

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

Diseño de una línea de producción de jabón de tocador en barra
con extracto de canela en pequeña empresa

Trabajo de graduación presentado por Natalia Sandoval Cáceres para optar al grado de
Licenciatura en Ingeniería Química

Guatemala
2005

Diseño de una línea de producción de jabón de tocador en barra
con extracto de canela en pequeña empresa

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

Diseño de una línea de producción de jabón de tocador en barra
con extracto de canela en pequeña empresa

Trabajo de graduación presentado por Natalia Sandoval Cáceres para optar al grado de
Licenciatura en Ingeniería Química

Guatemala
2005

RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo es diseñar una línea de producción de jabón de tocador en barra con extracto de canela en pequeña empresa, tomando como base una producción de 1,500 barras por día, de 100 g cada una.

Para lograr este objetivo se realizó un estudio sobre dos métodos utilizados (saponificación de grasas y aceites neutros y neutralización de ácidos grasos) para la fabricación de jabón de tocador en barra, estableciendo así cual es el más conveniente. La selección del método se evaluó en base a un estudio técnico y económico.

Se encontró que el método más conveniente es la saponificación de grasas y aceites, ya que la materia prima tiene un costo mucho más bajo y además se tiene como subproducto glicerina, la cual, no solo se utiliza en el proceso, si no que también puede venderse el excedente a un buen precio.

Establecido el método más conveniente se realizó el diseño de la línea de producción de jabón de tocador en barra la cual se puede observar en la sección de resultados.

ABSTRACT

The main purpose of this project is to design the line of production of toilet bar soap with cinnamon extract at a small business level, with a production of 1,500 soaps bars per day, each of 100 g.

Studies were made on the two methods (saponification of fats and neutral oils, and neutralization of fatty acids) used to be able to manufacture the toilet soap and for deciding which one was the most convenient for it. Method selection was evaluated based on an economic and technical study.

The more convenient method was the saponification of oils and fats, because the raw material price is lower and glycerin is obtained as a subproduct which is both used in the process and may be sold its surplus at a good price.

By establishing the more convenient method the design of the production line of toilet bar soap was made as shown in the results section.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE ILUSTRACIONES	x
Capítulos	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES	2
A. Jabón.....	2
B. Materias primas	3
C. Análisis de materias primas.....	4
D. Fabricación de jabón	5
E. Proceso de fabricación de jabón por medio de saponificación de grasas y aceites neutros.....	6
F. Proceso de fabricación de jabón por medio de la neutralización de ácidos grasos	8
G. Acción del agua dura sobre el jabón	8
H. Aceites esenciales.....	9
I. Canela.....	10
J. Normas para la fabricación de jabón	10
III. JUSTIFICACIÓN.....	12
IV. OBJETIVOS.....	13
A. General.....	13
B. Específicos.....	13
V. PROBLEMA A RESOLVER.....	14

VI.	METODOLOGÍA	15
VII.	RESULTADOS	16
A.	Formulación	16
B.	Maquinaria y equipo.....	17
C.	Especificaciones de la barra de jabón.....	24
D.	Análisis económico	24
E.	Diseño de la planta	25
VIII.	DISCUSIÓN.....	27
A.	Comparación de los métodos.....	27
B.	Fórmula utilizada	28
C.	Maquinaria y equipo.....	29
D.	Análisis de la inversión	30
IX.	CONCLUSIONES.....	31
X.	RECOMENDACIONES	32
XI.	BIBLIOGRAFÍA.....	33
XII.	APÉNDICE	34
A.	Análisis de mercado	34
B.	Pruebas experimentales	37
C.	Formulación	38
D.	Empaque.....	41
E.	Maquinaria y equipo.....	41
F.	Proceso.....	44
G.	Personal requerido en el proceso	52
H.	Costo energético	53
I.	Costo de producción.....	54
J.	Diseño de la planta	54
K.	Análisis de viabilidad económica	56

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Propiedades fisicoquímicas del aceite esencial de canela	10
2. Requisitos que debe cumplir el jabón para baño en pastillas	11
3. Materia prima necesaria para la producción de un lote (150 kg/día)	16
4. Dimensiones de tanques.....	17
5. Dimensiones de reactor.....	18
6. Mezclador	19
7. Molino de rodillos.....	20
8. Extrusor.....	21
9. Cortadora.....	22
10. Troqueladora	23
11. Especificaciones de la barra de jabón	24
12. Análisis económico	24
13. Formulación inicial para la producción de 150 kg de jabón al día por medio de la neutralización de ácidos grasos	38
14. Formulación inicial para la producción de 150 kg de jabón al día por medio de la saponificación de grasas y aceites	39
15. Formulación seleccionada para la producción de 150 kg de jabón al día por medio de la neutralización de ácidos grasos	39
16. Formulación seleccionada para la producción de 150 kg de jabón al día por medio de la saponificación de grasas y aceites.....	40
17. Calidad del jabón	40
18. Condiciones de reacción	41
19. Material de empaque	41
20. Equipo y maquinaria	42
21. Generalidades del proceso.....	44
22. Personal requerido para la línea	52
23. Pago por horas extras	53
24. Prestaciones laborales	53
25. Costo energético por lote	53

26. Costos de producción anual, mensual, por lote y por barra.....	54
27. Inversión inicial en oficinas administrativas y ventas	56
28. Inversión inicial en área de recursos humanos	57
29. Inversión inicial en bodega de materia prima	57
30. Inversión inicial en área de producción.....	58
31. Inversión inicial en control de calidad	58
32. Inversión inicial en bodega de producto terminado	59
33. Inversión inicial en departamento de mantenimiento.....	59
34. Inversión inicial en comedor.....	60
35. Inversión inicial en baños y vestidores	60
36. Inversión inicial en vehículos.....	60
37. Otras inversiones iniciales.....	61
38. Inversión inicial total	61
39. Costos fijos en oficinas administrativas y ventas	62
40. Costos fijos en área de recursos humanos	62
41. Costos fijos en bodega de materia prima	63
42. Costos fijos en área de producción.....	63
43. Costos fijos en área de comedor.....	63
44. Costos fijos en baños y vestidores	64
45. Otros costos fijos.....	64
46. Costos fijos de vehículos.....	65
47. Costos fijos anuales.....	65
48. Costos variables	66
49. Depreciación de inversión inicial del año 1 al 4	67
50. Depreciación de la inversión inicial del año 5 al 8.....	69
51. Especificaciones de la inversión	71
52. Flujo de caja del año 1 al 5.....	72
53. Flujo de caja del año 6 al 10.....	73
54. Tasa Interna de Retorno (TIR)	73
55. Valor Actual Neto (VAN).....	74

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración	Página
1. Formula química de una molécula típica de jabón.....	2
2. Interacción grasa-jabón	3
3. Tanques.....	17
4. Reactor.....	18
5. Mezclador.....	19
6. Molino de rodillos.....	20
7. Extrusor.....	21
8. Cortadora.....	22
9. Troqueladora.....	23
10. Diseño de la planta.....	25
11. Diseño de la línea de producción	26
12. Encuesta	34
13. Color del jabón.....	35
14. Forma de la barra de jabón.....	35
15. Intensidad del aroma en el jabón.....	36
16. Empaque de la barra.....	36
17. Precio de venta de una barra	37
18. Balance de masa.....	37
19. Diagrama de bloques.....	45
20. Diagrama de operaciones	48
21. Diagrama de actividades	49
22. Análisis del punto de equilibrio para la línea de producción de jabón de tocador en barra con extracto de canela en pequeña empresa	75
23. Acercamiento del punto de equilibrio	76

I. INTRODUCCIÓN

El jabón es la combinación de unos pocos ingredientes muy comunes: grasas y aceites, sosa cáustica y agua. Durante el proceso pueden incorporarse aditivos distintos para dar color, olor, textura o suavidad al producto, pero los ingredientes básicos siguen siendo los mismos desde hace cientos de años.

La mayor parte de los jabones se fabrican por uno de los dos métodos siguientes:

- Saponificación de grasas y aceites neutros.
- Neutralización de ácidos grasos.

El presente trabajo de graduación consiste en el diseño de una línea de producción de jabón de tocador en barra con extracto de canela, en nivel de pequeña empresa, por el método de saponificación de grasas y aceites, el cual fue seleccionado a través de un análisis técnico y económico, para que en el futuro dicho diseño pueda ser utilizado por alguna empresa interesada en la fabricación del producto.

La metodología para llevar a cabo este trabajo fue la siguiente: primero se hizo un análisis de mercado para determinar la oferta y demanda, así como características físicas del producto que se fabricara. Luego, tomando como base el análisis de mercado, se efectuó un estudio técnico y económico, determinando así qué método es el más favorable para la fabricación de jabón de tocador en barra, por último se realizó el diseño de la línea de fabricación de acuerdo al método escogido.

II. ANTECEDENTES

A. Jabón

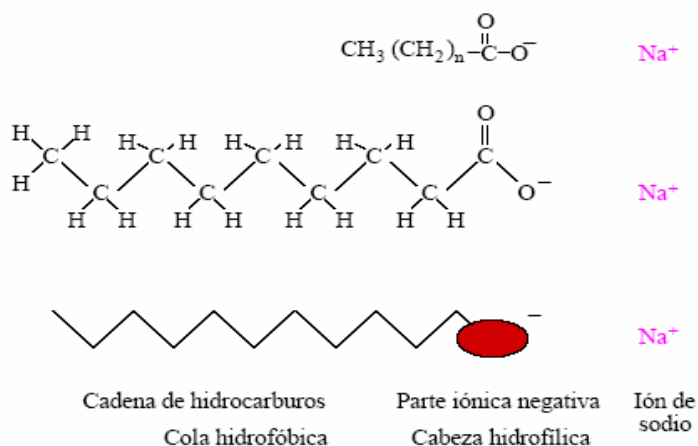
El jabón es el producto de la saponificación o neutralización de grasas animales o vegetales. Funciona como un agente limpiador por medio de un mecanismo de emulsificación (Telléz, 2002).

Un buen jabón debe limpiar suavemente la piel, quitando suciedad y el exceso de grasa que pueden tapar los poros de la piel. Los jabones logran esto por medio de un complejo mecanismo que involucra:

- La disminución de la tensión superficial del agua.
- La emulsificación del material graso.
- La dispersión de las partículas de suciedad por efecto de cargas eléctricas.

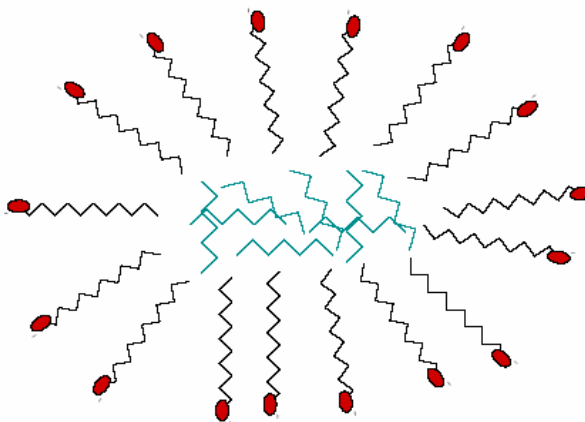
Las moléculas de jabón constan de dos partes: una cabeza y una cola. Cuando el jabón está en forma sólida, no disuelto, la cabeza tiene un ion sodio (Ilustración No. 1). Al disolverse en agua el ion sodio, cargado positivamente, se desprende. Quedando así la cabeza de la molécula de jabón cargada negativamente, esta tiende a disolverse muy bien en agua. Por el contrario, la cola de la molécula de jabón está compuesta de una cadena de hidrocarburos que es hidrofóbica. Una molécula con estas propiedades se le llama anfipática. Este comportamiento antagónico de las dos partes de la molécula de jabón hace que tenga su propiedad de agente de limpieza, ya que una grasa es poco soluble en agua, de ahí la dificultad para limpiarla solo con agua (Téllez, 2002).

Ilustración No. 1: Fórmula química de una molécula típica de jabón



Al agregar jabón en el agua, las colas (hidrofóbicas) de las moléculas de jabón van a rodear la grasa formando una especie de capa alrededor de ella, con las colas hacia la grasa y las cabezas hacia el agua (Ilustración No. 2), bajando la tensión superficial y formando suspensiones coloidales, que emulsifican los aceites y la suciedad, limpiando así la piel (Téllez, 2002).

Ilustración No. 2: Interacción grasa-jabón



La grasa representada en verde, se ve rodeada de las moléculas de jabón, con sus colas apuntando hacia la grasa y las cabezas hacia el agua.

B. Materias primas

En la fabricación de jabón, las propiedades físicas y químicas del producto dependen directamente de las materias primas utilizadas.

1. **Álcalis.** Para la fabricación de jabones sólidos (jabones de sodio) se utiliza el hidróxido de sodio como álcali saponificador o neutralizante. En la producción de jabón por medio de la saponificación de grasas y aceites, se emplea cloruro de sodio en grandes cantidades para precipitar el jabón de la solución en la lejía. Gran parte de la sal se recupera de la lejía y se vuelve a usar. Si se utiliza potasa cáustica se obtendrán jabones de potasio, que tienen consistencia líquida (Kirk & Othmer, 1962:781).

2. **Grasas y aceites.** Las propiedades del jabón están directamente relacionadas con los ácidos grasos de las grasas y aceites. Los ácidos grasos más convenientes en los jabones son el láurico, mirístico, palmítico y el oleico, que contienen de 12 a 18 carbonos. Estos ácidos, los cuales son ácidos saturados,

excepto el oleico, forman la mayor parte de la materia del sebo y del aceite de coco (Kirk & Othmer, 1962:781).

- Sebo: El sebo es la grasa que más se utiliza en la fabricación de jabones. Se obtiene derritiendo grasas de ganado, y se clasifica en comestible y no comestible. La mayor parte del sebo que se usa para jabones es no comestible.

- Grasa: La grasa o manteca ocupa el segundo lugar de importancia entre las materias grasas utilizadas para la fabricación de jabones. Raras veces se usa la grasa sola para la saponificación, por lo general se combina con el sebo para reducir ciertas propiedades inconvenientes para el jabón.

- Aceite de coco: El aceite de coco es el aceite vegetal más empleado en la producción de jabones de tocador. Se obtiene por expresión de la medula del coco seca. Es un aceite suave que contiene un elevado porcentaje de ácido láurico. Se saponifica fácilmente y produce un jabón blanco y firme. Por lo general se combina el aceite de coco con el sebo para formar un jabón de tocador de buena calidad, ya que la espuma del jabón de aceite de coco se forma más rápidamente y es muy voluminosa, y la espuma del jabón de sebo se forma más lentamente pero es muy estable.

Las grasas y aceites utilizados para la fabricación de jabón deben ser tratados previamente. Al ser recibidos en el área de almacenamiento, las grasas y aceites solidificados se funden por calentamiento y luego se almacenan. Estos tanques tiene el fondo de forma cónica para la sedimentación del exceso de humedad y de los materiales insolubles. Los tanques deben estar en lugares secos para evitar la hidrólisis.

- Refinación: La mayor parte de las grasas y aceites se refinan por medio de un álcali cáustico para mejorar la calidad del jabón que se producirá.

- Blanqueo: Luego de la refinación, la materia grasa se blanquea con una tierra adsorbente para producir un jabón de color claro. También pueden descolorarse por medio de blanqueo químico o mediante extracción con disolvente (Kirk & Othmer, 1962:781).

