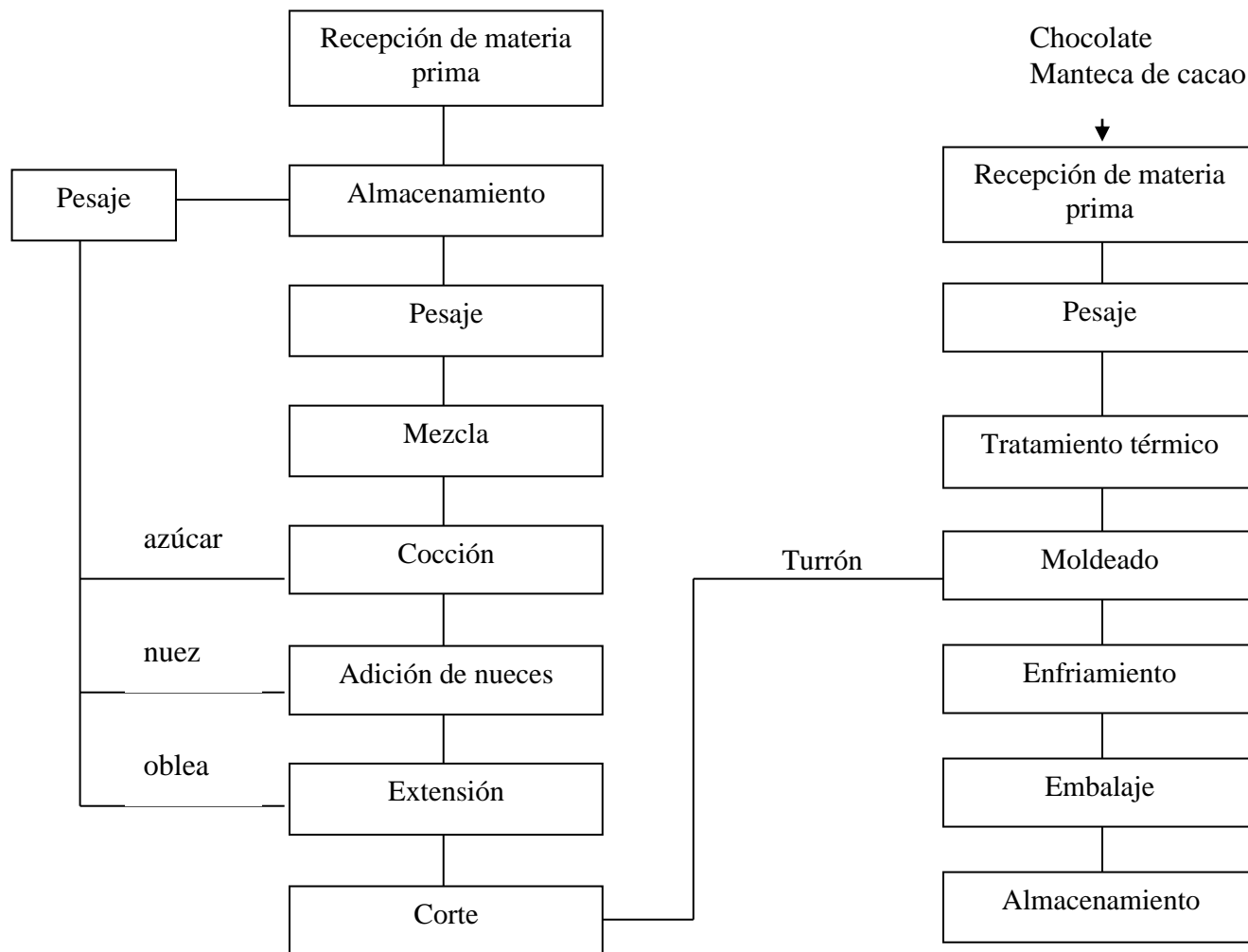


FIGURA 4.1. DIAGRAMA DE FLUJO SIMPLIFICADO DEL PROCESO

Los resultados del balance de materiales se muestran en la tabla 27, donde se observa tres columnas: la primera columna, indica los ingredientes con sus respectivos pesos y unidad, que ingresan al sistema; la segunda columna, indica la operación que se lleva a cabo; y la tercera columna, muestra el ingrediente y su respectivo peso, que sale del sistema como un desperdicio, o que se acumula para continuar con la siguiente etapa.

En la elaboración del turrón se obtuvieron los siguientes datos:

- Total entradas 100%
- Total salidas 76.56%
- Total pérdidas 20.44%

El detalle de las pérdidas se muestran a continuación:

- Vapor de agua 53.40%
- Yema 23.50%
- Producto 12.50%
- Cáscara 10.60%
- Total 100.00%

ENTRA			OPERACIÓN	SALE Y ACUMULA	
Huevo entero	2,660	kg	MEZCLA	Mezcla	5,200 kg
Clara	1,700	kg		Sólidos	63%
Yema	0,660	kg		Agua	37%
Cáscara	0,300	kg		Huevo	0,960 kg
Miel de abeja	2,600	kg		Yema	0,660 kg
Azúcar	0,900	kg		Cáscara	0,300 kg
Total	6,160	kg		Total	6,160 kg
Mezcla	5,200	kg	COCCION	Turrón	3,700 kg
Sólidos	63%			Sólidos	88%
Agua	37%			Agua	12%
				Vapor de agua	1,500 kg
Total	5,200	kg	Total	5,200 kg	
Turrón	3,700	kg	COCCION	Turrón con maní	7,200 kg
Maní	3,600	kg		Pérdidas	0,100 kg
Total	7,300	kg	Total	7,300 kg	
Turrón con maní	7,200	kg	EXTENSION	Turrón	7,400 kg
Hostia	0,250	kg		Pérdidas	0,050 kg
Total	7,450	kg	Total	7,450 kg	
Turrón	7,400	kg	CORTE	Turrón cortado	7,200 kg
				Pérdidas	0,200 kg
Total	7,400	kg	Total	7,400 kg	

TABLA 27. BALANCE DE MATERIALES EN LA ELABORACIÓN DEL TURRON

Masa Glacé	8,000	kg	MEZCLA	Cobertura leche	11,140	kg
Grasa	34,000	%		Grasa	35,500	%
Chocolate	2,000	kg		Pérdidas	0,050	kg
Grasa	32,000	%				
Grasa vegetal	0,300	kg				
Chocolate reproceso	0,890	kg				
Total	11,190	kg		Total	11,190	kg
Cobertura leche	11,140	kg	MOLDE	Producto	18,090	kg
Turrón cortado	7,200	kg		Chocolate	61	%
				Turrón	39	%
				Pérdidas	0,250	kg
				Chocolate	0,150	kg
				Turrón	0,100	kg
Total	18,340	kg		Total	18,340	kg
Producto	18,090	kg	ENFRIAMIENTO	Producto	18,090	kg
Producto	18,090	kg	REPROCESO	Producto Neto	16,800	kg
				Chocolate	58	%
				Turrón	42	%
				Chocolate reproceso	1,290	kg
Total	18,090	kg	Total	18,090	kg	
Producto Neto	16,800	kg	EMBALAJE	Producto bruto	19,600	kg
Materiales de embalaje	2,800	kg				
Total	19,600	kg	Total	19,600	kg	

TABLA 28. BALANCE DE MATERIALES EN EL ENCHOCOLATADO DEL TURRON.

El balance de materiales en el enchocolatado se muestra en la tabla 28.

Los resultados del balance se muestran a continuación:

- Total entradas 100.00%
- Total salidas 91.35%
- Total pérdidas 8.65%

El detalle de las pérdidas se muestran a continuación:

- Reproceso 81%
- Molde 16%
- Mezcla 3%
- Total 100%

Los cálculos realizados se basan en un *batch* de producción, que equivale a 84 cajas de veinte unidades.

