



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

***“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA  
AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN  
DE CHOCOLATE EN LA PLANTA PROCESADORA  
GLOBALIZANDO LA SOLIDARIDAD A.C.”***

DESARROLLADO POR:

**GALDÁMEZ CANO ELENA MARGARITA**  
**05270380**

ASESOR

**ING. GUTIÉRREZ DOMINGUEZ MARCO ANTONIO**

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

# INDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>CAPITULO 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>3</b>
1.1 Antecedentes del problema .....	4
1.2 Definición del problema .....	4
1.3 Objetivos .....	4
1.3.1 Objetivo General .....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Delimitación del problema .....	5
1.4.1 Alcances .....	5
1.4.2 Limitantes.....	5
1.5 Justificación .....	5
1.6 Hipótesis.....	6
<b>CAPITULO 2 ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Historia General de la Empresa.....	8
2.2 Descripción de la Empresa .....	9
2.2.1 Actividad Principal.....	10
2.3 Organigrama de la Empresa .....	11
2.3.1 Estructura Organizativa y Actividades Prioritarias.....	12
2.4 Localización de la Empresa.....	14
2.5 Diagrama General de la Planta.....	14
2.6 Descripción del Proceso .....	14
2.7 Descripción del Producto .....	16
<b>CAPITULO 3 MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
3.1 Morfología y Taxonomía .....	18
3.1.1 Exigencias en Clima y Suelo.....	19
3.1.2 Variedades Comerciales.....	21
3.1.3 Plagas .....	23
3.1.4 Enfermedades .....	25
3.1.5 Tratamiento del Fruto.....	28
3.2 Proceso de Elaboración de Chocolate.....	31
3.3 Análisis de Factibilidad .....	37

3.3.1 Estudio de Mercado .....	38
3.3.2 Factibilidad Técnica .....	40
3.3.3 Factibilidad Económica Financiera .....	40
3.4 Análisis de la Capacidad de las Máquinas .....	42
3.5 Análisis de Costos .....	46
3.5.1 Tipos de Costos .....	47
<b>CAPITULO 4 ANÁLISIS DEL PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN .....</b>	<b>52</b>
4.1 Descripción del Proceso para la Producción de Chocolate .....	53
4.2 Diagrama de Bloques del Proceso .....	55
4.3 Diagrama de Flujo .....	56
4.4 Características y Capacidades de las Máquinas .....	58
4.5 Tiempos del Proceso de Elaboración de Chocolate .....	63
4.6 Conclusión del Análisis de la Capacidad de las Máquinas .....	64
4.7 Análisis de los Puntos Críticos .....	64
4.8 producción Mensual de cajas de chocolate de 540 gr de la Empresa Globalizando la Solidaridad A.C. ....	66
<b>CAPITULO 5 PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN .....</b>	<b>67</b>
5.1 Descripción de la Propuesta de automatización del proceso de Producción de la Planta Globalizando la Solidaridad A.C. ....	68
5.2 Elaboración de Diagramas de Proceso .....	68
5.2.1 Diagrama de Bloque .....	68
5.2.2 Diagrama de Flujo .....	69
5.3 Características y Capacidades de las Máquinas .....	70
5.4 Tiempos del Proceso de Elaboración del Chocolate .....	76
5.5 Propuesta de Distribución de Planta para el Proceso Automatizado del Chocolate en la Empresa Globalizando la Solidaridad A.C. ....	78
<b>CAPITULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>79</b>
6.1 Tabla Comparativa entre los Tiempos totales de Proceso para la Producción de Chocolate con 40 kg de cacao .....	80
6.2 Conclusiones .....	81
6.3 Recomendaciones .....	82
<b>FUENTES BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>83</b>



## INTRODUCCIÓN

La automatización supone una gran inversión en activos productivos; también puede suponer un aumento en los costos de mantenimiento y una disminución de la flexibilidad de los recursos, sin embargo, en el caso de que la repetitividad sea lo suficientemente alta, los beneficios de la automatización sobrepasarán sus inconvenientes. Además, de que con la implantación de la misma habrá una reducción de los costos fijos y variables.