C. Análisis de materias primas

1. **Índice de saponificación.** El índice de saponificación indica la cantidad requerida de hidróxido de sodio (NaOH) para saponificar cierta cantidad de grasa neutra. El índice de saponificación se expresa como el número de miligramos de hidróxido de potasio (KOH, a base de 100%) necesarios para saponificar un gramo de grasa. El índice de saponificación se multiplica por el factor 0.715 para obtener el número necesarios de miligramos de NaOH (Montero, 2004).

2. **Índice de yodo.** El índice de yodo proporciona la cantidad de ácidos grasos no saturados presentes en las grasas (Montero, 2004).

3. **Índice de acidez.** El índice de acidez sirve para calcular el contenido de ácidos grasos libres. El resultado se da en función del número de miligramos de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar los ácidos libres que se encuentran en un gramo de grasa (Montero, 2004).

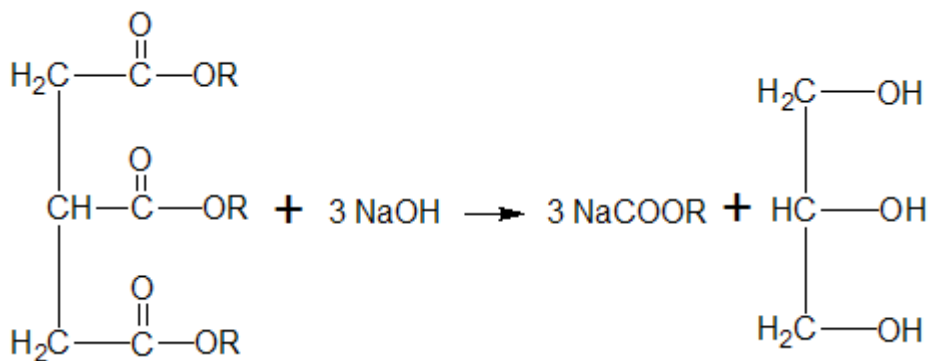
D. Fabricación de jabón

Los jabones se preparan por medio de una reacción química, llamada saponificación de aceites y grasas (Romo, 1996).

Los aceites vegetales, como el aceite de coco o de oliva, y las grasas animales, como el sebo, son ésteres de glicerina con ácidos grasos. Por eso, cuando son tratados con una base fuerte como sosa o potasa, se saponifican, es decir producen la sal del ácido graso conocida como jabón y liberan glicerina.

En el caso de que la saponificación se efectúe con sosa, se obtendrán los jabones de sodio, que son sólidos y ampliamente usados en el hogar. En caso de hacerlo con potasa, se obtendrán jabones de potasio, que tienen consistencia líquida, como se menciono anteriormente (Romo, 1996).

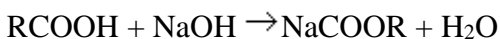
La reacción química que se efectúa en la fabricación de jabón se puede representar en forma general como sigue:



Aceites neutros + sosa → jabón de sodio + glicerina

La glicerina se aprovecha como subproducto. La cantidad necesaria de hidróxido de sodio se obtiene por medio del índice de saponificación.

En la neutralización de los ácidos grasos, la reacción química que se da es la siguiente:



Ácidos grasos + sosa → jabón de sodio + agua

En esta reacción no se forma glicerina.

E. Proceso de fabricación de jabón por medio de saponificación de grasas y aceites neutros

Para la saponificación se tratan los aceites y grasas con soluciones acuosas de álcalis cáusticos. Con esto se forma una solución de jabón más o menos concentrada, que se designa con el nombre de empaste de jabón. La saponificación es un proceso exotérmico, sin embargo, se verifica con adición de calor: por la aceleración que experimenta la reacción por el calor; y para poder obtener una solución homogénea de la viscosidad correspondiente (Ullmann, 1951:510).

La adición de la lejía a la grasa fundida que se encuentra en el tanque reactor no se verifica agregando de una vez la cantidad calculada, sino por partes. Primero se introduce en el tanque aproximadamente la tercera parte de la cantidad de álcali determinada para la completa saponificación con una fuerza de 10° a 8°Bé (que corresponde aproximadamente de 7 a 5% de NaOH, respectivamente) (Ullmann, 1951:510).

La grasa y la lejía son entonces mezcladas íntimamente, luego se forma una emulsión lechosa de grasa y lejía, la cual al continuar la reacción se convierte en una masa mas transparente de color oscuro. Antes de que la lejía añadida se haya consumido por completo, se continúa haciendo adiciones; si no se realiza esto a su debido tiempo, se presenta el desagradable fenómeno de espesamiento del jabón, es decir, que se forma un sistema emulsionado de aceite y agua semejante a la grasa consistente, en el cual el agua forma aparentemente la fase dispersa. Si ocurre este incidente, evitable por la presencia de un exceso suficiente de álcali, es sumamente difícil continuar trabajando la masa.

El segundo tercio de álcali puede ser agregado con una concentración mayor, puesto que la masa contiene ya agua suficiente, y en efecto, según la clase del aceite o de la grasa, se emplean lejías cuya concentración está comprendida entre 16° a 23°Bé (11 a 17 % de NaOH). Una vez que esta cantidad de lejía se haya consumido, se agrega el tercer tercio de álcali en forma de una lejía concentrada de 25 a 30°Bé. Tan pronto como se tiene la cantidad de álcali calculada por el índice de saponificación, se hace hervir, y de cuando en cuando, se toma una muestra con solución alcohólica de fenolftaleína para ver si todo el álcali añadido se ha consumido y hasta qué punto. Cuando ha terminado la saponificación debe la solución contener cierto exceso de sosa cáustica (0.2 a 0.3%); este exceso de álcali es absolutamente necesario para prevenir la hidrólisis del jabón y para evitar que el producto final salinizado se enrancie por la existencia de ácidos grasos divididos hidrolíticamente. A esta regulación definitiva de la alcalinidad, en la industria del jabón se le llama rectificación del jabón (Ullmann, 1951:510).

Cuando se utilizan grasas de empaste como la del aceite de coco y palmaste, se puede sin trabajar sin cuidado desde el principio con álcalis concentrados.

El proceso es, a grandes rasgos, el siguiente:

1. **Cocción.** Se coloca el aceite y la grasa en un tanque que es calentado mediante un serpentín perforado por el que se hace circular vapor. Cuando la grasa se ha fundido (aproximadamente a 70°C) o el aceite se ha calentado, se pasa a la saponificación.

2. **Saponificación.** Se agrega lentamente y con agitación una solución acuosa de sosa a las grasas y aceites, la agitación se continúa hasta obtener la saponificación total.

3. **Reposo y extracción de lejías.** Se agrega una solución de sal común para que el jabón se separe formando dos capas. La inferior es una solución acuosa de glicerina, impurezas y el exceso de sosa cáustica, esta solución se elimina para así dejar sólo la masa de jabón, la cual se encuentra en la capa superior. De la solución inferior se extrae la glicerina.

4. **Mezclado y adición de ingredientes finales.** El jabón cuajado que queda en el tanque se calienta nuevamente con agua y un poco de sosa cáustica para asegurar la completa saponificación. Luego se extrae la torta de jabón y se deposita todavía caliente en las maquinas mezcladoras donde se bate hasta dejar una pasta homogénea y de consistencia uniforme. Mientras se bate también se agregan perfumes, colorantes, preservantes (silicatos) y sustancias para neutralizar las aguas duras según la clase de jabón que se requiera.

5. **Enfriado.** De la mezcladora se pasa la pasta caliente a los moldes donde se solidifica por enfriamiento.

6. **Corte.** Cuando se ha solidificado la pasta se quitan las paredes de los moldes, quedando los bloques de jabón. Luego estos bloques son cortados.

7. **Prensado y troquelado.** Las barras son sometidas a la acción de una prensa que les da el acabado y luego pasan a una troqueladora para poner la marca y forma final. Una vez terminado el jabón se procede al empaclado.

F. Proceso de fabricación de jabón por medio de la neutralización de ácidos grasos

Mucho más sencilla es la saponificación de ácidos grasos que la de grasas neutras. Estos son rápidamente transformados en sales de ácidos grasos no sólo para la lejía de álcali cáustica, sino también por las soluciones de carbonatos alcalinos. Desviándose del método anteriormente descrito, se introduce

primero en el tanque las soluciones alcalinas, dejando correr poco a poco los ácidos grasos fundidos en un chorro fino, con agitación. Si se hiciera al revés, sobrevendría una formación de grumos que haría imposible la neutralización uniforme de los ácidos grasos existentes. La lejía de álcali cáustico se utiliza con una concertación aproximadamente de 20 a 25°Bé si se trabaja a fuego directo, si se emplea vapor libre con una fuerza de 30 a 35° Bé. En prevención de una fuerte subida de la masa, el tanque debe tener un volumen una o dos veces mayor que el de la cantidad de grasa. Como los ácidos grasos industriales contienen siempre grasas neutras, es todavía necesario saponificar por completo la grasa neutra que todavía se encuentra en el jabón, por la adición de lejía de sosa cáustica (Ullmann, 1951:510).

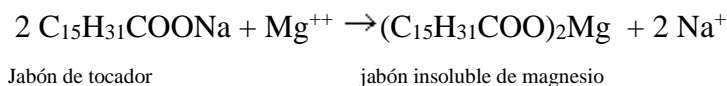
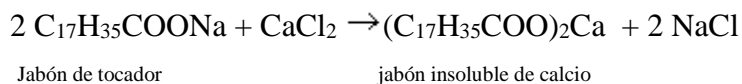
El proceso es básicamente el siguiente:

1. **Calentamiento.** Se calientan (por separado) cantidades proporcionales de ácidos grasos y de solución de sosa cáustica.
2. **Mezclado.** Gradualmente se mezclan los ácidos grasos y la solución de sosa cáustica calientes, en un mezclador a alta velocidad para que se dé la reacción de neutralización.
3. **Descarga de jabón.** El jabón producido se descarga en un tanque que es mantenido en agitación. Se agrega en el tanque una solución concentrada de sal común para producir jabón limpio con el deseado contenido de electrolitos.
 - El proceso continúa igual que por el método de saponificación de grasas y aceites neutros.

G. Acción del agua dura sobre el jabón

Cuando el agua que se usa para el baño contiene sales de calcio u otros metales, como magnesio o hierro, se le llama agua dura (Romo, 1996).

Este tipo de agua no disuelve bien el jabón. Esto ocurre ya que el jabón reacciona con las sales disueltas en el agua y, como consecuencia, produce jabones insolubles, de acuerdo con las siguientes reacciones:



Por tanto, cuando se utilizan aguas duras, la cantidad de jabón que se necesita usar es mucho mayor, ya que gran cantidad de éste se gasta en la formación de sales insolubles. Como consecuencia de ello, el jabón no produce espuma hasta que todas las sales de calcio o magnesio se han gastado produciendo una sustancia insoluble (Romo, 1996).

H. Aceites esenciales

Los aceites esenciales se pueden definir como una sustancia odorífera de naturaleza oleosa, obtenida casi exclusivamente de fuentes vegetales, generalmente a temperaturas ordinarias son líquidos y volátiles sin descomposición. Se encuentran situados en distintas partes de las plantas (cavidades, células, flores, hojas, canales secretores, etc.), y están conformados por sustancias orgánicas como alcoholes, aldehídos, ésteres, etc.

Los órganos que los contienen pueden ser diferentes dependiendo de la planta que se trate. Por ejemplo en la raíz y rizomas encontramos los de vetiver y jengibre; en el fruto los del anís, hinojo y enebro; en la semilla la mostaza; en la corteza la canela; en el leño el alcanfor y sazafrán; en las flores la manzanilla y rosas; en las hojas el eucalipto, menta y laurel (Kirk & Othmer, 1962:781).

En las plantas los aceites esenciales cumplen distintas funciones como:

- Agente polinizador
- Defensa contra parásitos, insectos y animales
- Forma parte de las sustancias de reserva.

Por lo general los aceites esenciales se obtienen por medio de destilación con arrastre de vapor. A temperatura ambiente se caracterizan por ser incoloros o amarillentos, insolubles en agua pero solubles en disolventes orgánicos y no polares. Su densidad suele ser inferior a la del agua, excepto los aceites de canela, clavo de olor y sazafrán.

Las características organolépticas de los aceites esenciales pueden estar dadas por los componentes mayoritarios, aunque en algunos casos los componentes presentes en mínimas cantidades definen el sabor, olor y propiedades terapéuticas.

I. Canela

El aceite esencial de canela se obtiene destilando con vapor de agua la corteza interna (seca) de las ramas del *Cinnamomum Zeylanicum*, de donde se obtiene un rendimiento de aproximadamente 0.25%. El árbol

de canela crece en distintas zonas tropicales, en partes de la India, China, Madagascar, Brasil y en el Caribe (Kirk & Othmer, 1962:493).

Cuadro No. 1: Propiedades fisicoquímicas del aceite esencial de canela

Color	Amarillo claro
Sabor	Picante y dulce
Gravedad específica a 15°C	1.023 a 1.040
Índice de refracción a 20°C	1.581 a 1.591
Contenido de aldehído cinámico	65 a 70%
Contenido de eugenol	4 a 10%
Solubilidad	Soluble en 2 a 3 volúmenes de 70% alcohol

(Guenther, 1950:375)

Se piensa que distintos terpenoides presentes en el aceite volátil son los responsables de los efectos medicinales de la canela. Entre los más importantes de estos compuestos están el eugenol y el aldehído cinámico. El aldehído cinámico y los vapores del aceite de canela son potentes antisépticos. También se piensa que la canela tiene efecto antiespasmódico (Guenther, 1950:375).

El aceite esencial de canela es utilizado en productos cosméticos como aromatizante, astringente, antibacterial y antimicótico.

J. Normas para la fabricación de jabón

Las normas COGUANOR NGO 30 016 especifican las características que debe tener un jabón de tocador.

1. El jabón deberá ser homogéneo, suave y deberá tener buenas propiedades espumantes y de limpieza.
2. El producto podrá colorearse con la condición de que el color sea uniforme y no cambie durante el almacenamiento a temperatura ambiente, cuando se almacena en condiciones adecuadas en su envase primario original.

3. El producto deberá producir espuma fácilmente cuando se ensaye en agua regulada a temperatura ambiente y con una dureza de 200 mg/Kg.

4. El producto podrá perfumarse y en su estado sólido o bien, cuando se disuelva en agua caliente deberá poseer un olor fresco agradable.

5. Al almacenar el producto en su envase primario original a temperatura ambiente durante seis meses y en condiciones adecuadas de almacenamiento, no deberá desarrollar olores desagradables y, si es perfumada, no deberá variar su fragancia.