4.4. ANALISIS DE EQUIPOS Y SUMINISTROS DEL PROCESO ACTUAL MEJORADO

En el proceso actual mejorado se considera las mejoras propuestas en el segundo capítulo, que se enumeran a continuación:

a. Incorporación del azúcar en forma de caramelo al final del proceso de cocción, con lo que se logra disminuir el tiempo del proceso de cocción de 90 minutos a 65 minutos, que equivale al 28% de disminución del tiempo.

b. Implementación del temperado del chocolate, y utilización de cobertura de chocolate (manteca de cacao), en lugar de la cobertura de sabor a chocolate (manteca vegetal).

c. Cambio del uso de moldes, por la inmersión del turrón en el chocolate líquido, con lo que se logra una combinación de cobertura (chocolate) 35% y relleno (turrón de miel de abeja con maní) 65%.

Con este cambio se ahorra un 58% de chocolate, y se aumenta 60% de turrón. Las nuevas dimensiones del corte del turrón para el baño son: 20 x 25 x 12 mm, de esta forma se obtiene el peso requerido por unidad (10 g).

d. Mayor control del enfriamiento, el producto a 25-28°C se coloca en bandejas sobre un estante móvil, que ingresa a la cámara de refrigeración, permanece el tiempo necesario hasta alcanzar 10°C.

Luego sale a un cuarto con temperatura y humedad controlada, para evitar que se humedezca la superficie del chocolate. Para conocer la temperatura del cuarto se utiliza la carta higrométrica (anexo 2.5).

Para llevar a cabo las mejoras recomendadas para el proceso actual se requiere de los equipos que se detallan en la tabla 29.

En los anexos se puede observar las figuras de los equipos que se utilizan en el proceso actual mejorado. Para el análisis de costos se requiere conocer la capacidad máxima de los equipos, y el costo de la inversión. Estos datos se detallan en la tabla 30.

PROCESO	CAPACIDAD MAXIMA kg/h	TIEMPO OPERACIÓN h/batch	COSTO DE EQUIPOS USD
BATIDO	20	0.25	500
COCCION	34	1.17	2300
EXTENSION	80	0.25	450
CORTE	10	2.00	15
TEMPERADO	12	0.83	1800
ENCHOCOLATADO	7	3.00	250
ENFRIAMIENTO	5	4.00	500
EMPAQUE	5	4.00	35
AIRE ACONDICIONADO			400
SISTEMA DE AGUA			300
QUEMADOR A GAS			120
TOTAL		15.5	6670

TABLA 30. COSTO DE EQUIPOS DEL PROCESO ACTUAL MEJORADO

Proceso	Equipo	Características
Batido	Batidora semi-industrial	Capacidad 20 L. Motor 0.75HP
Cocción	Olla de acero inoxidable agitador mecánico	Carga y descarga manual, calentamiento con gas de uso industrial, agitador raspador de teflón
Extensión	Mesa, reglas de nivel y accesorios	Mesa: 1800 x 900 mm Reglas de nivel de 12mm de altura Rodillo de 60mm de diámetro
Corte	Cortador giratorio	Diámetro 40 mm
Temperado	Baño María	Recipiente de acero inoxidable(ϕ 40mmx25mm) con agitador, suspendido sobre un baño de agua. Resistencia eléctrica y salmuera (20%) para controlar la temperatura del proceso.
Enchocolatado	Tenedores para baño, malla, bandejas y estante transportador	Material acero inoxidable, bandejas con malla mesh 9. Dimensiones del estante 690 x 420 x 1560 mm
Enfriamiento	Cámara fría	Cuarto aislado refrigerado con unidad de compresión y condensador Dimensiones 700 x 500 x 1800 mm
Embalaje	Bandejas, recipientes herméticos.	Proceso manual, se utiliza papel estaño, pirotinas, cajas de cartulina y papel celofán.
Equipos auxiliares	Condicionador de aire	Enfriamiento del área de baño de chocolate y embalaje a temperatura y humedad controladas.
	Quemador	Calentamiento en el proceso de cocción del turrón.
	Sistema de Agua	Cisterna de 12 m ³ , tanque de presión de 200 L y bomba de 1HP para cubrir las necesidades de agua de la planta.50 psi

Fuente: Inducom, Debucco

TABLA 29. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DEL PROCESO ACTUAL MEJORADO

Los suministros necesarios para el funcionamiento normal de la planta de procesamiento son:

AGUA POTABLE

El agua se recibe del servicio municipal. El control del nivel de cloro y pH se realiza cada 15 días. El agua se utiliza principalmente para los proceso de limpieza y desinfección de los equipos, utensilios e instalaciones de la planta.

Debido a que el agua no es un ingrediente del producto, no es necesario tratamientos de purificación.

El consumo de agua se resume en la siguiente tabla.

Consumo mensual	40m ³ /mes
Costo del agua	0,62USD/m ³
Costo mensual	24.8USD/mes
Capacidad producción	20batch/mes
Costo total	1.24USD/batch

TABLA 31. CONSUMO DE AGUA

ELECTRICIDAD

La energía eléctrica se recibe a través del servicio público con un voltaje de 110V. Se utiliza en equipos, y alumbrado del área de trabajo.

En la tabla 32 se describe los equipos que utilizan energía, y su consumo.

EQUIPO	POTENCIA DEL MOTOR		TIEMPO DE OPERACIÓN		CONSUMO ENERGIA	COSTO TOTAL
	HP	KW	Min	horas	KJ/batch	USD
Batidora Semi-industrial	0.75	0.56	30	0.50	0.28	0.023
Motoreductor Cocción	2.00	1.50	75	1.25	1.88	0.152
Motoreductor Temperado	0.50	0.38	50	0.83	0.31	0.025
Resistencia Temperado	0.50	0.38	20	0.33	0.13	0.010
Bomba Salmuera	0.13	0.09	30	0.50	0.05	0.004
Sistema de Enfriamiento	2.00	1.50	240	4.00	6.00	0.486
Condicionador de aire	1.00	0.75	480	8.00	6.00	0.486
Motor Bomba de Agua	2.00	1.50	60	1.00	1.50	0.122
Alumbrado		1.00	240	4.00	4.00	0.324
TOTAL					20.14	1.631

TABLA 32. CONSUMO DE ELECTRICIDAD

En cada batch de producción el consumo eléctrico es de 1.631 USD, lo que equivale a 20.14KJ de energía consumida.

COMBUSTIBLE

Se utiliza como combustible al gas de uso industrial en presentación de 45 kg. Se emplea el calor de la combustión del gas en la cocción del turrón y el temperado del chocolate.

COCCION DEL TURRON

El proceso de la cocción está constituido por cuatro etapas, que se enumeran a continuación:

- a. Periodo de calentamiento del producto, en donde la temperatura aumenta hasta 70°C.
- b. Periodo de mantenimiento, durante 25 minutos se mantiene constante a 70°C
- c. Periodo de mantenimiento, al añadir el azúcar a 122°C se calienta la mezcla desde 70°C hasta 90°C, y se mantiene a esa temperatura por 15 minutos.
- d. Periodo de calentamiento del azúcar, se calienta el jarabe de azúcar hasta 122°C para obtener una concentración de azúcar de 90%.

Para calcular el combustible necesario para realizar estos procesos se requiere calcular los consumos de calor que se realizan en cada etapa, a continuación se detalla cada uno de ellos.

a. Periodo de calentamiento

1. Calor consumido para el calentamiento de la olla

$$Q_1 = m * C_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q_1 = 35 \text{ Kg} * 0.368 \text{ KJ} / \text{Kg}^\circ\text{C} * (100 - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = 1030.40 \text{ KJ}$$

Se toma el Cp del bronce, igual a 0.368 KJ/kg°C.