La automatización de los procesos productivos permite incrementar la producción de la planta, reducir los tiempos de operación y desperdicios de materia prima, aumenta la calidad en el producto y da un mejor tiempo de respuesta ante los pedidos de los clientes.

Este proyecto tiene como finalidad realizar una propuesta de automatización en el proceso de elaboración de chocolate de la planta Globalizando la Solidaridad A.C. para esto, se evalúan las capacidades de ambos procesos (manual y automatizado), comparando los tiempos del proceso manual y automatizado.



## **1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**



## **1.1 Antecedentes.**

La planta procesadora Globalizando la Solidaridad A.C., es una empresa de reciente creación por lo que actualmente para la elaboración del chocolate se realiza de forma artesanal, se cuenta con una variedad de máquinas que les ayudan en el proceso de la elaboración de chocolate; pero existen dos procesos que son sumamente laboriosos y propician cuellos de botella. El primero de ellos es la molienda del cacao para el cual se requiere aproximadamente de 2 horas y el segundo es el moldeado del chocolate que se hace en tres horas y media.

Por lo cual la empresa está viendo la posibilidad de automatizar el área de producción de chocolate principalmente para la reducción de costos de producción.

## **1.2 Definición del Problema**

Propuesta para implementar la automatización del proceso productivo para reducir los costos de producción.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Presentar propuesta de automatización para el proceso de elaboración de chocolate en la planta Globalizando la Solidaridad A.C.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Analizar la capacidad de producción del proceso manual y automatizado del área de producción de chocolate.
- Conocer diferentes tipos de maquinaria para la automatización de chocolate.
- Disminuir los costos de producción del proceso de elaboración de chocolate.



## **1.4 Delimitación del problema**

### **1.4.1 Alcances**

Con la elaboración de este proyecto se pretende proponer un diseño para la automatización del proceso de elaboración de chocolate, mediante maquinaria y equipo de automatización que exista en el mercado, con el fin de reducir tiempos y costos de producción, mejorando el proceso técnico para la obtención de beneficios de la planta Globalizando la Solidaridad A.C. durante el periodo agosto-diciembre.

### **1.4.2 Limitantes**

- No existe suficiente información acerca de la maquinaria para la automatización del proceso de elaboración del chocolate.
- Existen pocos proveedores de maquinaria para la automatización del proceso de elaboración de chocolate.
- La empresa no cuenta con un proceso estandarizado.
- Falta de personal capacitado para encargarse de la automatización del área de producción de elaboración de chocolate.

## **1.5 Justificación**

Los avances tecnológicos han permitido que las empresas automaticen sus procesos para facilitarlos y optimizar sus recursos. Otra de las ventajas es estar a la vanguardia y no quedarse obsoletos, para estar a la altura de la competencia y más aún ir un paso adelante.

La planta Globalizando la Solidaridad A.C., está aumentando su producción, por lo que ha decidido mejorar el proceso, pues parte del proceso es de forma artesanal y esto hace que la elaboración del chocolate sea mucho más lento y costoso. Es por eso que por medio de este proyecto, se pretende



darle un modelo de automatización, con el cual se puede guiar y en un futuro tomarla en cuenta.

## **1.6 Hipótesis**

La automatización del área de producción de elaboración de chocolate nos permitirá disminuir los desperdicios, la fatiga de los empleados y la reducción de tiempos de producción.





## **2 ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA**



## 2.1 Historia General de la empresa.

Globalizando la solidaridad A.C (GSOL) es una empresa que comenzó su labor en el año 2004 a cargo del C.P. Elmer Díaz Roblero, cuando comunidades decidieron organizarse para emprender un proyecto nuevo y contar con su propio sustento económico.