6. El jabón para baño en pastillas deberá cumplir con los requisitos indicados en el Cuadro No. 2.

Cuadro No. 2: Requisitos que debe cumplir el jabón para baño en pastillas

CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS
Contenido total de grasa en el jabón como se recibe en porcentaje en masa, mínimo	76.00
Resina, (Colofonia o trementina) expresada como ácido de resina, en porcentaje en masa respecto a la materia grasa total, máximo	3.00
Materia grasa insaponificada, en porcentaje en masa, máximo	1.00
Materia grasa insaponificada mas materia insaponificable, en porcentaje en masa, máximo	1.25
Materia insoluble en alcohol, en porcentaje en masa, máximo	2.75
Cloruros, expresados como cloruro de sodio, en porcentaje en masa, máximo	0.80
Ácido libre, expresado como ácido oleico, en porcentaje en masa, máximo	0.30
Álcali libre expresado como hidróxido de sodio, en porcentaje en masa, máximo	0.05

(Fuente: Normas COGUANOR NG 30 016)

III. JUSTIFICACIÓN

Hasta ahora los trabajos realizados sobre el diseño de líneas de producción de jabón de tocador en barra no han tomado en cuenta análisis técnicos y económicos para definir qué método es el más apropiado para la fabricación de dicho producto. Por lo tanto, el presente trabajo de graduación aportará además de un análisis de factibilidad técnico y económico, el diseño de una línea de producción de jabón de tocador en barra, en nivel de pequeña empresa para el método más conveniente.

Por otra parte, actualmente en la industria guatemalteca no existe ninguna empresa que se dedique a la elaboración de un jabón de tocador fabricado con extracto de canela, por lo que se lograría ocupar un espacio del mercado que no es captado por ninguna otra empresa guatemalteca.

IV. OBJETIVOS

A. General

1. Desarrollo del diseño de una línea de producción y diagrama de distribución de equipo y maquinaria para la fabricación de jabón de tocador en barra utilizando extracto de canela, como aromatizante, en pequeña empresa.

B. Específicos

1. Desarrollo de una fórmula para la fabricación del jabón de tocador con extracto de canela, para los dos métodos básicos de producción de jabón (saponificación de grasas y aceites neutros; y neutralización de ácidos grasos).

2. Análisis de mercado para determinar la oferta y demanda del jabón de tocador en barra con extracto de canela.

3. Selección de la maquinaria y equipo necesarios para el proceso de fabricación de jabón de tocador en barra, para los dos métodos, con base al análisis de mercado.

4. Evaluación económica de la producción de jabón de tocador con extracto de canela; para cada uno de los dos métodos de fabricación de jabón.

5. Determinación del método más conveniente para la producción de jabón de tocador en barra con base al análisis técnico y económico.

6. Desarrollo del diagrama de distribución de la línea de producción de jabón de tocador en barra con extracto de canela.

V. PROBLEMA A RESOLVER

Actualmente en la industria guatemalteca no existe ninguna empresa que se dedique a la elaboración de jabón de tocador en barra fabricado con extracto de canela.

VI. METODOLOGÍA

A. Realización de un estudio de mercado para determinar la oferta y demanda del jabón de tocador en barra con extracto de canela. En esta etapa se realizarán encuestas a un número representativo de la población de consumidores de jabón de tocador, para así determinar el nivel de aceptación, características del producto y el número de consumidores potenciales del producto.

B. Determinación de la formula que se utilizará en cada uno de los dos métodos. En esta etapa se preparan distintas formulaciones de jabón de tocador en barra con extracto de canela, con base a las características físicas determinadas en el análisis de mercado. Además, se buscarán los proveedores de la materia prima necesaria.

C. Determinación de las condiciones de operación. Se establecerán las condiciones a las cuales se realizará la producción.

D. Diseño y selección de equipo y maquinaria. En esta etapa se determina el tamaño del equipo que se utilizará de acuerdo con la producción de la línea en pequeña empresa. También se establecerá qué equipo y maquinaria son los más adecuados de acuerdo con los requerimientos de cada etapa del proceso.

E. Elaboración de análisis de factibilidad técnica y económica para la producción de jabón de tocador. En esta etapa se cotizarán los equipos de producción en el mercado que cumplan con las condiciones previamente establecidas y se tomaran decisión de los mismos. Con estos datos reales se realizará un análisis económico de los costos de equipo y operación, y costo del producto terminado para cada uno de los métodos.

F. Selección del método más apropiado para la fabricación de jabón de tocador en barra, con base al análisis de factibilidad técnico y económico.

G. Diseño de línea de producción de jabón de tocador en barra con extracto de canela, del método seleccionado. Se presentara el diagrama del equipo previamente diseñado y seleccionado.

VII. RESULTADOS

A. Formulación

Cuadro No. 3: Materia prima necesaria para la producción de un lote (150 kg/día)

MATERIA PRIMA	kg	COSTO/kg (Q)	COSTO (Q)
Sebo	68.74	10.00	687.42
Aceite de coco	23.38	22.70	530.76
NaOH	9.91	9.00	89.17
KOH	3.65	14.00	51.08
Glicerina	13.30	23.00	305.89
Almidón de maíz	6.18	9.00	55.62
Aceite de canela	1.33	40.00	53.27
Agua para álcalis	28.06	0.39	0.39
Agua para salmuera	231.91		
Sal	53.34	1.50	80.01
TOTAL	439.80	129.59	1,853.62

B. Maquinaria y equipo

1. Tanques

Ilustración No. 3: Tanques



Cuadro No. 4: Dimensiones de tanques

	Díámetro (m)	Altura (m)	Volumen (m ³)
Tanque para aceite y sebo	0.56	0.45	0.11
Tanque para solución de álcalis	0.34	0.45	0.04
Tanque para salmuera	0.73	0.70	0.30
Material	Acero Inoxidable 304		

2. Reactor

Ilustración No. 4: Reactor

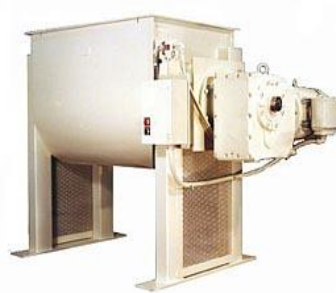


Cuadro No. 5: Dimensiones de reactor

	Diámetro (m)	Altura (m)	Volumen (m ³)
Tanque reactor	0.85	0.80	0.45
Potencia	5 kW (6.7 hp)		
Voltaje utilizado	220 V		
Material	Acero inoxidable 304		

3. Mezclador

Ilustración No. 5: Mezclador



Cuadro No. 6: Mezclador

MEZCLADOR SIGMA MODELO MA-200			
Especificaciones			
Dimensiones	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)
	1.22	0.76	1.24
Potencia del motor	5.6 kW (7.5 hp)		
Voltaje utilizado	220 V		
Corriente utilizada	60 Hz		
Material	Acero al carbón y acero inoxidable 304		

4. Molino de rodillos

Ilustración No. 6: Molino de rodillos



Cuadro No. 7: Molino de rodillos

MOLINO DE RODILLOS SIGMA MODELO RM-4			
Especificaciones			
Dimensiones	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)
	0.71	0.41	0.56
Velocidad de rodillos	Primero (rpm)	Segundo (rpm)	Tercero (rpm)
	153	119	92
Tamaño de los rodillos	Largo (m)	Diámetro (m)	
	0.20	0.10	
Potencia del motor	1.5 kW (2 hp)		
Voltaje utilizado	220 V		
Corriente utilizada	60 Hz		
Material	Acero al carbón, acero inoxidable 316 y 304		

5. Extrusor

Ilustración No. 7: Extrusor



Cuadro No. 8: Extrusor

EXTRUSOR SIGMA MODELO LE-5			
Especificaciones			
Dimensiones	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)
	1.22	0.71	0.81
Potencia del motor	3.7 kW (5 hp)		
Voltaje utilizado	220 V		
Corriente utilizada	60 Hz		
Diámetro del tornillo	0.13 m		
Temperatura de extrusión	50 °C		
Material	Acero al carbón, policarbonato, acero inoxidable 304		

6. Cortadora

Ilustración No. 8: Cortadora



Cuadro No. 9: Cortadora

CORTADORA MANUAL SIGMA MODELO SM2F			
Especificaciones			
Dimensiones	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)
	0.46	0.46	1.46
Material	Acero Inoxidable 304		

7. Troqueladora

Ilustración No. 9: Troqueladora



Cuadro No. 10: Troqueladora

TROQUELADORA SIGMA MODELO LS-6			
Especificaciones			
Dimensiones	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)
	0.61	0.61	1.67
Material	Acero Inoxidable 304 y plexiglás		

C. Especificaciones de la barra de jabón

Cuadro No. 11: Especificaciones de la barra de jabón

DIMENSIONES	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
	9.00	5.00	2.50
MASA	100 g		

D. Análisis económico

Cuadro No. 12: Análisis económico

TIR	58.03%
AÑO EN EL QUE SE RECUPREA LA INVERSIÓN	dos años y seis meses
PUNTO DE EQUILIBRIO	321,900 unidades vendidas

E. Diseño de la planta

Ilustración No. 10: Diseño de la planta

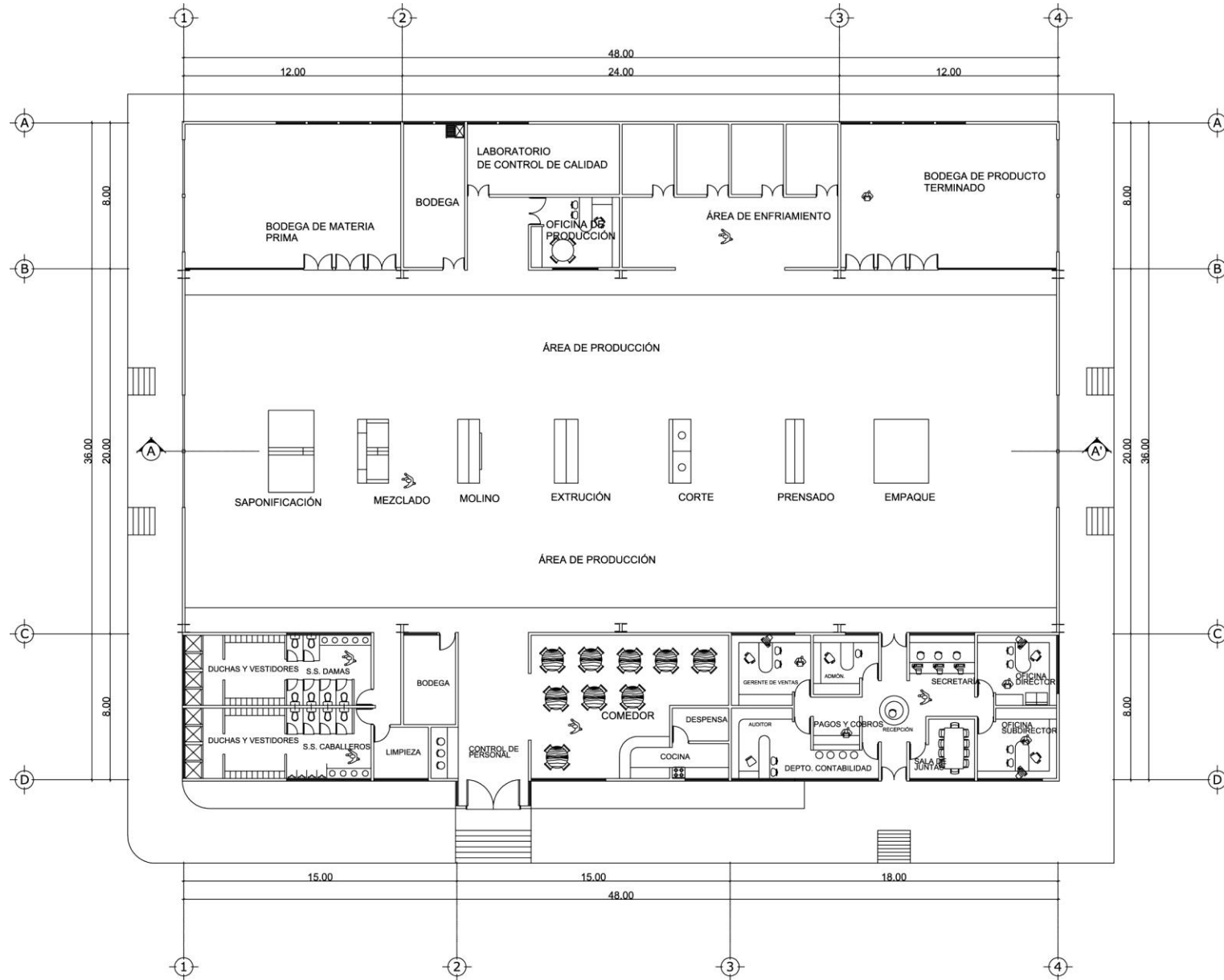
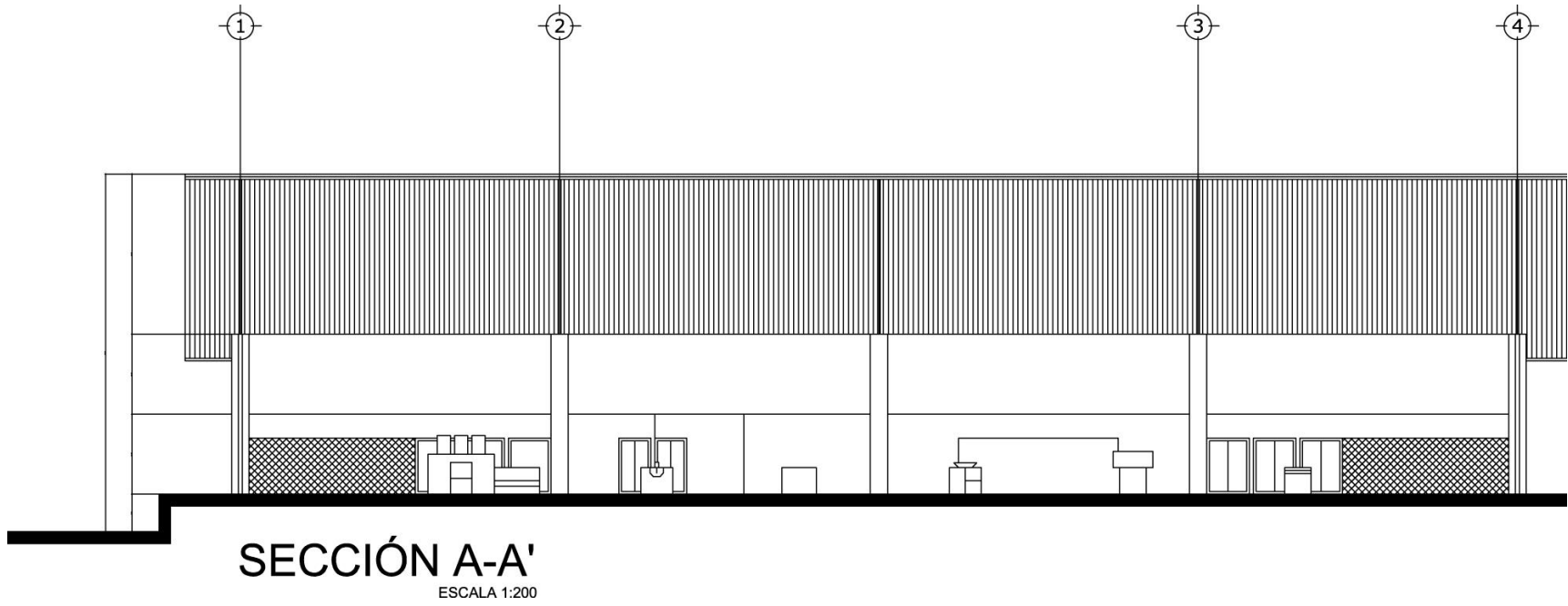


Ilustración No. 11: Diseño de la línea de producción



VIII. DISCUSIÓN

En el presente trabajo se realizó un estudio técnico y económico de los dos métodos más utilizados para la fabricación de jabón en barra, la saponificación de grasas y aceites neutros, y la neutralización de ácidos grasos.