2. Calor consumido para el calentamiento de la mezcla 1
(albúmina, miel de abeja y glucosa)

$$Q_2 = m * C_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q_2 = 4.9 \text{ kg} * 2.132 \text{ KJ} / \text{Kg}^\circ\text{C} * (70 - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = 522.42 \text{ KJ}$$

El calor específico de la mezcla se determinó de acuerdo a los componentes del producto, y utilizando la siguiente fórmula:

$$C_p = 1424 X_c + 1549 X_p + 1675 X_g + 837 X_a + 4187 X_h^2$$

En donde, x es el peso del componente en fracción unitaria. Los subíndices corresponden a: c, carbohidratos; p, proteína; g, grasa; a, ceniza; h, humedad.

Tomando en cuenta los componentes de la mezcla, se tiene:

$$C_p = 1424 (0.723) + 1549 (0.017) + 1675 (0) + 837 (0.002) + 4187 (0.256)$$

$$C_p = 2132.32 \text{ J} / \text{kg}^\circ\text{C}$$

² ALVARADO, JUAN DE DIOS, Principios de Ingeniería Aplicados a alimentos, 1996, Pág. 10.

3. Pérdidas de calor de las paredes al medio (convección-radiación)

Las pérdidas de calor por convección y radiación, en equipos en estado estacionario se determinan utilizando la siguiente fórmula:

$$Q_3 = h_a A (T_2 - T_1)$$

En donde h_a es el coeficiente combinado de conducción radiación³, el cual se determina utilizando una fórmula que proporciona un valor estimado para equipos con o sin aislamiento.

$$h_a = 8.4 + 0.06(T_{ext} - T_{amb})$$

$$h_a = 8.4 + 0.06(80 - 20) = 12.00 \text{ Kcal} / \text{hm}^2 \text{ } ^\circ \text{C}$$

$$h_a = 12 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2 \text{ } ^\circ \text{C}} * \frac{4.185 \text{ KJ}}{1 \text{ Kcal}} * \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} * 35 \text{ min}$$

$$h_a = 29.30 \text{ KJ} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ \text{C}$$

Entonces,

$$Q_3 = h_a A (T_2 - T_1) = 29.3 \text{ KJ} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ \text{C} * 1.7 \text{ m}^2 * (80 - 20) \text{ } ^\circ \text{C}$$

$$Q_3 = 2988.09 \text{ KJ}$$

Siendo A el área externa de la olla.

4. Pérdidas de calor de la superficie del producto al medio ambiente, para lo cual se utiliza la siguiente fórmula de transferencia de calor por conducción.

³ Fuente: materia “Transferencia de Calor Aplicada”, dictada por el Ing. Suárez., primer término 2001.

$$Q_4 = h_a A (T_2 - T_1)$$

Siendo h_a^2 , igual a

$$h_a = 2.499(T_2 - T_1)^{0.25} = 2.499(45 - 20)^{0.25}$$

$$h_a = 2.24 W / m^2 \cdot ^\circ C$$

$$h_a = 2.24 \frac{J}{s \cdot m^2 \cdot ^\circ C} * \frac{60s}{1 \text{ min}} * 25 \text{ min} * \frac{1KJ}{1000 J}$$

$$h_a = 3.35 KJ / m^2 \cdot ^\circ C$$

Se utiliza una T promedio (T_2) dado que la mezcla no tiene una temperatura constante, T promedio es igual a $(70+20)/2$, es decir $45^\circ C$.

Entonces se aplica la fórmula,

$$Q_4 = h_a A (T_2 - T_1) = 3.35 KJ / m^2 \cdot ^\circ C * 1.13 m^2 * (45 - 20)^\circ C$$

$$Q_4 = 94.64 KJ$$

El calor del periodo de calentamiento será igual a

$$Q_T = \sum_{i=1}^{i=4} Q_i = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q_T = 1030.40 + 522.42 + 2988.09 + 94.64$$

$$Q_T = 4635.55 KJ$$

b. Periodo de mantenimiento ($70^\circ C$)

1. Pérdidas de calor por la evaporación del agua

$$Q_5 = m\lambda$$

$$Q_5 = 1.5 Kg * 2256 KJ / Kg$$

$$Q_5 = 3384 KJ$$

Siendo m la masa de agua que se evapora, y λ el calor latente de evaporación del agua.

2. Pérdidas de calor de las paredes al medio (convección-radiación)

Las pérdidas de calor por convección y radiación, en equipos en estado estacionario se determinan utilizando la siguiente fórmula:

$$Q_6 = h_a A(T_2 - T_1)$$

En donde h_a es el coeficiente combinado de conducción radiación, el cual se determina utilizando una fórmula que proporciona un valor estimado para equipos con o sin aislamiento.

$$h_a = 8.4 + 0.06(T_{ext} - T_{amb})$$

$$h_a = 8.4 + 0.06(100 - 20) = 13.20 \text{ Kcal} / \text{hm}^2 \text{ } ^\circ \text{C}$$

$$h_a = 13.20 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2 \text{ } ^\circ \text{C}} * \frac{4.185 \text{ KJ}}{1 \text{ Kcal}} * \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} * 25 \text{ min}$$

$$h_a = 23.02 \text{ KJ} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ \text{C}$$

Entonces,

$$Q_6 = h_a A(T_2 - T_1) = 23.02 \text{ KJ} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ \text{C} * 1.7 \text{ m}^2 * (100 - 20) \text{ } ^\circ \text{C}$$

$$Q_6 = 3130.38 \text{ KJ}$$

Siendo A el área externa de la olla.

3. Pérdidas de calor de la superficie del producto al medio ambiente, para lo cual se utiliza la siguiente fórmula de transferencia de calor por conducción.

$$Q_7 = h_a A(T_2 - T_1)$$

Siendo h_a , igual a

$$h_a = 2.499(T_2 - T_1)^{0.25} = 2.499(70 - 20)^{0.25}$$

$$h_a = 2.66 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$h_a = 2.66 \frac{\text{J}}{\text{s} \cdot \text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} * 25 \text{ min} * \frac{1 \text{ KJ}}{1000 \text{ J}}$$

$$h_a = 3.99 \text{ KJ} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Entonces se aplica la fórmula,

$$Q_7 = h_a A(T_2 - T_1) = 3.99 \text{ KJ} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} * 1.13 \text{ m}^2 * (70 - 20) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_7 = 225.36 \text{ KJ}$$

El calor del periodo de mantenimiento será igual a

$$Q_T = \sum_{i=5}^{i=7} Q_i = Q_5 + Q_6 + Q_7$$

$$Q_T = 3384 + 3130.38 + 225.36$$

$$Q_T = 6739.74 \text{ KJ}$$

c. Periodo de mantenimiento (90°C), luego de añadir el azúcar a 122°C.