La actividad de estos grupos y personas era la cafecultura, por lo que el café es su origen y sigue siendo el elemento fundamental de la identidad.

En estos momentos se está considerando la industrialización del cacao para dar respuestas colectivas a los problemas inherentes en la producción y comercialización de café y cacao.

Después de varios años trabajando para consolidar la organización que la integran, en su acta constitutiva, se habla de que la misión de la empresa Globalizando la Solidaridad A.C. es promover la producción agro ecológica mediante la capacitación y la asesoría a hombres y mujeres que habitan en las regiones cafetaleras del Estado de Chiapas. Sin embargo, después de casi diez años de crecimiento y consolidación, la asociación se ha fortalecido en su funcionamiento y en sus planteamientos; fijándose principalmente en los objetivos de luchar contra el hambre, la extrema pobreza, la discriminación, el analfabetismo, la marginación, la desigualdad, la falta de fuentes de trabajo entre otros factores que evitan el desarrollo y crecimiento de pequeños productores.



## 2.2 Descripción de la Empresa.

### OBJETIVOS:

- Fortalecer la organización de los grupos de productores asociados.
- Promover la agricultura orgánica, ofreciendo productos de calidad libres de agentes químicos.
- Promover la comercialización de nuestros productos.
- Fomentar la protección del suelo mediante labores de conservación.
- Crear fuentes de trabajo en las comunidades rurales como alternativa al desempleo y migración.
- Diversificar las actividades productivas de nuestros socios.
- Reconocer el papel de la mujer en la actividad productiva y en la toma de decisiones.
- Mejorar la nutrición y la salud de las comunidades rurales.
- Recuperar la cultura e identidad de los grupos indígenas participantes.
- Formar promotores locales que aseguren la continuación del proceso agro-ecológico.
- Lograr a largo plazo la autosuficiencia técnica y económica de la organización.

### MISIÓN:

Somos una organización indígena y campesina; incluyente y tolerante, que busca el desarrollo de hombres y mujeres mediante el trabajo común y organizado; basado en la solidaridad y el respeto al medio ambiente; generando productos y servicios alternativos con calidad y calidez.

### VISIÓN:

Ser una organización de organizaciones sociales fortalecidas por su identidad, que encuentre el equilibrio entre el desarrollo de empresas sociales,



y, las comunidades rurales comprometidas con la conservación del medio ambiente, impulsando el sostenimiento de nuestras familias.

#### **VALORES:**

- Lealtad.
- Honestidad.
- Respeto.
- Responsabilidad.
- Disciplina.
- Perseverancia.
- Objetividad.

#### **RAZÓN SOCIAL:**

Globalizando la Solidaridad A.C.

##### **2.2.1 Actividad Principal.**

Los productores asociados a las organizaciones que integran la empresa Globalizando la Solidaridad A.C. son mayoritariamente campesinos e indígenas de origen tzotzil, tzeltal, chuj, tojolabal, cak'chiquel y mame. Todos los socios se pueden considerar dentro del rubro social de bajos ingresos, teniendo como común denominador el poseer en forma individual menos de cinco hectáreas de superficie de cultivo. Las actividades principales de los socios son: El cultivo de cacao, la producción de café orgánico, cultivo básicos para el autoconsumo (maíz, frijol), y hortalizas.