Por medio del estudio se encontró que para una producción de jabón de tocador en barra en pequeña empresa (alrededor de 150 kg/día), el método de saponificación de grasas y aceites es más conveniente. Este método, se seleccionó básicamente por medio de los costos de materia prima, debido a que en esto fue donde más se diferenciaron los dos métodos, ya que la calidad del producto fue similar, así como también el equipo y maquinaria fue el mismo para ambos métodos.

A. Comparación de los métodos

La diferencia principal entre estos dos métodos radica en que en uno se utilizan grasas y aceites neutros, y en el otro se utilizan los ácidos grasos que conforman estas grasas y aceites.

Debido a que los ácidos grasos deben de ser obtenidos previamente por métodos como la hidrólisis de las grasas y aceites, los costos de la materia prima para el método de neutralización de ácidos grasos aumenta significativamente con respecto al método de saponificación de grasas y aceites.

Otra diferencia importante que tienen estos dos métodos es que en el método de saponificación de grasas y aceites neutros se obtiene como subproducto glicerina la cual no sólo se utiliza como aditivo en el jabón, sino que también es un producto que tiene demanda en el mercado, permitiendo así un ingreso adicional a la planta. Lo que hace que este método sea mucho más atractivo, desde el punto de vista económico. Comparando la calidad del jabón producido por cada método, se puede mencionar que las diferencias fueron mínimas, entre éstas, la más significativa fue que el jabón producido con ácidos grasos tenía una consistencia más dura que el jabón elaborado con sebo y aceite de coco.

Respecto a las condiciones de reacción, se puede decir que los dos métodos trabajan bajo condiciones muy similares de temperatura (Cuadro No. 17), sin embargo, es importante mencionar que la reacción de neutralización de ácidos grasos se da en un menor tiempo (alrededor de 35 min) que la de saponificación de grasas y aceites (alrededor de 190 min).

Como se menciona anteriormente, la maquinaria y equipo utilizado por los dos métodos es la misma, ya que en ambos se utiliza acero inoxidable y acero al carbón, debido a su resistencia ante la corrosión, durabilidad y limpieza. Anteriormente el equipo era una de las principales diferencias entre estos métodos, debido a que no era tan común el uso de maquinaria de acero inoxidable o acero al carbón, lo que hacía que el método de neutralización de ácidos grasos fuera menos utilizado, ya que requería de una mayor inversión

en la maquinaria y equipo, sin embargo ahora que se conocen los beneficios de trabajar con este tipo de equipo y maquinaria esta diferencia ha desaparecido. Además, es importante que en el método de saponificación de grasas y aceites se utilice también equipo de acero inoxidable, no sólo para garantizar la durabilidad y limpieza del equipo, sino que también porque se trabaja con soluciones alcalinas bastante concentradas, las cuales pueden corroer el equipo.

B. Formula utilizada

1. **Álcali.** Con la primera fórmula que se trabajó (Cuadro No. 14) el jabón que se obtuvo no cumplía con las características físicas óptimas, ya que éste presentaba algunas rajaduras y era bastante duro, esto se debe principalmente a que sólo se utilizó como agente neutralizante hidróxido de sodio.

Por esto, la segunda fórmula que se trabajó (Cuadro No. 16) se hizo con una combinación de hidróxido de sodio y de hidróxido de potasio, debido a que este último proporciona una mayor solubilidad al jabón en el agua, haciendo que el jabón sea más blando.

No se realizó una fórmula que trabajara únicamente con hidróxido de potasio como agente neutralizante, debido a que el jabón que se obtiene de una fórmula de este tipo, no solo tiene un costo más elevado, sino que también es sumamente soluble en agua, perdiendo así su consistencia al entrar en contacto continuo con esta.

2. **Grasas.** La calidad del jabón que se trabaja se acerca al rango de calidad 70/30 esto quiere decir que contiene aproximadamente 70% de grasa animal y 30% de aceite vegetal. Los rangos de calidad van desde 90/10, siendo éste un jabón de baja calidad, hasta 60/40 que representa un jabón de alta calidad. Esto se debe a que el aceite vegetal produce un jabón con sales de ácido de menor peso molecular (menores o iguales a 12 carbonos) que no solo hace que éste sea más soluble en el agua, sino que también produce mucha más espuma, por lo tanto cuanto mayor sea el porcentaje de aceite vegetal en el jabón, mejor será la calidad de este.

Sin embargo, siempre es necesario utilizar cierto porcentaje de grasas animales, ya que estas proporcionan al jabón ciertas propiedades que no dan los aceites vegetales, como por ejemplo la estabilidad de la espuma.

3. **Aditivos.** Se utilizó glicerina para mejorar la calidad del jabón, esta permite obtener un jabón con propiedades humectantes. También aumenta la plasticidad de la masa del jabón, facilitando así el trabajo mecánico.

El almidón se utiliza como un agente de carga, aumentando así el cuerpo del jabón, sin aumentar su costo de producción. No se debe utilizar en grandes cantidades por que provoca que el jabón pierda su textura lisa.

El aceite esencial de canela se utiliza para darle aroma al jabón. En este caso no se utilizó colorante, ya que al agregar el aceite esencial de canela al jabón, este toma un color beige, el cual en el estudio de mercado fue elegido como el color deseado para este tipo de jabón.

C. Maquinaria y equipo

Para ambos métodos el equipo que se utilizará fue el mismo (Cuadro No. 20). Para todo el equipo y maquinaria se seleccionó como material acero inoxidable y acero al carbón, debido a que estos son resistentes a la corrosión que con el tiempo pueden provocar las soluciones alcalinas de ambos métodos, y los ácidos del método de neutralización de ácidos grasos. Con estos materiales se asegura la durabilidad del equipo, así como también la calidad del producto.

Se seleccionaron tres tanques de acero inoxidable 304, para la disolución de salmuera, álcalis y para fundir las materias grasas respectivamente. Los dos primeros tanques requieren de agitación, para que se disuelva completamente la sal y los hidróxidos de calcio y potasio, el tercer tanque necesita calentamiento, para así lograr fundir el sebo y el aceite de coco.

El reactor donde sucede la reacción de saponificación cuenta con un sistema de agitación con velocidad ajustable, y una doble cámara de calefacción con agua caliente, la temperatura en el reactor se debe de mantener cerca de 95°C.

La maquinaria descrita a continuación es fabricada en Estados Unidos y es marca SIGMA, excepto el cortador manual que es marca SME. Todo el equipo está diseñado para una producción en pequeña empresa, y es para utilizarse en jabones o mezclas de consistencia similar.

Luego del reactor, se utiliza un mezclador, donde se agregan los aditivos al jabón, como la glicerina y el aceite esencial de canela, este mezclador posee un sistema especial de agitación, (Vid. Apéndice E) el cual asegura la completa homogenización de la masa. Después del mezclador, la masa de jabón se lleva al molino de rodillos, el cual se utiliza para darle al jabón una mejor textura y más brillo, así como también dispersa cualquier encapsulamiento de materia que pudo darse. Seguido del molino de rodillos se encuentra el extrusor donde sale el jabón con la cantidad de humedad necesaria y se obtiene una tira con la forma deseada del jabón.

Después que el jabón sale del extrusor, se llevan las tiras a la cortadora manual, donde se corta la tira para obtener las barras, seguido de esto se encuentra la troqueladora, donde se le da al jabón la forma definitiva y se estampa la barra, quedando así la barra lista para su empaque, el cual se realiza manualmente.

D. Análisis de la inversión

El costo de fabricación de un lote de jabón con extracto de canela es de Q6,060.30. Por cada lote se obtienen 1,500 barras de jabón, cada una de 100 g. Por lo tanto el costo de producción de una barra es de Q4.04, este valor incluye los costos de materia prima, empaque, energía eléctrica y salarios.

Se fijó un precio de venta de Q5.05 por barra. Debido a la alta calidad del producto, este esta proyectado para el consumo de un mercado con poder adquisitivo.

En la Ilustración No. 23: Acercamiento del punto de equilibrio, se puede observar que el punto de equilibrio se alcanza cerca de las 321,900 unidades vendidas, esta cantidad se alcanza aproximadamente a finales del primer año de producción, esto significa que en este momento se empieza a obtener ganancias en el proyecto.

El proyecto es económicamente rentable, ya que se obtuvo un TIR del 58.03%, recuperándose así la inversión en dos años con seis meses.

Esta línea también se puede utilizar para la fabricación de jabón con otros aromas y colores, sólo es importante que se limpie bien toda la maquinaria y equipo, para no dejar residuos de la producción anterior.

Los costos de las materias primas, los métodos de producción sencillos, las ventas constantes y el alto valor de su subproducto (glicerina) son las razones más importantes del porqué esta planta de jabones promete ser un negocio rentable, no sólo actualmente, sino también en un futuro.

IX. CONCLUSIONES

A. La fórmula utilizada para un lote (150 kg) de jabón de tocador en barra con extracto de canela es la siguiente: 68.64 kg de sebo, 23.38 kg de aceite de coco, 9.91 kg de hidróxido de sodio, 3.65 kg de hidróxido de potasio, 13.30 kg de glicerina, 6.18 kg de almidón de maíz, 1.33 kg de aceite de canela, 259.97 kg de agua y 53.34 kg de sal.

B. El análisis de mercado demostró que para un jabón de tocador en barra con extracto de canela se prefiere que éste sea de color beige, forma rectangular, con una intensidad de aroma intermedia.

C. El costo del equipo y maquinaria necesarios para la línea fue de Q720,328.00

D. El método de saponificación de grasas y aceites fue seleccionado como el método más conveniente, debido a que el costo de la materia prima necesaria para éste es menor al costo necesario para el método de neutralización de ácidos grasos.

E. Es un proyecto económicamente rentable, ya que se obtuvo un TIR del 58.03%, recuperándose la inversión en dos años y seis meses de producción.

X. RECOMENDACIONES

A. Se recomienda como estrategia publicitaria para el jabón publicarse en radio, televisión y revistas de moda, para así alcanzar su mercado objetivo.

B. Con el fin de desarrollar la economía del país y los ingresos de la planta, se recomienda aprovechar el tratado de libre comercio con los Estados Unidos y Centroamérica, para poner en marcha la exportación del jabón producido.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Guenther, Ernest. *The essential oils*. Editorial D. Van Nostrand Company, Inc., Nueva York 1950.
- Guías empresariales, Secretaría de Economía de México, México 2005. Visitada 21/06/05.
<http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?ins=780&s=14>.
- Kirk, R. y D. Othmer. *Enciclopedia de tecnología química*. Tomo 1. Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana. México 1962.
- Kirk, R. y D. Othmer. *Enciclopedia de tecnología química*. Tomo 9. Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana. México 1962.
- Montero, Margarita. 2004. Análisis de grasas y aceites. Visitada 23/06/05.
<http://www.biol.unlp.edu.ar/bromatologiaF/tpractico4.htm>
- Normas COGUANOR, Ministerio de Economía, Guatemala 1989.
- Romo, Alfonso. 1996. *Jabones, saponinas y detergentes*. Visitada 23/06/05.
http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/51/htm/sec_10.htm
- Téllez, Gabriella. 2002. *La física y las películas de jabon*. Visitada 23/06/05.
<http://www.prof.uniandes.edu.co/~gtellez/fisi-jabon.pdf>
- Ullmann, Fritz. *Enciclopedia de química industrial*. Tomo V, Sección III. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona 1951.

XII. APÉNDICE

A. Análisis de mercado

1. Encuesta. Se realizaron encuestas a un número representativo de la población consumidora de jabón de tocador, para así determinar el nivel de aceptación y características del producto, deseadas por el consumidor.

Se realizaron 100 encuestas, con las siguientes preguntas:

Ilustración No. 12: Encuesta

<p>1. ¿Que características físicas prefiere en un jabón de tocador en barra con extracto de canela?</p> <p>A. Color</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Blanco▪ Rojo▪ Rosado <p>B. Intensidad del aroma</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Mucha▪ Intermedia▪ Poca <p>C. Forma</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Ovalada▪ Circular▪ Rectangular <p>2. ¿Cómo prefiere el empaque de un jabón en barra?</p> <ul style="list-style-type: none">▪ En caja▪ Plástico <p>3. Solo un estimado, ¿cuánto está dispuesto a pagar por un jabón de tocador en barra con extracto de canela (peso: 100 g)?</p>

Con el fin de obtener una idea mas clara de los resultados de la encuesta, estos se representan en las siguientes graficas:

Ilustración No. 13: Color del jabón

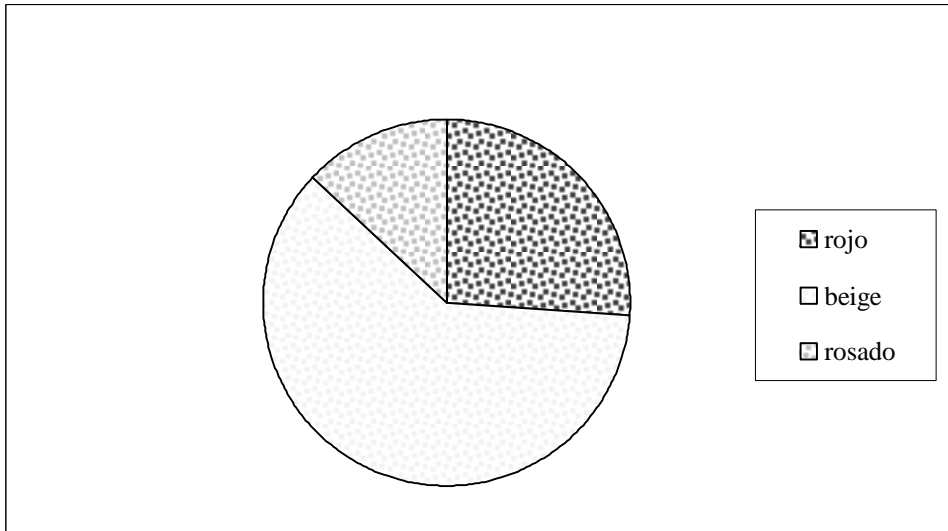


Ilustración No. 14: Forma de la barra de jabón

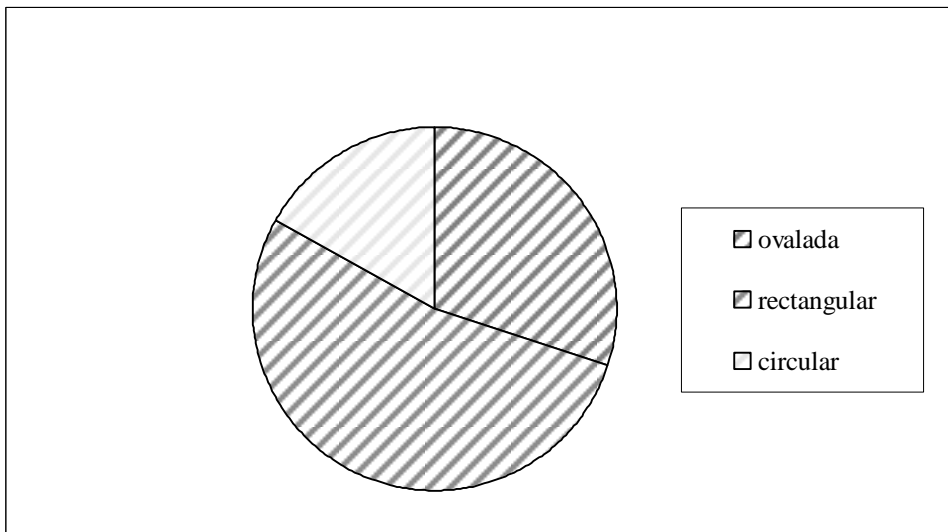


Ilustración No. 15: Intensidad del aroma en el jabón

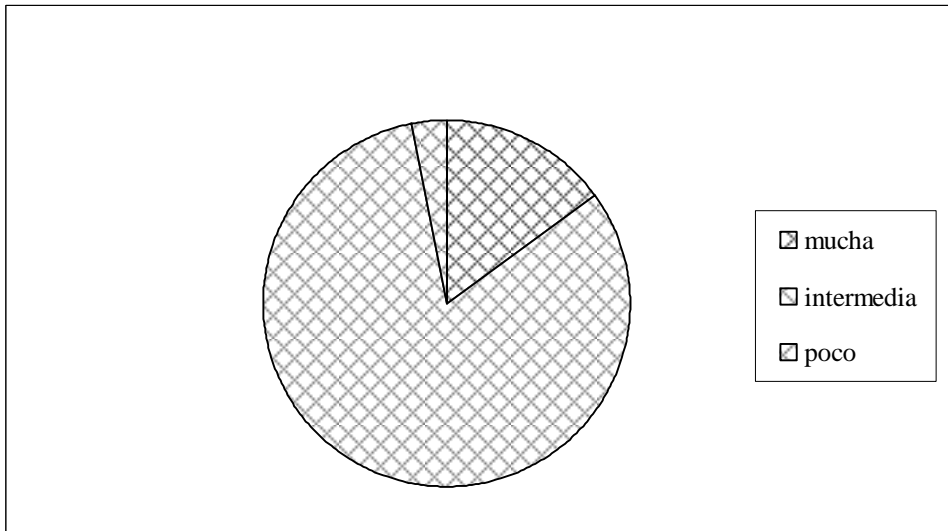


Ilustración No. 16: Empaque de la barra

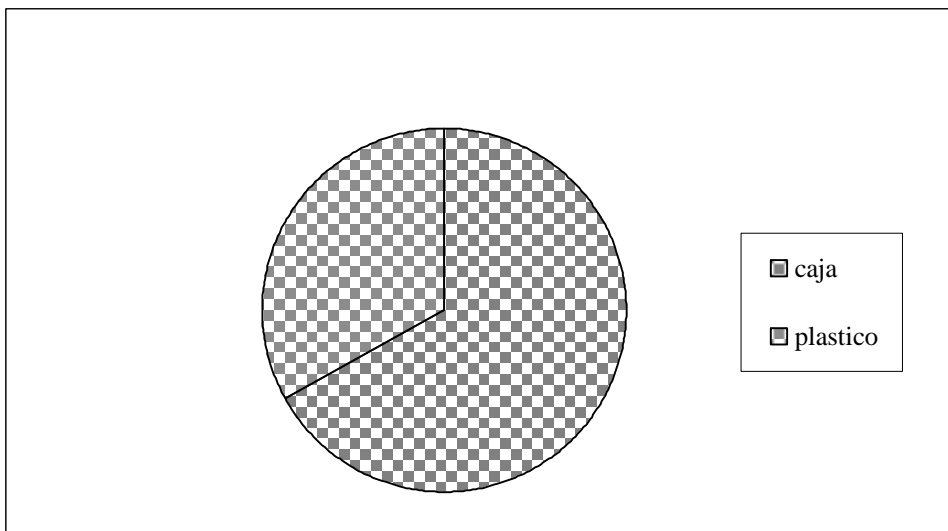
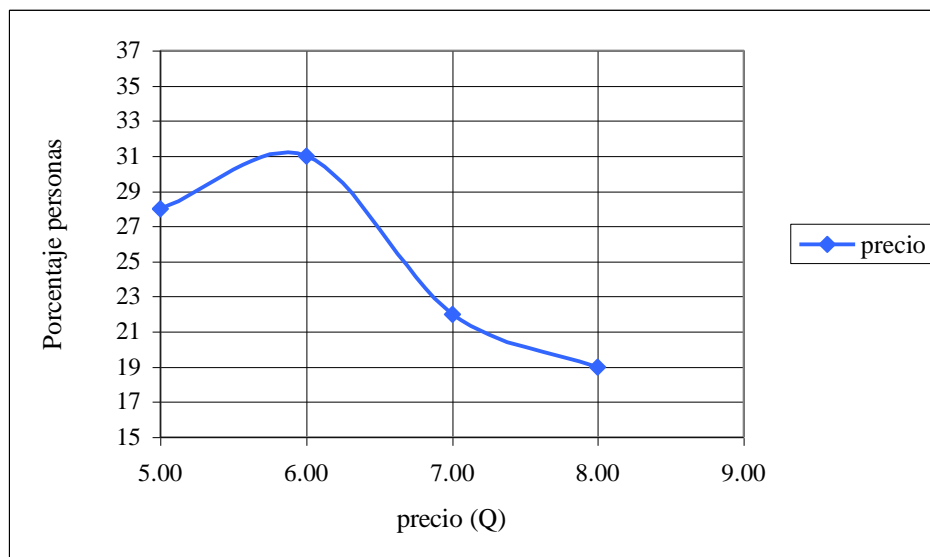


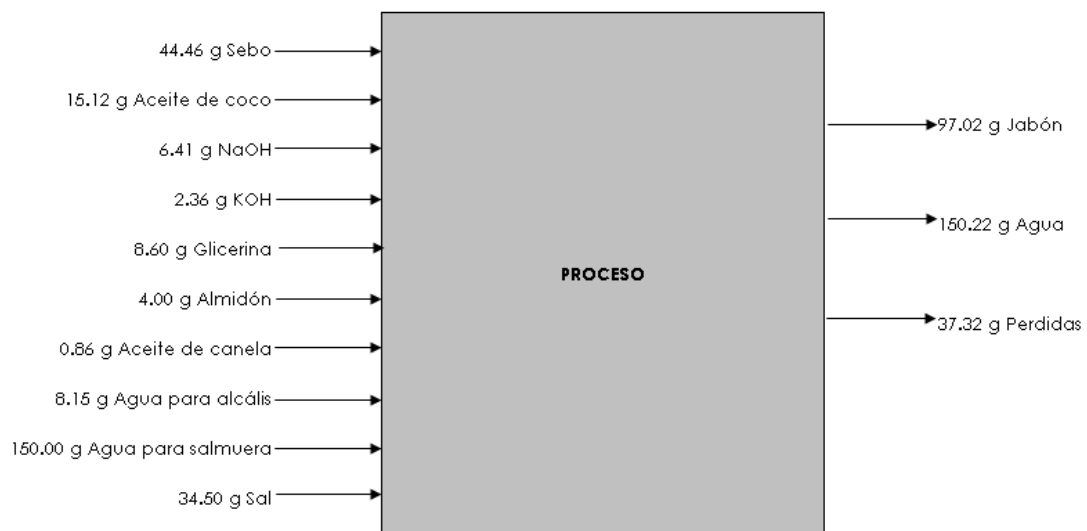
Ilustración No. 17: Precio de venta de una barra



B. Pruebas experimentales

Los datos mostrados en la Ilustración No. 18 corresponden a las masas de la materia prima utilizadas en la prueba para obtener la eficiencia del proceso.

Ilustración No. 18: Balance de masa



$$\text{Entrada} - \text{salida} = \text{perdida}$$

$$284.46\text{g} - 247.24\text{g} = 37.22\text{g}$$

$$\% \text{ de rendimiento} = \frac{\text{salida}}{\text{entrada}} \times 100$$

$$\% \text{ de rendimiento} = \frac{247.24}{284.46} \times 100 = 86.92\%$$

C. Formulación

Inicialmente se desarrolló una fórmula en la cual se utilizaba solamente hidróxido de sodio (NaOH) para formar la solución alcalina, como se puede observar en los Cuadros No. 13 y 14. Sin embargo, los jabones obtenidos por medio de esta fórmula presentaban rajaduras y su consistencia era bastante dura, por lo que se trabajó con una mezcla de hidróxido de sodio e hidróxido de potasio (NaOH y KOH), obteniendo así un jabón con consistencia menos dura y más soluble en agua, vid Cuadros No. 15 y 16.

Cuadro No. 13: Formulación inicial para la producción de 150 kg de jabón al día por medio de la neutralización de ácidos grasos

MATERIA PRIMA	kg	COSTO/kg (Q)	COSTO (Q)
Ácido esteárico	62.32	17.00	1,059.36
ácidos grasos	15.57	42.25	657.90
NaOH	12.91	9.00	116.22
Glicerina	14.51	23.00	333.81
Almidón de maíz	5.72	9.00	51.48
Aceite de canela	1.14	40.00	45.76
Agua para álcalis	38.18	0.39	0.39
Agua para salmuera	228.43		
Sal	52.54	1.50	78.81
TOTAL	431.32	142.14	2,343.72

Cuadro No. 14: Formulación inicial para la producción de 150 kg de jabón al día por medio de la saponificación de grasas y aceites

MATERIA PRIMA	kg	COSTO/kg (Q)	COSTO (Q)
Sebo	68.74	10.00	687.42
Aceite de coco	23.38	22.70	530.76
NaOH	11.64	9.00	104.78
Glicerina	13.30	23.00	305.89
Almidón de maíz	6.18	9.00	55.62
Aceite de canela	1.33	40.00	53.27
Agua para álcalis	28.06	0.39	0.39
Agua para salmuera	231.91		
Sal	53.34	1.50	80.01
TOTAL	437.88	115.59	1,818.14

Cuadro No. 15: Formulación seleccionada para la producción de 150 kg de jabón al día por medio de la neutralización de ácidos grasos

MATERIA PRIMA	kg	COSTO/kg (Q)	COSTO (Q)
Ácido esteárico	62.32	17.00	1,059.36
ácidos grasos	15.57	42.25	657.90
NaOH	10.26	9.00	92.38
KOH	4.52	14.00	63.32
Glicerina	14.51	23.00	333.81
Almidón de maíz	5.72	9.00	51.48
Aceite de canela	1.14	40.00	45.76
Agua para álcalis	38.18	0.39	0.39
Agua para salmuera	228.43		
Sal	52.54	1.50	78.81
TOTAL	433.19	156.14	2,383.19

Cuadro No. 16: Formulación seleccionada para la producción de 150 kg de jabón al día por medio de la saponificación de grasas y aceites

MATERIA PRIMA	kg	COSTO/kg (Q)	COSTO (Q)
Sebo	68.74	10.00	687.42
Aceite de coco	23.38	22.70	530.76
NaOH	9.91	9.00	89.17
KOH	3.65	14.00	51.08
Glicerina	13.30	23.00	305.89
Almidón de maíz	6.18	9.00	55.62
Aceite de canela	1.33	40.00	53.27
Agua para álcalis	28.06	0.39	0.39
Agua para salmuera	231.91		
Sal	53.34	1.50	80.01
TOTAL	439.80	129.59	1,853.62

1. Calidad del jabón. La calidad del jabón es aproximadamente de 70/30 como se puede observar en el cuadro a continuación:

Cuadro No. 17: Calidad del jabón

MATERIA PRIMA	kg	PORCENTAJE (%)
Sebo	68.74	74.62
Aceite de coco	23.38	25.38
Total	92.12	100

2. Condiciones de las reacciones. Las dos reacciones se trabajaron bajo las siguientes condiciones

Cuadro No. 18: Condiciones de reacción

MÉTODO	TEMPERATURA DE REACCIÓN	TIEMPO (min)
Saponificación de grasas y aceites neutros	95°C	190
Neutralización de ácidos grasos	80°C	35

D. Empaque

El jabón se empaqueta en cajas de cartón individuales, y luego estas se distribuyen en cajas de cartón corrugado (50 jabones en cada caja). El jabón es empacado a mano por los operarios.

Cuadro No. 19: Material de empaque

EMPAQUE	COSTO UNIDAD (Q)	COSTO LOTE (Q)
Caja individual	0.10	150.00
Caja corrugado	4.50	135.00
TOTAL	4.60	285.00

E. Maquinaria y equipo

En el Cuadro No. 20 se muestra la maquinaria y equipo necesario para la línea de producción de jabón de tocador propuesta, también se presentan los costos de estos.

Cuadro No. 20: Equipo y maquinaria

CANTIDAD	EQUIPO Y MAQUINARIA	COSTO (Q)
1	Tanque de aceites	19,000.00
1	Tanque de álcalis	19,000.00
1	Tanque de salmuera	19,000.00
1	Reactor	41,800.00
1	Mezclador	168,682.00
1	Molino de rodillos	137,940.00
1	Extrusor	203,870.00
1	Cortadora	12,540.00
1	Troqueladora	98,496.00
9	TOTAL	720,328.00

Los equipos a continuación están hechos para la fabricación de jabón en barra o productos de consistencia similar. El tamaño de la maquinaria esta diseñado para un nivel de pequeña producción.

1. **Tanques.** Los tres tanques utilizados son de acero inoxidable 304, los tanques para la solución de álcalis y para la salmuera poseen agitación, y el tanque para el sebo y el aceite de coco tiene enchaquetado.

2. **Reactor.** El tanque reactor posee una doble cámara de calefacción con vapor o agua caliente, sistema de agitación y cuenta con una válvula de desagüe para drenar las lejías.

3. **Mezclador.** El material del marco de la maquina es de acero al carbón, recubierto con una pintura de esmalte duro. El motor, los controles eléctricos y el mecanismo de arrastre están dentro del marco de la maquina, haciendo así su limpieza exterior mucho más sencilla.

La maquina posee cuatro amortiguadores de caucho para su estabilidad y no requiere de termoaislantes al piso.

Mecanismo de mezcla: Posee un diseño especial de doble paleta, el cual mezcla rápida y cuidadosamente la masa de jabón, esta hecha de acero inoxidable 304. El diseño es tal que el material se mueve adelante y

a la derecha en el lado izquierdo del recipiente y el material se mueve para atrás y a la izquierda en el lado derecho del recipiente, dando como resultado una excelente homogenización de la mezcla.

El recipiente de mezcla y todos los demás elementos que entran en contacto con el material mezclado son de acero inoxidable 304.

La descarga se encuentra en la parte inferior del recipiente, el recipiente esta equipado con una puerta de acceso que facilita la limpieza interior del mismo.

Para la adición fácil de sustancias líquidas, el mezclador cuenta con una boquilla que atomiza el líquido sobre la mezcla utilizando una bomba de inyección

4. **Molino de rodillos.** El material del marco de la maquina esta echo de acero al carbón. Para mayor estabilidad posee cuatro amortiguadores de caucho, y no requiere de revestimiento termoaislante. Los rodillos son de acero inoxidable 316, los elementos internos del molino están fabricados en acero inoxidable 304.

5. **Extrusor y refinador.** El material del marco de la maquina esta fabricado en acero al carbón y acero inoxidable 304. La superficie de la maquina esta cubierta de policarbonato. Para mayor estabilidad posee cuatro amortiguadores de caucho, y no requiere de revestimiento termoaislante.