1. Pérdidas de calor de las paredes al medio (convección-radiación)

Las pérdidas de calor por convección y radiación, en equipos en estado estacionario se determinan utilizando la siguiente fórmula:

$$Q_8 = h_a A(T_2 - T_1)$$

En donde h_a es el coeficiente combinado de conducción radiación, el cual se determina utilizando una fórmula que proporciona un valor estimado para equipos con o sin aislamiento.

$$\begin{aligned} h_a &= 8.4 + 0.06(T_{ext} - T_{amb}) \\ h_a &= 8.4 + 0.06(120 - 20) = 14.40 \text{ Kcal} / \text{hm}^2 \text{ } ^\circ \text{C} \\ h_a &= 14.40 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2 \text{ } ^\circ \text{C}} * \frac{4.185 \text{ KJ}}{1 \text{ Kcal}} * \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} * 15 \text{ min} \\ h_a &= 15.07 \text{ KJ} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ \text{C} \end{aligned}$$

Entonces,

$$\begin{aligned} Q_8 &= h_a A(T_2 - T_1) = 15.07 \text{ KJ} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ \text{C} * 1.7 \text{ m}^2 * (120 - 20) \text{ } ^\circ \text{C} \\ Q_8 &= 2561.22 \text{ KJ} \end{aligned}$$

2. Pérdidas de calor de la superficie del producto al medio ambiente, para lo cual se utiliza la siguiente fórmula de transferencia de calor por conducción.

$$Q_9 = h_a A(T_2 - T_1)$$

Siendo h_a , igual a

$$h_a = 2.499(T_2 - T_1)^{0.25} = 2.499(90 - 20)^{0.25}$$

$$h_a = 2.89 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$h_a = 2.89 \frac{\text{J}}{\text{s} * \text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}} * \frac{60\text{s}}{1 \text{ min}} * 15 \text{ min} * \frac{1\text{KJ}}{1000 \text{ J}}$$

$$h_a = 2.60 \text{ KJ} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Entonces se aplica la fórmula,

$$Q_9 = h_a A(T_2 - T_1) = 2.60 \text{ KJ} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} * 1.13 \text{m}^2 * (90 - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q_9 = 205.92 \text{ KJ}$$

El calor del periodo de mantenimiento será igual a

$$Q_T = \sum_{i=8}^{i=9} Q_i = Q_8 + Q_9$$

$$Q_T = 2561.22 + 205.92$$

$$Q_T = 2767.14 \text{ KJ}$$

d. Periodo de calentamiento del azúcar

Se mezcla 3.5kg de azúcar con 2.0kg de agua, se calienta a 122°C para lograr una concentración de azúcar del 90%, los calores consumidos se detallan a continuación:

1. Calor consumido para el calentamiento de la olla

$$Q_{10} = m * Cp * (T_2 - T_1)$$

$$Q_{10} = 2.0 \text{ Kg} * 0.48 \text{ KJ} / \text{Kg} \text{ } ^\circ\text{C} * (125 - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q_{10} = 100.80 \text{ KJ}$$

2. Calor consumido para el calentamiento de la mezcla (azúcar, agua)

$$Q_{11} = m * Cp * (T_2 - T_1)$$

$$Q_{11} = 5.5 \text{ kg} * 2.446 \text{ KJ} / \text{Kg} \text{ } ^\circ\text{C} * (122 - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q_{11} = 1372.38 \text{ KJ}$$

El calor específico de la mezcla se determinó de acuerdo a sus componentes.

3. Pérdidas de calor por la evaporación del agua

$$Q_{12} = m\lambda$$

$$Q_{12} = 1.611 \text{ Kg} * 2256 \text{ KJ} / \text{Kg}$$

$$Q_{12} = 3634.42 \text{ KJ}$$

Siendo m la masa de agua que se evapora, y λ el calor latente de evaporación del agua.

4. Pérdidas de calor de las paredes al medio (convección-radiación)

$$h_a = 8.4 + 0.06(T_{ext} - T_{amb})$$

$$h_a = 8.4 + 0.06(125 - 20) = 14.70 \text{ Kcal} / \text{hm}^2 \text{ } ^\circ \text{C}$$

$$h_a = 14.70 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2 \text{ } ^\circ \text{C}} * \frac{4.185 \text{ KJ}}{1 \text{ Kcal}} * \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} * 60 \text{ min}$$

$$h_a = 61.52 \text{ KJ} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ \text{C}$$

Entonces,

$$Q_{13} = h_a A(T_2 - T_1) = 61.52 \text{ KJ} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ \text{C} * 0.31 \text{ m}^2 * (125 - 20) \text{ } ^\circ \text{C}$$

$$Q_{13} = 2029.33 \text{ KJ}$$

5. Pérdidas de calor de la superficie del producto al medio ambiente.

$$h_a = 2.499(T_2 - T_1)^{0.25} = 2.499(71 - 20)^{0.25}$$

$$h_a = 2.67 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ \text{C}$$

$$h_a = 2.67 \frac{\text{J}}{\text{s} * \text{m}^2 \text{ } ^\circ \text{C}} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} * 60 \text{ min} * \frac{1 \text{ KJ}}{1000 \text{ J}}$$

$$h_a = 9.62 \text{ KJ} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ \text{C}$$

Se utiliza una T promedio (T_2) dado que la mezcla no tiene una temperatura constante, T promedio es igual a $(122+20)/2$, es decir 71°C .

Entonces se aplica la fórmula,

$$Q_{14} = h_a A(T_2 - T_1) = 9.62 \text{ KJ} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ \text{C} * 0.13 \text{ m}^2 * (71 - 20)^\circ \text{C}$$

$$Q_{14} = 61.66 \text{ KJ}$$

El calor del periodo de calentamiento del azúcar será igual a

$$Q_T = \sum_{i=10}^{i=14} Q_i = Q_{10} + Q_{11} + Q_{12} + Q_{13} + Q_{14}$$

$$Q_T = 100.80 + 1372.38 + 3634.42 + 2029.33 + 61.66$$

$$Q_T = 7198.58 \text{ KJ}$$

El calor total consumido en la cocción de turrón y el calentamiento del azúcar se detalla en la siguiente tabla

a) Calentamiento	4635,55	KJ
b) Mantenimiento (70°C)	6739,74	KJ
c) Mantenimiento (90°C)	2767,14	KJ
d) Calentamiento azúcar	6498,45	KJ
Calor total consumido	20640,87	KJ
Poder calorífico del gas	55650	KJ/Kg
Masa de gas consumida	0,371	Kg
Costo combustible	1,33	USD/kg
Costo de gas por batch	0,49	USD

TABLA 33. CONSUMO DE COMBUSTIBLE

TEMPERADO DE LA COBERTURA DE CHOCOLATE

El temperado o tratamiento térmico del chocolate consiste en cambios determinados de temperatura que se detallan en la tabla 34.

Etapa	T (°C)
Calentamiento	25-45
Enfriamiento	45-28
Calentamiento	28-32

TABLA 34. TEMPERADO DE LA COBERTURA DE CHOCOLATE

Para conocer el calor que se consume en el tratamiento térmico del chocolate se realizan los siguientes cálculos:

a) Calentamiento

1. Calor consumido para el calentamiento de la olla

$$Q_1 = m * Cp * (T_2 - T_1)$$

$$Q_1 = 3.0 \text{Kg} * 0.48 \text{KJ} / \text{Kg}^\circ\text{C} * (50 - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = 43.20 \text{KJ}$$

2. Calor consumido para el calentamiento de la cobertura de chocolate

$$Q_2 = m * Cp * (T_2 - T_1)$$

$$Q_2 = 7.0 \text{kg} * 1.26 \text{KJ} / \text{Kg}^\circ\text{C} * (45 - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = 220.50 \text{KJ}$$

$$Cp \text{ cobertura} = 1.26 \text{KJ} / \text{Kg}^\circ\text{C}^4$$

3. Pérdidas de calor de las paredes al medio (convección-radiación)

$$h_a = 8.4 + 0.06(T_{ext} - T_{amb})$$

$$h_a = 8.4 + 0.06(50 - 20) = 10.20 \text{Kcal} / \text{hm}^2^\circ\text{C}$$

$$h_a = 10.20 \frac{\text{kcal}}{\text{hm}^2^\circ\text{C}} * \frac{4.185 \text{KJ}}{1 \text{Kcal}} * \frac{1 \text{h}}{60 \text{min}} * 10 \text{min}$$

$$h_a = 7.10 \text{KJ} / \text{m}^2^\circ\text{C}$$

Entonces,

$$Q_3 = h_a A (T_2 - T_1) = 7.11 \text{KJ} / \text{m}^2^\circ\text{C} * 0.28 \text{m}^2 * (50 - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q_3 = 59.76 \text{KJ}$$