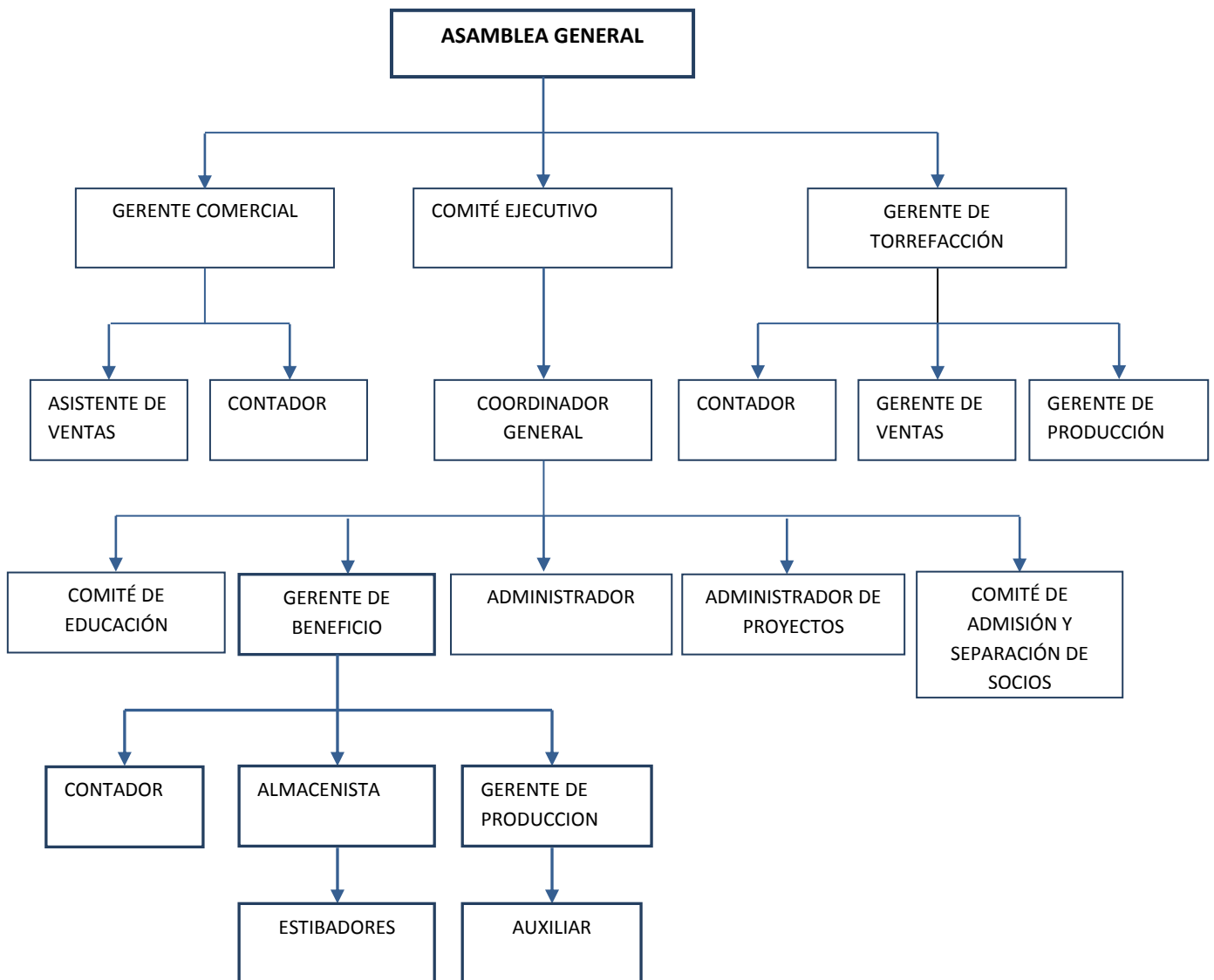
La empresa Globalizando la Solidaridad A.C. es una organización regional y está formada por Organizaciones y Ejidos productoras de cacao y organizaciones de mujeres. Todas las organizaciones se encuentran



distribuidas en el toda la región del soconusco; pero la empresa está ubicada en Carretera Huixtla – Motozintla Km. 9.5, Tuzantán Chiapas C.P. 30680.