El cilindro de extrusión al igual que los demás elementos esta fabricado en acero inoxidable 304.

El tornillo de extrusión esta fabricado con una aleación especial de aluminio.

Accesorios:

- Cono de extrusión con calentamiento.
- Dos dados de extrusión.
- Herramientas para la remoción de residuos en el cono de extrusión.
- Cajón de almacenamiento de accesorios.
- Termómetro.

6. **Cortadora manual.** Pueden cortar bloques de 20 kg, los marcos pueden ser fácilmente cambiados. No requiere mantenimiento y es fácil de limpiar.

7. **Troqueladora.** El material del marco de la maquina esta fabricada en acero inoxidable 304 al igual que las bases del plato. La prensa cuenta con un protector de plexiglás para proteger al operador

cuando los dados se cierran. La prensa también cuenta con un botón eyector el cual puede encender o apagar el dado.

Mecanismo de operación

- El operador coloca la barra de jabón sobre el dado inferior, luego baja el protector de plexiglás, una vez se realizado esto la maquina se activa automáticamente estampando la barra.
- Al operador subir el protector de plexiglás el eyector inferior se activa, liberando la barra de jabón estampada del dado.
- El operador retira la barra de jabón estampada.

La velocidad de la troqueladora depende de la rapidez con que trabaje el operador, como un estimado un operador puede producir entre cinco y diez barras de jabón estampadas por minuto. La maquina puede troquelar de dos a tres barras en una sola prensada, dependiendo del tamaño de la barra, las barras no deben de pesar mas de 500 g.

F. Proceso

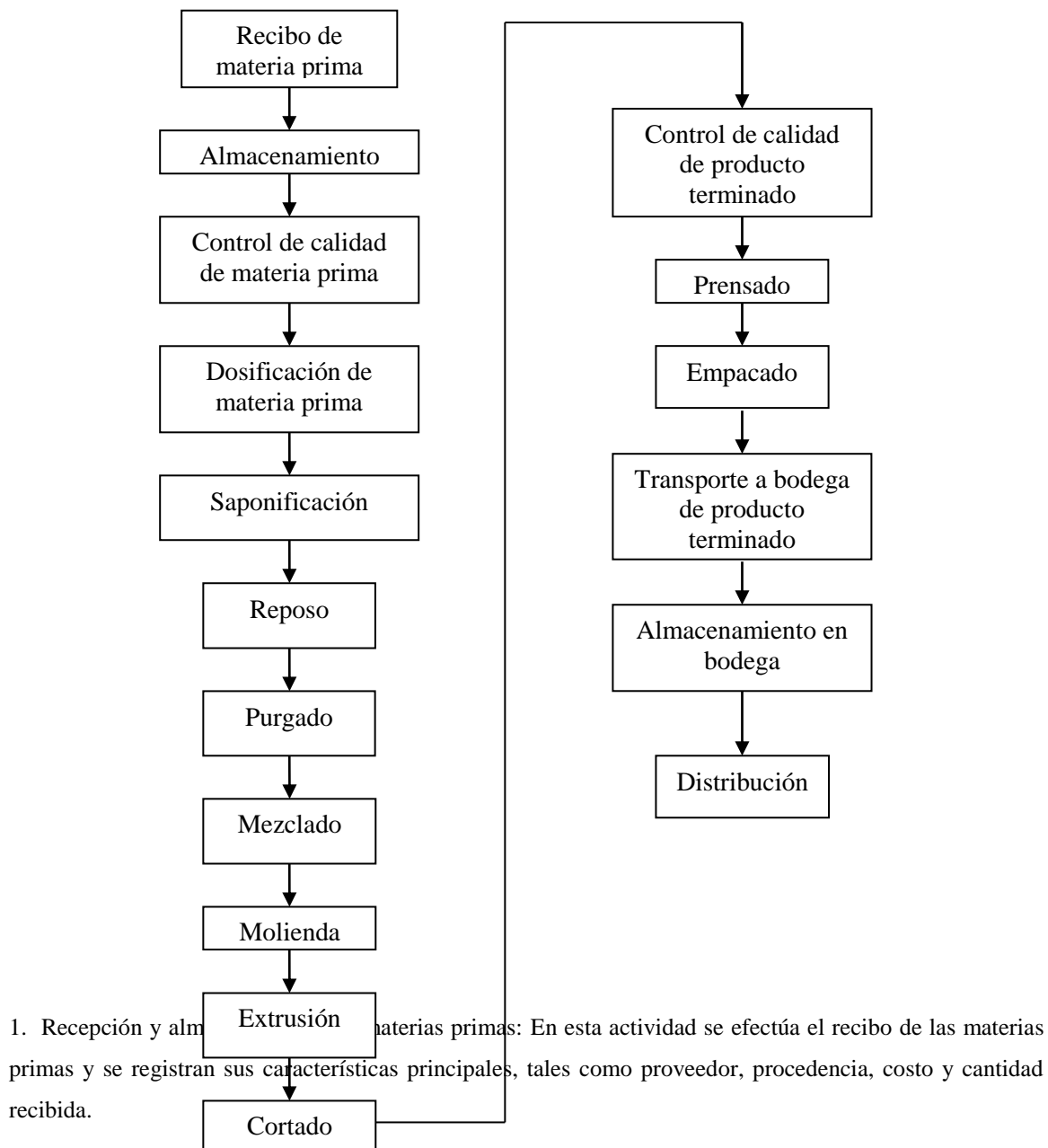
1. Generalidades del proceso

Cuadro No. 21: Generalidades del proceso

Tiempo de producción de un lote	1 Día
Numero de lotes por mes	24 Lote
Peso de barra	100 g
Producción por mes en barras	43200 Barras
Producción por mes en kg	4320 kg
Producción por día en barras	1500 Barras
Producción por día en kg	150 kg

2. Diagrama de bloques

Ilustración No. 19: Diagrama de bloques del proceso



2. Almacenamiento: Las materias primas permanecen almacenadas hasta su empleo en el proceso productivo.

3. Control de calidad de materias primas: Para la elaboración del jabón de tocador, se deberá realizar el análisis de calidad de las materias primas, pues de esto dependerá totalmente la calidad del producto final. Los análisis necesarios para la aceptación de las materias grasas que intervienen en el proceso de saponificación son, entre otros:

- Índice de Saponificación
- Índice de Yodo
- Índice de Acidez

4. Dosificación de materias primas para la carga: Con base a la formulación establecida, se procederá a la dosificación de las materias primas, para una carga determinada de producción, los cuales se llevan al reactor.

5. Saponificación: La saponificación se logra haciendo actuar las grasas y la sosa. Para esto se mezcla los aceites fundidos con la solución de álcalis, la cual se encuentra a una temperatura de 75°C aproximadamente. El reactor cuenta con un sistema de agitación, el cual hace que la reacción se realice adecuadamente. Para que la reacción se de eficientemente, se debe de llevar la solución a una temperatura entre 55°C y 95°C. Luego de haber agregado la cantidad de sosa necesaria, se agrega la salmuera y se continúa con la agitación, procurando que la temperatura se mantenga.

6. Reposo y enfriado: Terminada la incorporación de la salmuera, se continuará el agitado durante 30 min., se deja la mezcla en reposo hasta que por si solo se enfríe, o sea que llegue a temperatura ambiente. De este modo se habrá conseguido librar la masa de su exceso de lejía, quedando ésta en un pH neutro.

7. Purgado: Luego del reposo, se puede observar dos capas: la superior estará constituida por el jabón solidificado, en forma de pasta neutra, y en el fondo de la caldera se encuentra la glicerina y sal (lejías), que se evacuará por la purga, que vaciará sobre el conducto que ha de llevarla al tanque colector de lejía. Las lejías así almacenadas pueden aprovecharse en posteriores fabricaciones.

8. Mezclado: Mientras se introducen el jabón en el mezclador, se agrega el aceite esencial.

9. Molienda: Durante el paso del producto por los rodillos, que se mueven a velocidades crecientes, se prensan las tiras, con lo que se ocasiona que se unan y mezclen perfectamente. Cuando dejan el último

rodillo, un cuchillo corta nuevamente el jabón en tiras produciéndose la molienda del producto. Por medio de este procedimiento se obtiene un jabón más brillante y fino.

10. Extrusión: Las tiras obtenidas permanecen todavía calientes con el contenido apropiado de humedad, con el objeto de que cuando pasen por la máquina de extrusión se unan perfectamente, lo cual se logra por la presión que se ejerce mediante un tornillo de espiral, que lo hace pasar a través de un dado; el tornillo y el dado se calientan. El producto obtenido consiste en una larga tira de jabón del ancho y grueso proyectados para las barras. Esto se conseguirá poniendo en el extremo de la máquina un orificio de salida de la barra, una pieza especial perforada, que al pasar la barra por su parte central, hace que salga con la forma cuadrada, rectangular, cilíndrica, según la forma que tenga dicha pieza-molde.

11. Cortado: A continuación seguirá la operación de cortado, la cual se realiza en la máquina manual cortadora de barras.

12. Control de calidad del producto terminado: Con el fin de mantener un adecuado control en la producción de jabón de tocador, se establecieron ciertos parámetros, dentro de los cuales se asegurará una buena calidad constante. Esto se podrá lograr mediante ciertos análisis a los que se deberá someter el producto para verificar su composición.

13. Prensado: Una vez que se realizó el cortado en pastillas, se proceden a pasarlas por la máquina troqueladora, de donde salen con su marca y forma definitiva.

14. Empacado: Finalmente las piezas terminadas se empacan manualmente en cajas de cartón individuales, de donde sale el producto para ser colocado en cajas de cartón corrugado.

15. Transporte: Las cajas empacadas se trasladan a la bodega de producto terminado.

16. Almacenamiento temporal: Las cajas permanecen almacenadas temporalmente hasta su envío al cliente. El almacén de producto terminado deberá mantener ciertas condiciones de humedad y circulación de aire para mantener el producto en buen estado.

17. Distribución y entrega al cliente: El proceso concluye con la distribución y entrega al cliente. Este producto tiene una vida de anaquel bastante larga, siempre y cuando no se abra el empaque del producto, por lo que se deberán tener precauciones para un manejo y almacenamiento adecuado.

Ilustración No. 20: Diagrama de operaciones

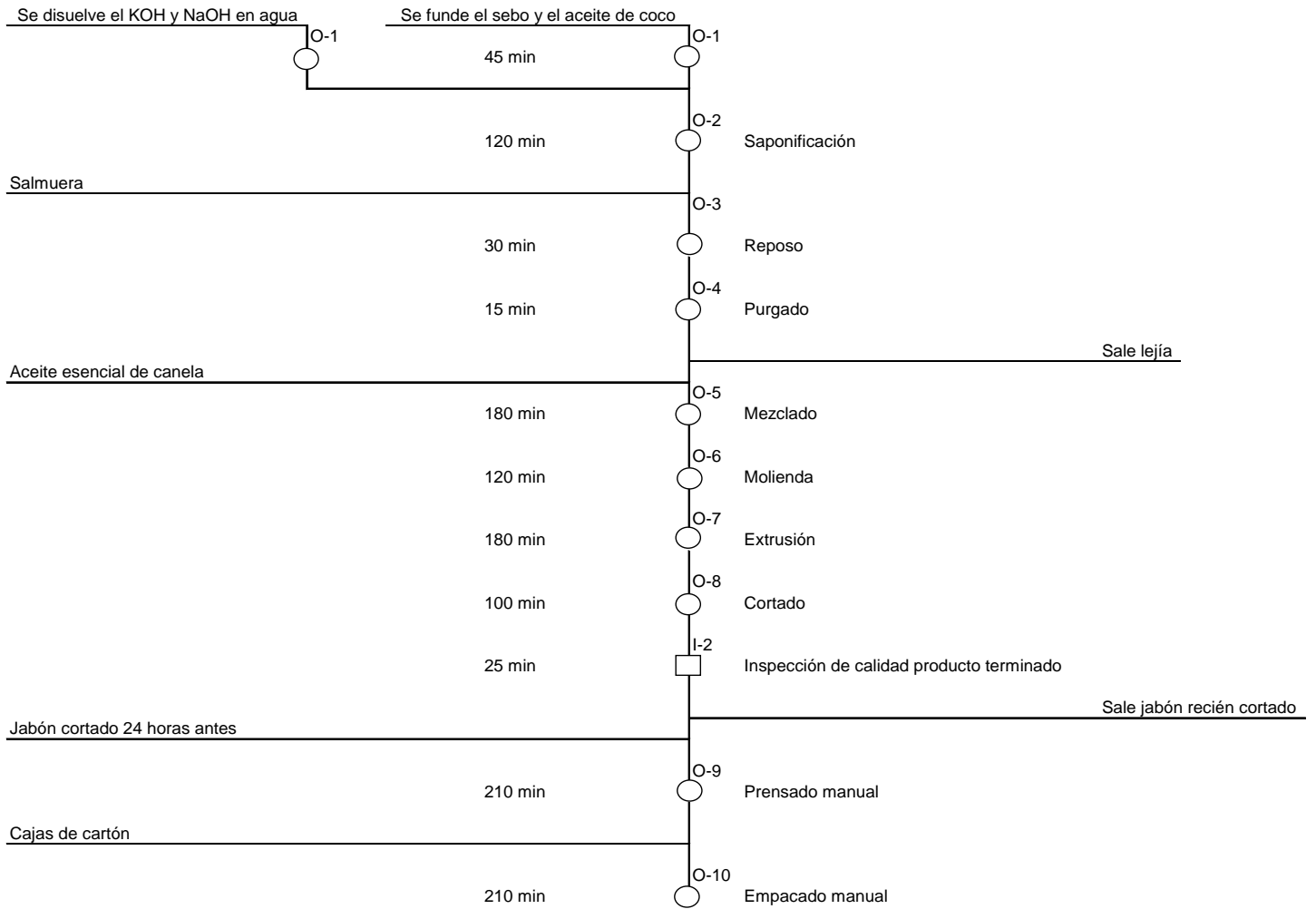


Ilustración No. 21: Diagrama de actividades

	RESUMEN	No	TIEMPO (min)
○	OPERACIONES	13	1235.0
⇒	TRANSPORTES	1	3.0
□	INSPECCIONES	2	50.0
D	DEMORAS	-	-
▽	ALMACENAJES	3	1440.0
DISTANCIA RECORRIDA (m)		11.5	

PROCEDIMIENTO	ELABORACIÓN DE JABÓN DE TOCADOR EN BARRA
EMPIEZA	00:00:00
TERMINA	21:50:00

DETALLES DEL MÉTODO		OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	DEMORA	ALMACENAJE	TIEMPO (min)	DISTANCIA (m)	NOTAS
██████████ PROPUESTO									
1	Recibo de materia prima	●	⇒	□	D	▽			
2	Almacenaje de materia prima	○	⇒	□	D	▽			
3	Control de calidad de materia prima	○	⇒	■	D	▽	25.0		
4	Dosificación de materia prima	●	⇒	□	D	▽	25.0	2.0	
5	Fundición de grasas y aceites; mezcla de KOH, NaOH y agua; disolución de sal en agua.	●	⇒	□	D	▽	45.0		En el tanque 1 se funden el sebo y el aceite de coco. En el tanque 2 se disuelve el KOH y el NaOH en agua. En el tanque 3 se disuelve la sal en agua.
6	Saponificación	●	⇒	□	D	▽	120.0		Entra primero las grasas y aceites fundidos, y luego entra lentamente la solución de álcalis
7	Reposo	●	⇒	□	D	▽	30.0		Entra salmuera
8	Purgado	●	⇒	□	D	▽	15.0		Sale la lejía
9	Mezcla	●	⇒	□	D	▽	180.0		Entra colorante y aceite esencial de canela
10	Molienda	●	⇒	□	D	▽	120.0	1.2	
11	Extrusión	●	⇒	□	D	▽	180.0	1.1	
12	Cortado	●	⇒	□	D	▽	100.0	1.0	
13	Control de calidad de producto terminado	○	⇒	■	D	▽	25.0		
14	Enfriamiento	○	⇒	□	D	▽	1440.0	2.0	Se almacena el jabón recién cortado
15	Prensado	●	⇒	□	D	▽	210.0	2.0	Entra el jabón cortado el día anterior
16	Empacado	●	⇒	□	D	▽	210.0	0.2	Entran cajas para empaque
17	Transporte a bodega de producto terminado	○	⇒	□	D	▽	3.0	2.0	
18	Almacenaje de producto terminado en bodega de producto terminado	○	⇒	□	D	▽			
19	Distribución	●	⇒	□	D	▽			

3. **Un día tradicional de operaciones.** Las actividades generales de un día tradicional de operaciones se pueden resumir de la siguiente forma. Se operara en tres turnos de trabajo, la entrada del primer turno será a las 6:00 hrs., el segundo a las 14:00 hrs y el tercero a las 22:00 hrs.