Las pérdidas de calor de la superficie del chocolate al medio ambiente se consideran despreciables.

b) Enfriamiento

1. Calor liberado para el enfriamiento de la olla

⁴ Manual de datos de Ingeniería en Alimentos

$$Q_4 = m * Cp * (T_2 - T_1)$$

$$Q_4 = 3.0Kg * 0.48KJ / Kg^{\circ}C * (25 - 50)^{\circ}C$$

$$Q_4 = -36.00KJ$$

2. Calor liberado para el enfriamiento de la cobertura de chocolate

$$Q_5 = m * Cp * (T_2 - T_1)$$

$$Q_5 = 7.0kg * 1.26KJ / Kg^{\circ}C * (28 - 45)^{\circ}C$$

$$Q_5 = -149.94KJ$$

c) Calentamiento

1. Calor consumido para el calentamiento de la olla

$$Q_6 = m * Cp * (T_2 - T_1)$$

$$Q_6 = 3.0Kg * 0.48KJ / Kg^{\circ}C * (34 - 25)^{\circ}C$$

$$Q_6 = 12.96KJ$$

2. Calor consumido para el calentamiento de la cobertura de chocolate

$$Q_7 = m * Cp * (T_2 - T_1)$$

$$Q_7 = 7.0kg * 1.26KJ / Kg^{\circ}C * (32 - 28)^{\circ}C$$

$$Q_7 = 35.28KJ$$

3. Pérdidas de calor de las paredes al medio (convección-radiación)

$$h_a = 8.4 + 0.06(T_{ext} - T_{amb})$$

$$h_a = 8.4 + 0.06(34 - 25) = 8.94Kcal / hm^2^{\circ}C$$

$$h_a = 8.94 \frac{kcal}{hm^2^{\circ}C} * \frac{4.185KJ}{1Kcal} * \frac{1h}{60min} * 5min$$

$$h_a = 3.12KJ / m^2^{\circ}C$$

Entonces,

$$Q_8 = h_a A (T_2 - T_1) = 3.12 \text{ KJ} / \text{m}^2 \text{ } ^\circ \text{C} * 0.28 \text{m}^2 * (34 - 25)^\circ \text{C}$$

$$Q_8 = 56.10 \text{ KJ}$$

El calor total consumido en el temperado es igual a:

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_6 + Q_7 + Q_8$$

$$Q_T = 43.20 + 220.50 + 59.76 + 12.96 + 35.28 + 7.86$$

$$Q_T = 379.56 \text{ KJ}$$

Se ha obtenido un valor bajo de consumo de energía, lo cual lleva a la conclusión de que se puede utilizar una resistencia eléctrica en lugar del calentamiento por la combustión del gas.

Para lograr este calentamiento se propone una resistencia eléctrica, se utiliza un mezclador para que el agua fluya y aumente la velocidad de la transferencia de calor.

El calor que se debe extraer en el enfriamiento es igual a:

$$Q_T = Q_4 + Q_5 = -36.00 - 149.94$$

$$Q_T = -185.94 \text{ KJ}$$

Para extraer esta cantidad de calor se puede utilizar salmuera al 20% (5°C) a través de un circuito adaptado al baño maría.

4.5. ANALISIS DE EQUIPOS Y SUMINISTROS DEL PROCESO SEMI-AUTOMATICO

Se ha diseñado un proceso semi-automático para poder aumentar la capacidad de producción a 500 cajas diarias (100 kg/día), para esto es necesario la implementación de equipos que se detallan en la tabla 35.

El proceso consta de dos etapas, la primera que es no continua (por batch) incluye las etapas de batido y cocción del turrón, y el temperado del chocolate; mientras que la segunda etapa, que es un sistema continuo, incluye las etapas de extensión y corte del turrón, baño de chocolate, enfriamiento del producto y empaque.

En la primera etapa, se procesa 65 kg de turrón y 35 kg de chocolate; y en la segunda etapa, se obtiene 100 kg de producto final, a razón de 20 kg/h. Para el análisis de costos se requiere conocer la capacidad máxima de los equipos, y el costo de la inversión. Estos datos se detallan en la tabla 36.

Proceso	Equipo	Características
Batido	Batidora semi-industrial	Capacidad 50 L, Motor 400 W
Cocción	Tanque con agitador	Capacidad 600 L, diámetro 1500mm, altura 350 mm, calentamiento con gas de uso industrial, agitador raspador de teflón
Extensión	Extrusor	Capacidad 20 kg/h, tornillo sin fin longitud 900 mm, sección de salida 180mm de ancho y cuatro orificios de 20 x 15 mm
Corte	Cortador neumático	Cortador neumático con dos actuadores lineales de doble efecto, electroválvula 3-2, e hilo de corte de acero inoxidable.
Tratamiento térmico	Templadora	Tanque de acero inoxidable con agitador raspador, con aislamiento y sistema de calentamiento y enfriamiento, capacidad 50kg y control de temperatura. Temperatura operación 25-50°C. Válvula de descarga inferior 2". Dimensiones: diámetro 600mm altura 500mm.
Enchocolatado	Bomba grado alimenticio	Lobular, potencia 3 HP, capacidad 6kg/h
	Dispensadores	Mediante una boquilla de rociado cae una cortina de chocolate de 50 mm. Dos unidades.
	Línea sanitaria	Tubería 2", aislada térmicamente, longitud 6000mm.
Enfriamiento	Soplador de aire frío	Tobera sopladora de aire, material acero inoxidable, 2000cfm. Dos unidades. Potencia motor 1.0HP c/u.
	Transportador de banda	Grado alimenticio, con malla de acero inoxidable (mesh 4), ancho 300 mm. Dos etapas de 2000m cada una con sistema de volteo intermedio. Potencia motor 0.5HP c/u.
Embalaje	Bandejas, recipientes herméticos.	Proceso manual, se utiliza papel estaño, pirotinas, cajas de cartulina y papel celofán.
Equipos auxiliares	Calefón	Calienta agua hasta 80°C, utiliza gas de uso industrial.
	Condicionador de aire	Enfriamiento del área de baño de chocolate y embalaje a temperatura y humedad controladas.
	Quemador de gas	Calentamiento en el proceso de cocción del turrón.
	Cisterna y bomba de presión	Cisterna de 20 m ³ , tanque de presión de 200 L y bomba de 1HP para cubrir las necesidades de agua de la planta.50 psi
	Compresor de pistones	Potencia 7,5 HP, 80 galones, 30cfm, 75lb de presión

Fuente: INDUCOM S. A., y DEBUCCO S. A.

TABLA 35. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DEL PROCESO SEMI-INDUSTRIAL

PROCESO	CAPACIDAD MAXIMA kg/h	TIEMPO OPERACIÓN h/batch	COSTO DE EQUIPOS USD
BATIDO	160	0.25	2800
COCCION	100	1.17	4500
ESTRUSION	25	0.25	3800
CORTE	25	2.00	480
TEMPERADO	50	0.83	3200
ENCHOCOLATADO	25	3.00	2100
ENFRIAMIENTO	25	4.00	440
BANDA TRANSPORTADOR	25	4.00	6000
EMPAQUE	25	4.00	100
QUEMADOR A GAS			150
COMPRESOR			2100
LINEA AIRE COMPRIMIDO			300
CONDICIONADOR AIRE			400
CALEFON			280
SISTEMA DE AGUA			400
TOTAL		19.50	27050

Fuente: INDUCOM y DEBUCCO

TABLA 36. COSTO DE EQUIPOS DEL PROCESO SEMI-INDUSTRIAL

Los suministros necesarios para el funcionamiento normal de la planta de procesamiento son:

AGUA POTABLE

El consumo de agua se resume en la siguiente tabla.