### 2.3 Organigrama de la Empresa.

#### GLOBALIZANDO LA SOLIDARIDAD, A.C.



**Figura 2.1** Organigrama General de la Empresa



### 2.3.1 Estructura Organizativa y Actividades Prioritarias.

Dentro de la estructura formal de la organización, existen las siguientes instancias:

**Asamblea General de Delegados:** Integrada por tres representantes de cada organización, es la máxima autoridad.

**Comité Ejecutivo:** Integrado por un Presidente, Secretario y Tesorero, quienes son los responsables directos para representar a la organización ante Instituciones de Gobierno, así como de Administrarla y dar Dirección a sus Objetivos planteados en su Misión.

**Comité de Control y Vigilancia:** Responsable de cuidar los bienes de la Federación y supervisar la administración y el cumplimiento de compromisos internos y externos;

**Comité de Admisión y Separación de Socios:** Encargado del proceso de afiliación y bajas de productores;

**Comité de Educación:** Encargado de la socialización de los socios y sus familias a la cultura organizativa con base al trabajo colectivo y solidaridad entre socios.

La **parte operativa** son quienes ejecutan los planes de trabajo según el mandato de la Asamblea de Delegados. Cuenta con un Coordinador General elegido por la Asamblea de Delegados quien cuenta con un conocimiento amplio de la producción orgánica y comercialización.

El apoyo administrativo y contable lo proporciona el Área Administrativa. En cada localidad donde se encuentran socios de las organizaciones integrantes, existen un Promotor y un Delegado.



El **Promotor** se caracteriza por ser un productor destacado cuya responsabilidad consiste en colaborar con el Coordinador de Producción en asuntos técnicos. El trabajo de los Promotores es en servicio de los socios.

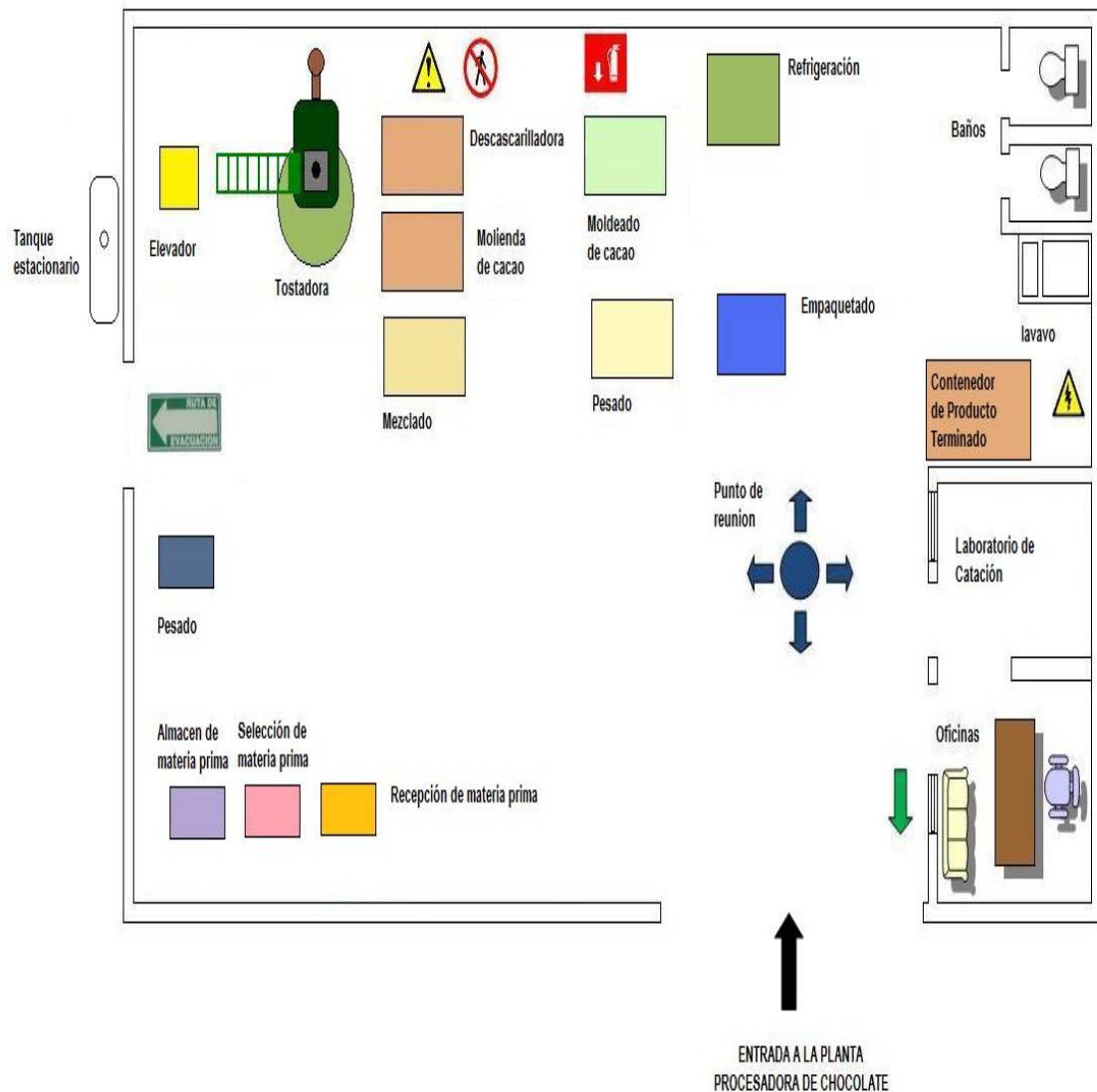
Dentro del proceso de toma de decisiones, los Delegados ocupan un lugar importante ya que representan los intereses de los socios integrantes. Los Delegados se reúnen mensualmente en la Asamblea General de Delegados Comunitarios. Esta Asamblea es el mecanismo principal para la retroalimentación y enlace entre la estructura de la organización y la base social de las organizaciones regionales. Es importante subrayar que cualquier acuerdo de la organización o cualquier asunto que afecte directamente a los productores, tiene que ser presentado a los Delegados Comunitarios para que estos en turno realicen las consultas necesarias en sus comunidades, para luego emitir sus opiniones en la siguiente Asamblea.