Al inicio del día, el gerente de producción verifica con el jefe de turno el estado de avance del proceso productivo y el programa de producción.

El jefe de turno revisa la asistencia de personal, uniformes y equipo de seguridad de los empleados, así como el estado físico del equipo principal y accesorios requeridos para el proceso de fabricación de jabones, también verifica las necesidades de mantenimiento y reparación de los equipos. Una vez realizado lo anterior, el jefe de turno supervisa la dosificación de las materias primas para el inicio del proceso de saponificación. Al terminar cada actividad del proceso se continúa con otra, por lo que no se pierde la continuidad en el mismo. Para llevar a cabo lo anterior se debe llevar el control de cada carga del proceso, detallando la fase en la cual se encuentran cada etapa del mismo.

El encargado de control de calidad inicia las labores del día verificando que las materias primas cumplan con las especificaciones de calidad requeridas. Al final del proceso efectuará el control de calidad del producto terminado.

En cada uno de los turnos se les proporciona una hora a los empleados, para tomar sus alimentos y un pequeño descanso.

A las 14:00 hrs. y a las 22:00 hrs. se efectúan los cambios de turno, en el cual el jefe de turno verifica las actividades realizadas, de manera tal que se continúen las labores de una forma continúa.

Al finalizar la jornada, el gerente de producción evalúa el cumplimiento de las metas de producción, estableciendo los mecanismos necesarios para solucionar los problemas presentados. Al término del proceso de cada carga de producto, se deberán realizar las operaciones de limpieza de equipo y accesorios empleados, actividad que es realizada por los propios operadores de los equipos.

G. Personal requerido en el proceso.

Cuadro No. 22: Personal requerido para la línea

	No	PUESTO	SUELDO BASE (Q)	SUELDO (Q)	PRESTACIONES (Q)	TOTAL (Q)
1	1	Gerente General	10,000.00	10,000.00	4,600.33	14,600.33
2	1	Jefe de Ventas	7,000.00	7,000.00	3,220.23	10,220.23
3	1	Jefe de Producción	7,000.00	7,000.00	3,220.23	10,220.23
4	1	Jefe de Recursos Humanos	3,800.00	3,800.00	1,748.13	5,548.13
5	1	Secretaria-Recepcionista	1,800.00	1,800.00	828.06	2,628.06
6	1	Supervisor de Producción	3,800.00	3,800.00	1,748.13	5,548.13
7	1	Supervisor de Control de Calidad	3,800.00	3,800.00	1,748.13	5,548.13
8	1	Encargado de Bodega de Materia Prima	2,000.00	2,000.00	920.07	2,920.07
9	1	Encargado de Bodega de Producto Terminado	2,000.00	2,000.00	920.07	2,920.07
10	3	Jefe de turno	2,200.00	6,600.00	1,012.07	9,636.22
11	6	Operarios	1,300.00	7,800.00	598.04	11,388.26
12	1	Jefe de Mantenimiento	1,500.00	1,500.00	690.05	2,190.05
13	1	Vendedor	2,000.00	2,000.00	920.07	2,920.07
14	2	Chóferes	1,200.00	2,400.00	552.04	3,504.08
15	1	Guardián	1,200.00	1,200.00	552.04	1,752.04
16	1	Persona de Limpieza	1,200.00	1,200.00	552.04	1,752.04
	24	TOTAL MENSUAL	51,800.00	63,900.00	23,829.73	93,296.13

Cuadro No. 23: Pago por horas extras

No.	PUESTO	SUELDO BASE (Q)	PAGO POR HORAS EXTRAS (Q)	TOTAL (Q)
3	Operarios	1,300.00	260.00	780.00
1	Jefe de Turno	2,200.00	440.00	440.00
4	TOTAL MENSUAL	3,500.00	700.00	1,220.00

Cuadro No. 24: Prestaciones laborales

PRESTACIÓN	PORCENTAJE
IGSS	10.67 %
IRTRA	1.00 %
INTECAP	1.00 %
Aguinaldo	8.33 %
Bono 14	8.33 %
Pasivo	8.33 %
Otros	8.33 %
TOTAL	46.00 %

H. Costo energético

Cuadro No. 25: Costo energético por lote

EQUIPO	kW	HORAS DE TRABAJO	kW-h	COSTO/kW-h (Q)	COSTO (Q)
Reactor	5	2	10	0.81	8.10
Mezclador	5.6	3	16.8	0.81	13.61
Molino	1.5	3	4.5	0.81	3.65
Extrusor	3.7	3	11.1	0.81	8.99
TOTAL	15.8	11	42.4	0.81	34.35

I. Costo de producción

Cuadro No. 26: Costos de producción anual, mensual, por lote y por barra

COSTO	COSTO ANUAL (Q)	COSTO MENSUAL (Q)	COSTO LOTE (Q)	COSTO BARRA (Q)
Materia prima	533,839.68	44,486.64	1,853.61	1.24
Empaque	82,080.00	6,840.00	285.00	0.19
Energía eléctrica	9,892.80	824.40	34.35	0.02
Sueldos	1,119,553.56	93,296.13	3,887.34	2.59
TOTAL	1,745,366.04	145,447.17	6,060.30	4.04

J. Diseño de la planta

Los factores que se deben de considerar al elaborar el diseño de distribución de la planta son:

- Determinar el volumen de producción.
- Movimientos de materiales
- Flujo de materiales, y
- Distribución de la planta

Es importante tomar como esquema para la distribución de las instalaciones el diagrama de actividades, ya que en este se muestra todo el proceso de producción, desde la recepción de las materias primas hasta la distribución de los productos terminados, pasando obviamente por el proceso de fabricación. Además del diseño de la planta, es importante analizar con detenimiento el problema de la distribución interna de la misma, para lograr una disposición ordenada y bien planeada de la maquinaria y equipo, acorde con los desplazamientos lógicos de las materias primas y de los productos acabados, de modo que se aprovechen eficazmente el equipo, el tiempo y las aptitudes de los trabajadores.

Las áreas que se deben de considerar para el diseño de una planta de producción de jabón de tocador en barra en pequeña empresa, son las siguientes:

- Oficinas administrativas
- Baños y vestidores
- Comedor
- Bodega de materias primas
- Área de proceso de saponificación
- Área de proceso final de producción (mezclado, molienda, extrusión, cortado, prensado y empaque)
- Área de control de calidad de materia prima y producto terminado
- Bodega de producto terminado

K. Análisis de viabilidad económica

1. Inversión inicial

Cuadro No. 27: Inversión inicial en oficinas administrativas y ventas

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Oficinas administrativas y ventas	Escritorio	4	400.00	1,600.00
	Silla	6	200.00	1,200.00
	Computadora	4	8,000.00	32,000.00
	Fax	1	1,000.00	1,000.00
	Planta telefónica	1	2,500.00	2,500.00
	Archivo	2	400.00	800.00
	Basurero	4	20.00	80.00
	Fotocopiadora	1	4,000.00	4,000.00
			TOTAL	43,180.00

Cuadro No. 28: Inversión inicial en área de recursos humanos

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Recursos humanos	Escritorio	1	400.00	400.00
	Silla	1	200.00	200.00
	Computadora	1	8,000.00	8,000.00
	Basurero	1	20.00	20.00
	Archivo	1	400.00	400.00
			TOTAL	9,020.00

Cuadro No. 29: Inversión inicial en bodega de materia prima

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Bodega de materia prima	Balanza	1	5,000.00	5,000.00
	Estanterías	5	611.00	3,055.00
	Montacargas	1	80,000.00	80,000.00
	Mesa de trabajo	1	250.00	250.00
	Extintor	1	350.00	350.00
	Escritorio	1	400.00	400.00
	Silla	1	200.00	200.00
	Escalera	1	700.00	700.00
	Carretilla	1	250.00	250.00
	Archivo	1	400.00	400.00
	Basurero	1	20.00	20.00
Utensilios de trabajo	1	1,000.00	1,000.00	
			TOTAL	91,625.00

Cuadro No. 30: Inversión inicial en área de producción

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Área de producción	Tanque de aceites	1	19,000.00	19,000.00
	Tanque de álcalis	1	19,000.00	19,000.00
	Tanque de salmuera	1	19,000.00	19,000.00
	Reactor	1	41,800.00	41,800.00
	Mezclador	1	168,682.00	168,682.00
	Molino de rodillos	1	137,940.00	137,940.00
	Extrusor	1	203,870.00	203,870.00
	Cortadora	1	12,540.00	12,540.00
	Troqueladora	1	98,496.00	98,496.00
Extintor	1	350.00	350.00	
			TOTAL	720,678.00

Cuadro No. 31: Inversión inicial en control de calidad

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Control de calidad	Balanza analítica	1	3,524.00	3,524.00
	pH metro	1	2,962.00	2,962.00
	Viscosímetro	1	3,800.00	3,800.00
	Probetas	2	80.00	160.00
	Pipetas	5	150.00	750.00
	Beakers	8	50.00	400.00
	Buretas	2	200.00	400.00
	Termómetros	2	110.00	220.00
			TOTAL	12,216.00

Cuadro No. 32: Inversión inicial en bodega de producto terminado

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Bodega de producto terminado	Tarimas	4	825.00	3,300.00
	Caretilla	2	250.00	500.00
	Escritorio	1	400.00	400.00
	Silla	1	200.00	200.00
	Basurero	1	20.00	20.00
	Archivo	1	400.00	400.00
	Extintor	1	350.00	350.00
	Escalera	1	700.00	700.00
			TOTAL	5,870.00

Cuadro No. 33: Inversión inicial en departamento de mantenimiento

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Departamento de mantenimiento	Escritorio	1	400.00	400.00
	Silla	1	200.00	200.00
	Mesa de trabajo	2	250.00	500.00
	Herramientas	1	8,000.00	8,000.00
	Extintor	1	350.00	350.00
	Basurero	1	20.00	20.00
			TOTAL	9,470.00

Cuadro No. 34: Inversión inicial en comedor

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Comedor	Mesa	3	150.00	450.00
	Silla	18	50.00	900.00
	Microondas	1	600.00	600.00
	Refrigeradora	1	1,500.00	1,500.00
	Basurero	2	20.00	40.00
			TOTAL	3,490.00

Cuadro No. 35: Inversión inicial en baños y vestidores

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Baños y vestidores	Casilleros	2	400.00	800.00
	Bancas	2	100.00	200.00
	Basurero	3	20.00	60.00
			TOTAL	1,060.00

Cuadro No. 36: Inversión inicial en vehículos

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Vehículos	Vehículos	2	80,000.00	160,000.00
			TOTAL	160,000.00

Cuadro No. 37: Otras inversiones iniciales

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Otros	Bomba de agua general	1	5,500.00	5,500.00
	Acondicionamiento de la planta	1	50,000.00	50,000.00
	Compra licencia Microsoft Office	5	1,000.00	5,000.00
	Camilla	1	250.00	250.00
	Señalización de planta	1	1,000.00	1,000.00
			TOTAL	61,750.00

Cuadro No. 38: Inversión inicial total

ÁREA	COSTO (Q)
Oficinas administrativas y ventas	43,180.00
Recursos humanos	9,020.00
Bodega de materia prima	91,625.00
Área de producción	720,678.00
Control de calidad	12,216.00
Bodega de producto terminado	5,870.00
Departamento de mantenimiento	9,470.00
Comedor	3,490.00
Baños y vestidores	1,060.00
Vehículos	160,000.00
Otros	61,750.00
TOTAL	1,118,359.00

2. Costos fijos

Cuadro No. 39: Costos fijos en oficinas administrativas y ventas

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Oficinas administrativas y ventas	Servicio de internet	12	400.00	4,800.00
	Servicio de extracción de basura	1	360.00	360.00
	Servicio de agua	12	500.00	6,000.00
	Servicio de luz	12	700.00	8,400.00
	Servicio de teléfono	1	8,400.00	8,400.00
	Material de Oficina	12	200.00	2,400.00
			TOTAL	30,360.00

Cuadro No. 40: Costos fijos en área de recursos humanos

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Recursos Humanos	Material de Oficina	1	1,500.00	1,500.00
			TOTAL	1,500.00

Cuadro No. 41: Costos fijos en bodega de materia prima

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Bodega de materia prima	Equipo de seguridad (lentes, respiradores, guantes, etc.)	1	1,000.00	1,000.00
	Material de oficina	1	100.00	100.00
			TOTAL	1,100.00

Cuadro No. 42: Costos fijos en área de producción

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Área de producción	Equipo de seguridad (lentes, respiradores, guantes, etc.)	1	1,000.00	1,000.00
			TOTAL	1,000.00

Cuadro No. 43: Costos fijos en área de comedor

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Comedor	Agua pura	12	100.00	1,200.00
			TOTAL	1,200.00

Cuadro No. 44: Costos fijos en baños y vestidores

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Baños y vestidores	Papel de baño	1	1,000.00	1,000.00
			TOTAL	1,000.00

Cuadro No. 45: Otros costos fijos

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Otros	Alquiler del local	12	10,000.00	120,000.00
	Escoba	4	12.00	48.00
	Trapeador	4	20.00	80.00
	Desinfectantes	1	350.00	350.00
	Servicio de calibración de balanza	1	500.00	500.00
	Compra licencias Antivirus	5	640.00	3,200.00
	Contabilidad externa	1	2,500.00	2,500.00
	Kit de primeros auxilios	1	300.00	300.00
	Servicio de seguridad	1	2,000.00	2,000.00
	Servicio de alarma	12	350.00	4,200.00
	Sueldos administrativos	12	78,987.80	947,853.64
Uniformes	9	200.00	1,800.00	
			TOTAL	1,082,831.64

Cuadro No. 46: Costos fijos de vehículos

ÁREA	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO POR UNIDAD (Q)	COSTO (Q)
Vehículos	Seguro de vehículos	12	1,000.00	12,000.00
	Combustible	12	1,800.00	21,600.00
			TOTAL	33,600.00