Consumo mensual	60m ³ /mes
Costo del agua	0,62USD/m ³
Costo mensual	37.2USD/mes
Capacidad producción	20batch/mes
Costo total	1.86USD/batch

TABLA 37. CONSUMO DE AGUA

ELECTRICIDAD

La energía eléctrica se recibe a través del servicio público con un voltaje de 110V. Se utiliza en equipos, y alumbrado del área de trabajo.

En la tabla 38 se describe los equipos que utilizan energía, tiempos de operación y consumo eléctrico.

EQUIPO	POTENCIA DEL MOTOR		TIEMPO DE OPERACIÓN		CONSUMO ENERGIA	COSTO TOTAL
	HP	KW	Min	Horas	KJ/batch	USD
Batidora	2.00	1.50	30	0.50	0.750	0.061
Motoreductor Turrón	3.00	2.25	75	1.25	2.813	0.228
Motor del estrusor	3.00	2.25	50	0.83	1.875	0.152
Motor del cortador	1.00	0.75	180	3.00	2.250	0.182
Motoreductor Temperado	2.00	1.50	45	0.75	1.125	0.091
Motor de la bomba	3.00	2.25	180	3.00	6.750	0.547
Motor de la banda	1.00	0.75	180	3.00	2.250	0.182
Sistema de Enfriamiento	2.00	1.50	180	3.00	4.500	0.365
Condicionador de aire	1.00	0.75	480	8.00	6.000	0.486
Compresor	7.50	5.63	180	3.00	16.875	1.367
Motor Bomba de Agua	1.00	0.75	60	1.00	0.750	0.061
Alumbrado		1.00	240	4.00	4.000	0.324
TOTAL					49.938	4.045

TABLA 38. CONSUMO DE ELECTRICIDAD

COMBUSTIBLE

Se utiliza como combustible al gas de uso industrial en presentación de 45 kg. Se emplea el calor de la combustión del gas en el calentamiento del turrón, y en el temperado de la cobertura de chocolate (transferencia de calor indirecta).

COCCION DEL TURRON

Los cálculos del consumo de combustible para el proceso semi-industrial son los mismos que se realizaron en el proceso actual mejorado, debido a que el principio de funcionamiento es el mismo y sobretodo el proceso es el mismo, la única diferencia es las cantidades de ingredientes. En la tabla 39 se detalla los resultados de los cálculos para la cocción del turrón y el calentamiento del azúcar.

a) PERIODO DE CALENTAMIENTO						
		m	C _p	T ₂	T ₁	Calor
1	Calor consumido por el calentamiento de la olla	50	0,48	100	20	1920,00
2	Calor consumido para el calentamiento de la mezcla	22,75	2,132	70	20	2425,52
		ha	A	T ₂	T ₁	Calor
3	Pérdidas de calor de las paredes al medio	29,30	3,42	80	20	6005,16
4	Pérdidas de calor de la superficie al medio	3,35	1,77	45	20	148,00
	Calor de calentamiento					10498,68
b) MANTENIMIENTO						
		m	λ			Calor
5	Pérdidas de calor por evaporación del agua	1,5	2256			3384,00
		ha	A	T ₂	T ₁	
6	Pérdidas de calor de las paredes al medio	23,02	3,42	100	20	6291,12
7	Pérdidas de calor de la superficie al medio	3,99	1,77	70	20	352,43
	Calor de mantenimiento					10027,56
c) MANTENIMIENTO						
		ha	A	T ₂	T ₁	Calor
8	Pérdidas de calor de las paredes al medio	15,07	3,42	120	20	5147,28
9	Pérdidas de calor de la superficie al medio	2,60	1,77	90	20	322,02
	Calor de mantenimiento					5469,31
d) CALENTAMIENTO AZUCAR						
		m	C _p	T ₂	T ₁	Calor
10	Calor consumido por el calentamiento de la olla	4,0	0,48	125	20	201,60
11	Calor consumido para el calentamiento de la mezcla	25,4	2,45	122	20	6337,90
12	Pérdidas de calor por evaporación del agua	7,3	2256,00			16468,80
13	Pérdidas de calor de las paredes al medio	61,52	0,63	125	20	4058,66
	Calor de calentamiento					27066,96

TABLA 39. CALCULOS CONSUMO DE COMBUSTIBLE COCCION DEL TURRON

El consumo de combustible para la cocción del turrón se resume en la tabla 40.

Calentamiento	10498,68	KJ
Mantenimiento (70°C)	10027,56	KJ
Mantenimiento (90°C)	5469,31	KJ
Calentamiento azúcar	27066,96	KJ
Calor total consumido	53062,51	KJ
Poder calorífico del gas	55650	KJ/Kg
Masa de gas consumida	0,954	Kg
Costo combustible	1,33	USD/kg
Costo de gas por batch	1,27	USD

TABLA 40. CONSUMO DE COMBUSTIBLE

TEMPERADO DE LA COBERTURA DE CHOCOLATE

Para obtener el consumo de combustible durante el temperado se realizan las mismas operaciones que se describe en el proceso manual mejorado (sección 4.4), solamente hay variación de las cantidades de ingredientes y las dimensiones de los equipos.

En la tabla 41, se detalla los resultados de los cálculos del temperado de la cobertura de chocolate. El calor total consumido para el calentamiento es de 1741.78KJ, y el calor que se libera en el enfriamiento es de 929.70KJ.

a) PERIODO DE CALENTAMIENTO						
	m	Cp	T ₂	T ₁	Calor	
1	15	0,48	50	20	216,00	
2	35	1,260	45	20	1102,50	
	ha	A	T ₂	T ₁		
3	7,11	0,75	50	20	160,93	
Calor de calentamiento					1479,43	
b) PERIODO DE ENFRIAMIENTO						
	m	Cp	T ₂	T ₁	Calor	
4	15	0,48	25	50	-180,00	
5	35	1,260	28	45	-749,70	
					-929,70	
c) PERIODO DE CALENTAMIENTO						
	m	Cp	T ₂	T ₁	Calor	
6	15	0,48	34	25	64,80	
7	35	1,260	32	28	176,40	
	ha	A	T ₂	T ₁		
8	3,12	0,75	34	25	21,16	
Calor de calentamiento					262,36	

TABLA 41. CALCULOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN EL TEMPERADO

Por lo que en un batch de producción se consume 0.031kg de gas, que equivale a 0.04USD.

En cuanto al enfriamiento, se debe extraer 929.79 KJ mediante la circulación de salmuera (20%) a 5°C.

CAPITULO 5

5. ANÁLISIS ECONÓMICO

El Estado de Pérdidas y Ganancias es un informe que permite conocer los ingresos, costos y gastos, para determinar las utilidades que genera un determinado producto.

En el presente capítulo, se utiliza esta herramienta para conocer cuanto cuesta producir una caja de turrónes bañados en chocolate, para cada una de las tecnologías propuestas a lo largo de la presente Tesis de Grado, las cuales son:

1. Proceso Actual
2. Proceso Actual Mejorado
3. Proceso Semi-Industrial

A continuación se realizará los cálculos necesarios para conocer el Estado de Pérdidas y Ganancias para cada uno de los procesos.

5.1. ESTUDIO ECONOMICO DEL PROCESO ACTUAL

Básicamente se refiere a los ingresos, costos y gastos de los procesos hasta llegar al producto final, bajo las condiciones en que la empresa auspiciante ha venido laborando en forma tradicional.