Este proceso ha sido fundamental para asegurar que la comunicación sea relevante para la planeación de la organización hacia las organizaciones y su base social.

## **2.4 Localización de la Empresa**

La planta procesadora de chocolate se localiza en Carretera Huixtla – Motozintla Km. 9.5, Tuzantán Chiapas C.P. 30680.

## 2.5 Diagrama General de la Planta.



## 2.6 Descripción del Proceso.

1. Recepción De Cacao: se verifica la calidad del grano, obteniendo una muestra por cada saco, si existe alguna anomalía (fermentación, grano húmedo o manchado) el saco se separa. Posteriormente se calcula el rendimiento, esto se hace de la siguiente manera: se verifica las habas, la proporción y tamaño, después se deposita al tostador, esto





depende directamente de la calidad del cacao a mayor rendimiento mejor calidad.

2. Se pesan por sacos y se documenta clasificándolo por organización y fecha de recepción.
3. Se estiban en las tongas correspondientes.
4. Se vuelven a pesar los sacos antes de entrar al proceso, para llevar un control de cuanto cacao entra a la torrefactora.
5. Se llevan los sacos a la tolva para dar inicio al proceso.
6. Se procede a la tostación del caco, el cual tarda aproximadamente 45 min., y posteriormente es colocado en la tolva de enfriamiento de la misma tostadora.
7. Una vez tostado el cacao, se lleva a la descascarilladora; la cual no es muy eficiente por lo que es necesario hacer esta operación tres veces.
8. Se muele el cacao y la canela, por cada kilo de cacao se le agrega  $\frac{1}{4}$  de canela.
9. Se lleva a la mezcladora y en este proceso se le añade 2 kilos de azúcar refinada por cada kilo de chocolate.
10. Se pesan 540 gr de producto en la báscula.
11. Una vez pesado se moldean en moldes de plástico con una capacidad de 540 gr, con 6 divisiones, las tabletas de chocolate no pesan 90 gr cada una como debería ser.