Cuadro No. 47: Costos fijos anuales

ÁREA	COSTO (Q)
Oficinas administrativas y ventas	30,360.00
Recursos humanos	1,500.00
Bodega de materia prima	1,100.00
Área de producción	1,000.00
Comedor	1,200.00
Baños y vestidores	1,000.00
Vehículos	33,600.00
Otros	1,082,831.64
TOTAL	1,152,591.64

3. Costos variables

Cuadro No. 48: Costos variables

COSTO	COSTO ANUAL (Q)
MATERIA PRIMA	533,839.68
MATERIAL DE EMPAQUE	82,080.00
SUELDOS MANO DE OBRA	14,308.33
ENERGÍA ELECTRICA	4,140.07
TOTAL	634,368.07

4. Depreciación

Cuadro No. 49: Depreciación de inversión inicial del año 1 al 4

	ARTICULO	MONTO INICIAL (Q)	AÑOS DE DEPRECIACIÓN	AÑO 1 (Q)	AÑO 2 (Q)	AÑO 3 (Q)	AÑO 4 (Q)
1	Escritorio	3,300.00	7	471.57	808.17	577.17	412.17
2	Silla	2,700.00	7	385.83	661.23	472.23	337.23
3	Computadora	40,000.00	5	8,000.00	12,800.00	7,680.00	4,608.00
4	Archivo	2,000.00	7	285.80	489.80	349.80	249.80
5	Balanza	5,000.00	5	1,000.00	1,600.00	960.00	576.00
6	Estanterías	3,055.00	7	436.56	748.17	534.32	381.57
7	Montacargas	80,000.00	5	16,000.00	25,600.00	15,360.00	9,216.00
8	Mesa de trabajo	750.00	7	107.18	183.68	131.18	93.68
9	Extintor	1,400.00	7	200.06	342.86	244.86	174.86
10	Escalera	1,400.00	7	200.06	342.86	244.86	174.86
11	Carretilla	750.00	3	249.98	333.38	111.08	55.58
12	Tarimas	3,300.00	7	471.57	808.17	577.17	412.17
13	Tanque de aceites	19,000.00	7	2,715.10	4,653.10	3,323.10	2,373.10
14	Tanque de álcalis	19,000.00	7	2,715.10	4,653.10	3,323.10	2,373.10
15	Tanque de salmuera	19,000.00	7	2,715.10	4,653.10	3,323.10	2,373.10
16	Reactor	41,800.00	7	5,973.22	10,236.82	7,310.82	5,220.82
17	Mezclador	168,682.00	7	24,104.66	41,310.22	29,502.48	21,068.38
18	Molino de rodillos	137,940.00	7	19,711.63	33,781.51	24,125.71	17,228.71
19	Extrusor	203,870.00	7	29,133.02	49,927.76	35,656.86	25,463.36
20	Cortadora	12,540.00	7	1,791.97	3,071.05	2,193.25	1,566.25
21	Troqueladora	98,496.00	7	14,075.08	24,121.67	17,226.95	12,302.15
22	Balanza analítica	3,524.00	5	704.80	1,127.68	676.61	405.96
23	pH metro	2,962.00	5	592.40	947.84	568.70	341.22

Continuación cuadro No. 49: Depreciación de la inversión inicial del año 1 al 4

	ARTICULO	MONTO INICIAL (Q)	AÑOS DE DEPRECIACIÓN	AÑO 1 (Q)	AÑO 2 (Q)	AÑO 3 (Q)	AÑO 4 (Q)
24	Viscosímetro	3,800.00	5	760.00	1,216.00	729.60	437.76
25	Probetas	160.00	7	22.86	39.18	27.98	19.98
26	Pipetas	750.00	7	107.18	183.68	131.18	93.68
27	Beakers	400.00	7	57.16	97.96	69.96	49.96
28	Buretas	400.00	7	57.16	97.96	69.96	49.96
29	Termómetro	220.00	7	31.44	53.88	38.48	27.48
30	Fax	1,000.00	5	200.00	320.00	192.00	115.20
31	Fotocopiadora	4,000.00	5	800.00	1,280.00	768.00	460.80
32	Microondas	600.00	7	85.74	146.94	104.94	74.94
33	Refrigeradora	1,500.00	7	214.35	367.35	262.35	187.35
34	Casillero	800.00	7	114.32	195.92	139.92	99.92
35	Bancas	200.00	7	28.58	48.98	34.98	24.98
36	Planta telefónica	2,500.00	5	500.00	800.00	480.00	288.00
37	Vehículos	160,000.00	5	32,000.00	51,200.00	30,720.00	18,432.00
				167,019.46	279,250.00	188,242.69	127,770.07

Cuadro No. 50: Depreciación de la inversión inicial del año 5 al 8

	ARTICULO	MONTO INICIAL (Q)	AÑOS DE DEPRECIACIÓN	AÑO 5 (Q)	AÑO 6 (Q)	AÑO 7 (Q)	AÑO 8 (Q)
1	Escritorio	3,300.00	7	294.69	294.36	294.69	147.18
2	Silla	2,700.00	7	241.11	240.84	241.11	120.42
3	Computadora	40,000.00	5	4,608.00	2,304.00		
4	Archivo	2,000.00	7	178.60	178.40	178.60	89.20
5	Balanza	5,000.00	5	576.00	288.00		
6	Estanterías	3,055.00	7	272.81	272.51	272.81	136.25
7	Montacargas	80,000.00	5	9,216.00	4,608.00		
8	Mesa de trabajo	750.00	7	66.98	66.90	66.98	33.45
9	Extintor	1,400.00	7	125.02	124.88	125.02	62.44
10	Escalera	1,400.00	7	125.02	124.88	125.02	62.44
11	Carretilla	750.00	3				
12	Tarimas	3,300.00	7	294.69	294.36	294.69	147.18
13	Tanque de aceites	19,000.00	7	1,696.70	1,694.80	1,696.70	847.40
14	Tanque de álcalis	19,000.00	7	1,696.70	1,694.80	1,696.70	847.40
15	Tanque de salmuera	19,000.00	7	1,696.70	1,694.80	1,696.70	847.40
16	Reactor	41,800.00	7	3,732.74	3,728.56	3,732.74	1,864.28
17	Mezclador	168,682.00	7	15,063.30	15,046.43	15,063.30	7,523.22
18	Molino de rodillos	137,940.00	7	12,318.04	12,304.25	12,318.04	6,152.12
19	Extrusor	203,870.00	7	18,205.59	18,185.20	18,205.59	9,092.60
20	Cortadora	12,540.00	7	1,119.82	1,118.57	1,119.82	559.28
21	Troqueladora	98,496.00	7	8,795.69	8,785.84	8,795.69	4,392.92
22	Balanza analítica	3,524.00	5	405.96	202.98		
23	pH metro	2,962.00	5	341.22	170.61		

Continuación cuadro No. 50: Depreciación de la inversión inicial del año 5 al 8

	ARTICULO	MONTO INICIAL (Q)	AÑOS DE DEPRECIACIÓN	AÑO 5 (Q)	AÑO 6 (Q)	AÑO 7 (Q)	AÑO 8 (Q)
24	Viscosímetro	3,800.00	5	437.76	218.88		
25	Probetas	160.00	7	14.29	14.27	14.29	7.14
26	Pipetas	750.00	7	66.98	66.90	66.98	33.45
27	Beakers	400.00	7	35.72	35.68	35.72	17.84
28	Buretas	400.00	7	35.72	35.68	35.72	17.84
29	Termómetro	220.00	7	19.65	19.62	19.65	9.81
30	Fax	1,000.00	5	115.20	57.60		
31	Fotocopiadora	4,000.00	5	460.80	230.40		
32	Microondas	600.00	7	53.58	53.52	53.58	26.76
33	Refrigeradora	1,500.00	7	133.95	133.80	133.95	66.90
34	Casillero	800.00	7	71.44	71.36	71.44	35.68
35	Bancas	200.00	7	17.86	17.84	17.86	8.92
36	Planta telefónica	2,500.00	5	288.00	144.00		
37	Vehículos	160,000.00	5	18,432.00	9,216.00		
				101,254.33	83,739.53	66,373.39	33,149.53

5. Análisis del TIR

Cuadro No. 51: Especificaciones de la inversión

PRECIO DE UNIDAD DE VENTA	Q5.05
UNIDADES VENDIDAS AL AÑO	432,000
INCREMENTO EN VENTAS ANUAL	11%
CRECIMIENTO ANUAL EN COSTOS FIJOS Y VARIABLES	5.50%
ISR	5%

Cuadro No. 52: Flujo de caja del año 1 al 5

Los valores entre paréntesis son cifras negativas

AÑO	0 (Q)	1 (Q)	2 (Q)	3 (Q)	4 (Q)	5 (Q)
INGRESOS		2,181,600.00	2,421,576.00	2,687,949.36	2,983,623.79	3,311,822.41
COSTOS VARIABLES		634,368.07	669,258.32	706,067.52	744,901.24	785,870.81
COSTOS FABRICACIÓN FIJOS		1,152,591.64	1,215,984.18	1,282,863.31	1,353,420.79	1,427,858.94
DEPRECIACIÓN		167,019.46	279,250.00	188,242.69	127,770.07	101,254.33
UTILIDAD ANTES IMPUESTO		227,620.83	257,083.50	510,775.84	757,531.69	996,838.33
IMPUESTO		11,381.04	12,854.17	25,538.79	37,876.58	49,841.92
UTILIDAD NETA		216,239.79	244,229.32	485,237.05	719,655.10	946,996.41
DEPRECIACIÓN		167,019.46	279,250.00	188,242.69	127,770.07	101,254.33
INVERSIÓN INICIAL	1,118,359.00					
FLUJO DE CAJA	(1,118,359.00)	383,259.25	523,479.33	673,479.73	847,425.17	1,048,250.75

Cuadro No. 53: Flujo de caja del año 6 al 10

AÑO	6 (Q)	7 (Q)	8 (Q)	9 (Q)	10 (Q)
INGRESOS	3,676,122.87	4,080,496.39	4,529,350.99	5,027,579.60	5,580,613.35
COSTOS VARIABLES	829,093.70	874,693.85	922,802.02	973,556.13	1,027,101.71
COSTOS FABRICACIÓN FIJOS	1,506,391.18	1,589,242.69	1,676,651.04	1,768,866.85	1,866,154.52
DEPRECIACIÓN	83,739.53	66,373.39	33,149.53		
UTILIDAD ANTES IMPUESTO	1,256,898.46	1,550,186.45	1,896,748.40	2,285,156.62	2,687,357.12
IMPUESTO	62,844.92	77,509.32	94,837.42	114,257.83	134,367.86
UTILIDAD NETA	1,194,053.54	1,472,677.13	1,801,910.98	2,170,898.79	2,552,989.26
DEPRECIACIÓN	83,739.53	66,373.39	33,149.53		
INVERSIÓN INICIAL					
FLUJO DE CAJA	1,277,793.07	1,539,050.52	1,835,060.51	2,170,898.79	2,552,989.26

Cuadro No. 54: Tasa Interna de Retorno (TIR)

TIR	58.03%
-----	--------

Cuadro No. 55: Valor Actual Neto (VAN)

Para el cálculo del valor actual neto se utilizo una tasa de interés de 0.045

AÑO	VALOR ACTUAL (Q)
0	(1,118,359.00)
1	366,755.26
2	458,723.16
3	590,168.00
4	710,617.99
5	841,169.91
6	981,211.85
7	1,130,938.12
8	1,290,387.26
9	1,460,807.41
10	1,643,940.46
VAN	8,356,360.42

Ilustración No. 22: Análisis del punto de equilibrio para la línea de producción de jabón de tocador en barra con extracto de canela en pequeña empresa

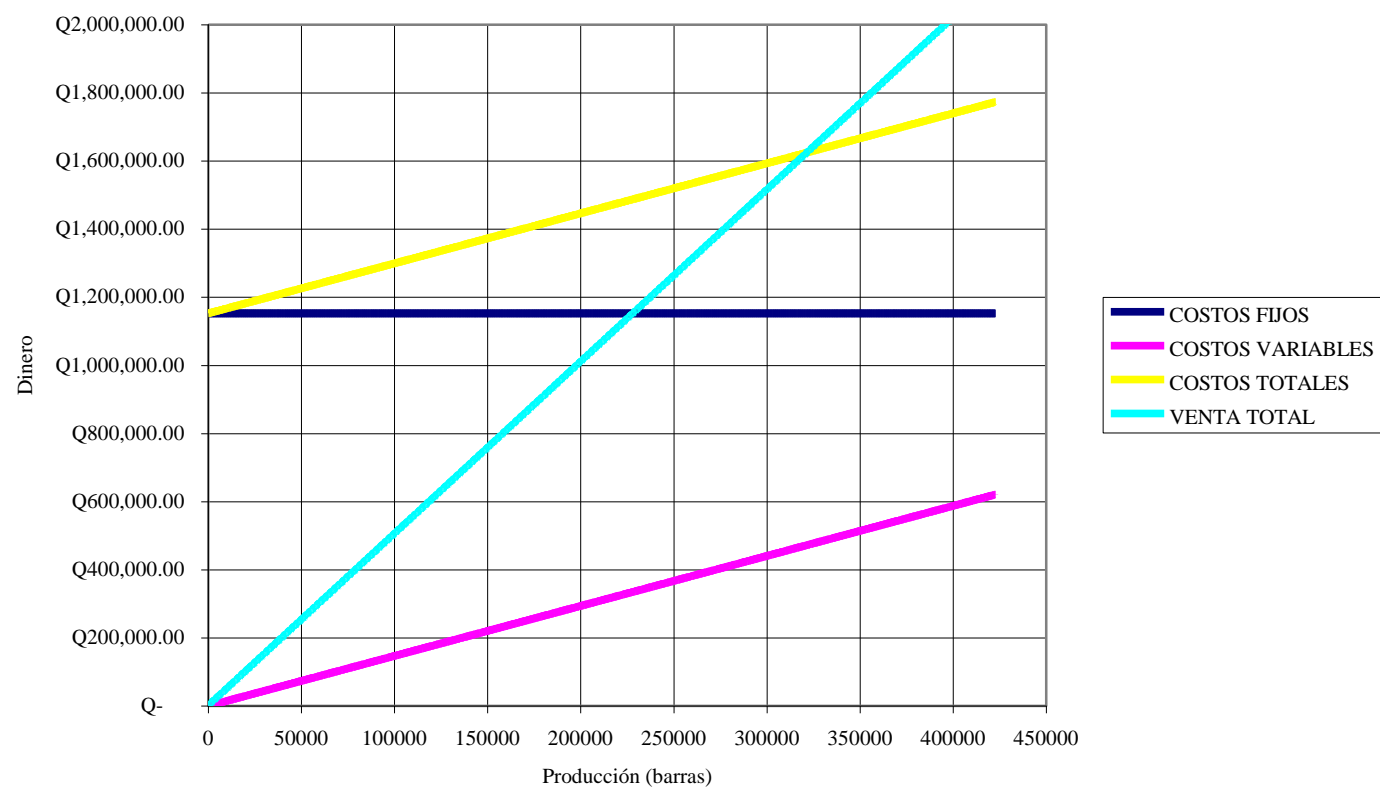


Ilustración No. 23: Acercamiento del punto de equilibrio