El informe del Estado de Pérdidas y Ganancias se detallan en el anexo 5.1. en donde se puede observar detalladamente los cálculos realizados para obtener la utilidad y el costo por caja.

INGRESOS DEL PROCESO ACTUAL

Los ingresos actualmente se definen en función de la capacidad de producción y ventas. La producción depende de la fase de batido, bajo el esquema actual la producción no es estable, ya que está en función de varios factores:

- Temperatura ambiental**
- Temperatura de batido, no es constante pues es manual.**
- Porcentajes de ingredientes, no es controlado.**

Se ha logrado obtener un batch de hasta 3100 pastillas de turrón para un total de igual número de bombones bañados en chocolate, para una producción de 144 Cajas de 20 unidades cada una, con un peso

aproximado neto de 200 g/caja. Igualmente, se ha dado batch con una producción entre las 70 y 80 cajas.

Por lo tanto es prudente estimar una producción estandarizada de 100 Cajas de 20 bombones cada una, que corresponden al 70% de la capacidad máxima.

Los ingresos se resumen en la siguiente tabla.

	CAJAS (unid)	PRECIO (USD)
Ingreso Máximo	144	432
Ingreso Estándar Diario	100	300
Ingreso Estándar Mensual	2000	6000

TABLA 42. INGRESOS PROCESO ACTUAL

COSTOS Y GASTOS DEL PROCESO ACTUAL

- COSTOS DE PRODUCCIÓN

Están compuestos por Costos Directos y Gastos Indirectos de Fabricación. Los Costos Directos están formados por Mano de Obra Directa y Materiales. En la tabla 43, se resume los datos obtenidos de los mencionados ítem.

COSTO DE PRODUCCION	3.338,60
Mano de Obra	1.190,00
Materiales Directos	1.892,10
Gastos Indirectos de Fabricación	256,50

TABLA 43. COSTOS PRODUCCIÓN PROCESO ACTUAL

En lo referente a mano de obra directa (mod), siendo la empresa auspiciante de carácter familiar, en la producción se involucran en forma directa sus miembros, contratándose mano de obra foránea en forma complementaria en cada fase.

Sin embargo en función de la presente Tesis de Grado se ha procedido a cotizar la mano de obra en forma independiente al hecho de ser miembro familiar, con un valor de US \$ 180 mensuales por carga laboral conforme detalle en el Anexo 5.1, excepción que se realiza al armado de cajas, por cuyo trabajo se contrata a razón 10 centavos de dólar la unidad.

- GASTOS DE GESTION

Los gastos están formados por la suma de gastos financieros, gastos administrativos y gastos de ventas, los valores obtenidos se encuentran en la tabla 44.

GASTOS DE GESTION	718,64
Gastos Administrativos	478,64
Gastos Financieros y Ventas	240,00

TABLA 44. GASTOS DE GESTION DEL PROCESO ACTUAL

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS DEL PROCESO ACTUAL

Según el anexo 5.1 se obtiene que la utilidad en ventas es US \$1.942,76, de lo cual se resta el 15% de utilidad a trabajadores, del saldo se resta el 25% de impuesto a la renta y del saldo se resta el 10 % de reserva estatutarias, por lo tanto la utilidad disponible es de US \$1.044,23 mensuales, para una producción de 2000 cajas al mes. El costo por caja mediante el proceso actual es de US \$ 2.03.

5.2. ESTUDIO ECONOMICO DEL PROCESO ACTUAL MEJORADO

Se refiere a un proceso que ha tenido mejoras en cuanto a disminución de tiempos de trabajo y reducción de mano de obra, se logra obtener un producto uniforme y de mejor aceptación por parte de los clientes. Se establece una receta estándar que será controlada durante el proceso (anexo 5.2.), la receta es la siguiente:

TURRON	
Miel	26,00%
Maní	40,00%
Azúcar	25,00%
Glucosa	4,00%
Albúmina	5,00%
CHOCOLATE	
Chocolate Negro	36,00%
Chocolate Blanco	56,00%
Manteca de cacao	8,00%

TABLA 45. RECETA DEL PRODUCTO MEJORADO

Se establece la necesidad de nuevas inversiones en equipos y mejora de los existentes por un valor aproximado de US \$ 5.500, con el consiguiente ahorro de mano de obra en los respectivos procesos (tabla 46).

PROCESO	ANTERIOR	MEJORADO	SEMI-INDUSTRIAL
	h/hombre	h/hombre	h/hombre
Batido y Corte	12	4	4
Enchocolatado	16	16	4
Envoltura	8	8	12
Empacado Cajas	8	8	8
TOTAL MOD	44	36	28

TABLA 46. RESULTADO COMPARATIVO DE USO DE MANO DE OBRA

Con una producción de 100 cajas diarias se asegura una posición holgada de trabajo, lo cual corresponde al 70% de la capacidad instalada por parada.

Cabe señalar, sin embargo que de ser necesario incrementar la producción, en el presente caso es factible toda vez que se han solucionado tres cuellos de botella, el batido y corte de turrón, y el

reproceso. Bastaría con incrementar personal en la envoltura de los bombones.

INGRESOS DEL PROCESO ACTUAL MEJORADO

Se produce 2000 cajas mensuales que equivale a US \$ 6000 de ingresos, como se detalla en la tabla 47.

	CAJAS (unid)	PRECIO (USD)
Ingreso Máximo	144	432
Ingreso Estándar Diario	100	300
Ingreso Estándar Mensual	2000	6000

TABLA 47. INGRESOS PROCESO MEJORADO

COSTOS Y GASTOS DEL PROCESO ACTUAL MEJORADO

En la tabla 48, se resume los costos de producción del proceso mejorado, la mano de obra disminuye en 15%, los materiales directos se mantienen, y los gastos indirectos de fabricación aumentan en 30,8%, debido al aumento del gasto por depreciación de equipos.

COSTO DE PRODUCCION	3.242,95
Mano de Obra	1.010,00
Materiales Directos	1.897,35
Gastos Indirectos de Fabricación	335,59

TABLA 48. COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL PROCESO MEJORADO

Los gastos de gestión se mantienen con el mismo valor que el proceso actual.

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS DEL PROCESO ACTUAL MEJORADO

Según el anexo 5.2 se obtiene que la utilidad en ventas es US \$1.996,01, de lo cual se resta el 15% de utilidad a trabajadores, del saldo se resta el 25% de impuesto a la renta y del saldo se resta el 10 % de reserva estatutarias, por lo tanto la utilidad disponible es de US \$1.072,85 mensuales, para una producción de 2000 cajas al mes. El costo por caja mediante el proceso actual es de US \$ 2.00.

5.3. ESTUDIO ECONOMICO DEL PROCESO SEMI-AUTOMATICO

Esta última parte se presenta como un desarrollo lógico de los planteamientos y es el fruto de la serie de experimentos en busca de una calidad superior del producto, que permita su competitividad en el mercado interno y especialmente su colocación en el mercado externo.

Esta alternativa propone el aumento en la capacidad de producción, 350 cajas diarias, para lo cual se requiere una inversión en equipos

en el orden de US \$ 27.050,00. El detalle de los equipos se encuentra en la tabla 40 del capítulo 4.

Bajo este esquema la capacidad instalada podrá superar el procesamiento diario sobre los 70 Kg. De las materias primas, se mantiene la misma receta ya mejorada descrita en la tabla 44.

INGRESOS DEL PROCESO SEMI-AUTOMATICO

Mensualmente, se produce 7.000 cajas, que equivale al 70% de la producción máxima instalada. Los ingresos por ventas ascienden a US \$ 21.000 mensuales.