12. Posteriormente se envuelven en bolsas de celofán que se cierran con una selladora.
  
13. Se empacan en cajas de 540 gr.
  
14. por último se colocan en recipientes de plástico y son transportados al almacén de productos terminados.

## **2.7 Descripción del Producto.**

Actualmente la empresa Globalizando la Solidaridad A.C. elabora únicamente el chocolate en forma de barra-circular, empaquetados en cajas; cada una con 6 barras circulares con un peso total de 540 gr. envueltas en papel celofán.



### **3 MARCO TEORICO**



### 3.1 Morfología y Taxonomía

**Familia:** Esterculiáceas.

**Especie:** Theobroma cacao L.

**Origen:** Trópicos húmedos de América, noroeste de América del Sur, zona amazónica.

**Planta:** Árbol de tamaño mediano (5-8 m) aunque puede alcanzar alturas de hasta 20 m cuando crece libremente bajo sombra intensa. Su corona es densa, redondeada y con un diámetro de 7 a 9 m. Tronco recto que se puede desarrollar en formas muy variadas, según las condiciones ambientales.

**Sistema radicular:** Raíz principal pivotante y tiene muchas secundarias, la mayoría de las cuales se encuentran en los primeros 30 cm de suelo.

**Hojas:** Simples, enteras y de color verde bastante variable (color café claro, morado o rojizo, verde pálido) y de pecíolo corto.

**Flores:** Son pequeñas y se producen, al igual que los frutos, en racimos pequeños sobre el tejido maduro mayor de un año del tronco y de las ramas, alrededor en los sitios donde antes hubo hojas. Las flores son pequeñas, se abren durante las tardes y pueden ser fecundadas durante todo el día siguiente. El cáliz es de color rosa con segmentos puntiagudos; la corola es de color blancuzco, amarillo o rosa. Los pétalos son largos. La polinización es entomófila destacando una mosquita del género *Forcipomya*.

**Fruto:** De tamaño, color y formas variables, pero generalmente tienen forma de baya, de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, siendo lisos o acostillados, de forma elíptica y de color rojo, amarillo, morado o café. La pared del fruto es gruesa, dura o suave y de consistencia como de cuero. Los frutos se dividen interiormente en cinco celdas. La pulpa es blanca, rosada o café, de sabor ácido a dulce y aromática. El contenido de semillas por baya es de 20 a 40 y son planas o redondeadas, de color blanco, café o morado, de sabor dulce o amargo.



### 3.1.1 Exigencias en clima y suelo.

#### a) Exigencias en clima

Los factores climáticos críticos para el desarrollo del cacao son la temperatura y la lluvia. A estos se le unen el viento y la luz o radiación solar. El cacao es una planta que se desarrolla bajo sombra. La humedad relativa también es importante ya que puede contribuir a la propagación de algunas enfermedades del fruto. Estas exigencias climáticas han hecho que el cultivo de cacao se concentre en las tierras bajas tropicales. Publicidad

##### ✓ **Temperatura.**

El cacao no soporta temperaturas bajas, siendo su límite medio anual de temperatura los 21 °C ya que es difícil cultivar cacao satisfactoriamente con una temperatura más baja. Las temperaturas extremas muy altas pueden provocar alteraciones fisiológicas en el árbol por lo que es un cultivo que debe estar bajo sombra para que los rayos solares no incidan directamente y se incremente la temperatura.

La temperatura determina la formación de flores. Cuando ésta es menor de 21 °C la floración es menor que a 25 °C, donde la floración es normal y abundante. Esto provoca que en determinadas zonas la producción de mazorcas sea estacional y durante algunas semanas no haya cosecha, cuando las temperaturas sean inferiores a 22 °C.