	CAJAS (unid)	PRECIO (USD)
Ingreso Máximo	500	1.500
Ingreso Estándar Diario	350	1.050
Ingreso Estándar Mensual	7.000	21.000

TABLA 49. INGRESOS PROCESO MEJORADO SEMI-INDUSTRIAL

COSTOS Y GASTOS DEL PROCESO SEMI-AUTOMATICO

En la tabla 50, se detallan los costos de producción del proceso semi-industrial, en donde la mano de obra se mantiene baja, los

materiales directos y los gastos indirectos de fabricación aumentan por el incremento en la producción y la depreciación de los equipos.

COSTO DE PRODUCCION	8.493,18
Mano de Obra	830,00
Materiales Directos	6.914,24
Gastos Indirectos de Fabricación	748,94

TABLA 50. COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL PROCESO
SEMI-INDUSTRIAL

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS DEL PROCESO SEMI-AUTOMATICO

Según el anexo 5.3 se obtiene que la utilidad en ventas es US \$ 9.958,29, de lo cual se resta el 15% de utilidad a trabajadores, del saldo se resta el 25% de impuesto a la renta y del saldo se resta el 10 % de reserva estatutarias, por lo tanto la utilidad disponible es de US \$5.352,58 mensuales, para una producción de 7000 cajas al mes. El costo por caja mediante el proceso actual es de US \$ 1.58.

CUADRO RESUMEN			TRADICIONAL		MEJORADA		SEMI-AUTOMAT	
			MES	UNITARIA	MES	UNITARIA	MES	UNITARIA
UTILIDAD EN VENTAS			1,942.76			1,996.01		9,9
Utilidad a trabajadores	15%		291.41		299.40		1,493.74	
Impuesto Renta	25%		412.84		424.15		2,116.14	
Reservas Estatutarias	10%		194.28		199.60		995.83	
UTILIDAD DISPONIBLE			1,044.23		1,072.85		5,352.58	
COSTOS DIRECTOS	CP	MPD + MOD	3,082.10	1.54	2,907.35	1.45	7,744.24	
COSTO PRODUCCION	CD	CP + GIF	3,338.60	1.67	3,242.95	1.62	8,493.18	
MANO DE OBRA DIRECTA	MOD							
MATERIAS PRIMAS DIRECTAS	MPD							
GASTOS INDIRECTOS DE FABRICACION	GIF							
GASTOS DE GESTION	GG	GA +GV+GF	718.64	0.36	761.04	0.38	2,548.53	
GASTO ADMINISTRACION	GA							
GASTO FINANCIERO	GF							
GASTO VENTAS	GV							
VENTAS	V		6,000.00	3.00	6,000.00	3.00	21,000.00	
COSTOS Y GASTOS	CG	CD + GG	4,057.24	2.03	4,003.99	2.00	11,041.71	
UTILIDAD EN VENTAS	UV		1,942.76	0.97	1,996.01	1.00	9,958.29	
UTILIDAD DISPONIBLE	UD		1,044.23	0.52	1,072.85	0.54	5,352.58	

TABLA 51. CUADRO ECONÓMICO COMPARATIVO

CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. A partir de la experiencia y conocimiento de los procedimientos de fabricación y el análisis detallado del proceso se ha podido identificar los puntos críticos que causaban la mayor cantidad de problemas, como son: reproceso, pérdidas de tiempo y desperdicios; por lo que se ha podido plantear soluciones que reducen estos valores al mínimo. De esta forma se ha tecnificado el proceso, para obtener un producto estándar y con buena presentación.
2. Al aumentar la capacidad de producción se puede reducir los costos de mano de obra, materiales directos e indirectos, lo cual permite obtener un costo más bajo por unidad.

3. Se redujo el reproceso, del 82% al 5%, mediante la implementación del baño de chocolate.
4. Actualmente, la capa de chocolate representa el 58% mediante el uso de moldes, lo cual es excesivo para un “chocolate con relleno”; por lo que al sustituir este método por el baño de chocolate, se logra obtener una capa de chocolate de 30-35%. Por lo tanto, se ahorra 58% de chocolate, y para contrarrestar esta pérdida de peso, se aumentó en 60% la cantidad de turrón, que en cuanto a costos es un cambio conveniente.
5. Mediante la adición del jarabe de sacarosa (10%) al final de la cocción del turrón, se disminuyó en 28% el tiempo de proceso en esta etapa, es decir de 90 minutos a 65 minutos.
6. Mediante la implementación del templado y el cambio de materia prima, de cobertura con sabor a chocolate (manteca vegetal) a la cobertura de chocolate (manteca de cacao), se obtiene un producto de mejor sabor y presentación, y que ha tenido una mejor aceptación en el mercado.
7. Para mejorar y controlar la falta de uniformidad en el producto final, se realizó la reformulación del producto, en donde se cambió las recetas

del turrón y del chocolate, estos cambios se realizaron bajo la aprobación de los clientes más representativos del producto.

8. Se introdujo el uso de glucosa en la receta del turrón, lo cual le reduce el poder edulcorante al producto, haciéndolo así menos dulce.

9. Al cambiar del tipo de cobertura, se trato de hacer un cambio no perceptible mediante la elección de un perfil con la misma intensidad de sabor. Esto se logró controlando el contenido lácteo de la cobertura de chocolate, a través del análisis sensorial por jueces entrenados se obtuvo que la cobertura de chocolate debía tener 14% de contenido lácteo.

10. Mediante los cálculos del consumo de combustible, se pudo determinar la cantidad de calor necesaria para los procesos, y de acuerdo a estos valores se escogió el tipo de energía más adecuado. Por ejemplo, en el temperado del chocolate del proceso mejorado, se obtuvo que el calor que se requiere no es muy elevado, por lo que una resistencia eléctrica era suficiente para lograr el calentamiento.

11. Para mejorar el proceso en los puntos mencionados anteriormente, se estableció dos tipos de tecnologías:

- a. Proceso Mejorado, implica una inversión de 6670 USD, en equipos de proceso y auxiliares. Para una producción de 100 cajas diarias y 2000 mensuales.
- b. Proceso Semi-Industrial, se ha planteado esta tecnología para poder responder a un posible aumento en la demanda del producto, se puede cubrir hasta 10.000 cajas mensuales. Para esto, se requiere de una inversión en equipos de 27050 USD, para una producción de 350 cajas diarias (70% de capacidad de producción).

12. Con el proceso mejorado se logra un costo por caja de 2.00 USD, no hay diferencia significativa con el proceso actual pero si mejora la calidad del producto. Se obtiene una utilidad disponible mensual de 1.070 USD. Se reduce el costo de mano de obra en 18%.

13. Mediante el proceso semi-industrial, se obtiene un costo por caja de 1.58 USD, 22% menos que el proceso actual. Se reduce la mano de obra en 36% comparado con el proceso actual. Además se obtiene una utilidad disponible mensual de 5.350 USD.

1. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda diversificar la presentación del producto, mediante la utilización de los equipos disponibles se puede fabricar turrónes con diferentes nueces, como almendra, nuez, macadamia; además se podría aprovechar el baño de chocolate, para obtener frutas deshidratadas, galletas, marshmallows, nueces, etc.. bañadas en chocolate.
2. El tema de la calidad microbiológica o sanitaria del proceso, no se abarco en este estudio porque está fuera del ámbito de la Tesis. Sin embargo, es un área de importancia que puede ser analizada más adelante como otro tema de Tesis.
3. Al producir turrón de miel de abeja sin recubrimiento de chocolate, se debe utilizar un empaque que sea impermeable al agua, como por ejemplo, de polipropileno bio-orientado. Esto se debe a que es turrón es altamente higroscópico.
4. Se debe controlar el enfriamiento del chocolate, especialmente la temperatura del cuarto de almacenamiento, mediante el uso de la carta higrométrica (anexo 2.5), para evitar que se humedezca la superficie del producto.