##### ✓ **Agua.**

El cacao es una planta sensible a la escasez de agua pero también al encharcamiento por lo que se precisarán de suelos provistos de un buen drenaje. Un anegamiento o estancamiento puede provocar la asfixia de las raíces y su muerte en muy poco tiempo.

Las necesidades de agua oscilan entre 1500 y 2500 mm en las zonas bajas más cálidas y entre 1200 y 1500 mm en las zonas más frescas o los valles altos.



✓ **Viento.**

Vientos continuos pueden provocar un desecamiento, muerte y caída de las hojas. Por ello en las zonas costeras es preciso el empleo de cortavientos para que el cacao no sufra daños. Los cortavientos suelen estar formados por distintas especies arbóreas (frutales o madereras) que se disponen alrededor de los árboles de cacao.

✓ **Sombreamiento.**

El cacao es un cultivo típicamente umbrófilo. El objetivo del sombreado al inicio de la plantación es reducir la cantidad de radiación que llega al cultivo para reducir la actividad de la planta y proteger al cultivo de los vientos que la puedan perjudicar. Cuando el cultivo se halla establecido se podrá reducir el porcentaje de sombreado hasta un 25 o 30 %. La luminosidad deberá estar comprendida más o menos al 50 % durante los primeros 4 años de vida de las plantas, para que estas alcancen un buen desarrollo y limiten el crecimiento de las malas hierbas.

Para el sombreado del cultivo se emplean las llamadas especies para sombra, que generalmente son otros árboles frutales intercalados en el cultivo con marcos de plantación regulares. Las especies más empleadas son las musáceas (plátano, toposhos y cambures) para sombras temporales y de leguminosas como el poro o bucare (*Eritrina sp.*) y las guabas (Ingas) para sombras permanentes. En nuevas plantaciones de cacao se están empezando a emplear otras especies de sombreado que otorgan un mayor beneficio económico como son especies maderables (laurel, cedro, cenízaro y terminalia) y/o frutales (cítricos, aguacate, zapote, árbol del pan, palmera datilera, etc.).

**b) Exigencias en suelo.**

El cacao requiere suelos muy ricos en materia orgánica, profundos, franco arcillosos, con buen drenaje y topografía regular. El factor limitante del suelo en el desarrollo del cacao es la delgada capa húmica. Esta capa se



degrada muy rápidamente cuando la superficie del suelo queda expuesta al sol, al viento y a la lluvia directa. Por ello es común el empleo de plantas leguminosas auxiliares que proporcionen la sombra necesaria y sean una fuente constante de sustancias nitrogenadas para el cultivo.

Las plantaciones están localizadas en suelos que varían desde arcillas pesadas muy erosionadas hasta arenas volcánicas recién formadas y limos, con pH que oscilan entre 4,0 y 7,0. Se puede decir que el cacao es una planta que prospera en una amplia diversidad de tipos de suelo.

### **3.1.2 Variedades comerciales:**

Se distinguen dos razas de cacao:

#### **A. Forastero (= Trinitario) o cacao amargo.**

Originario de las Américas es la raza más cultivada en las regiones cacaoteras de África y Brasil. Se caracteriza por sus frutos de cáscara dura y leñosa, de superficie relativamente tersa y de granos aplanados de color morado y sabor amargo. Dentro de esta raza destacan distintas variedades como Cundeamor, Amelonado, sambito, Calabacillo y Angoleta.

#### **B. Criollo, híbridos o cacao dulce.**

Actualmente están sustituyendo a las plantaciones antiguas de Forasteros debido a su mayor adaptabilidad a distintas condiciones ambientales y por sus frutos de mayor calidad. Se caracterizan por sus frutos de cáscara suave y semillas redondas, de color blanco a violeta, dulces y de sabor agradable. La superficie del fruto posee diez surcos longitudinales marcados, cinco de los cuales son más profundos que los que alternan con ellos. Los lomos son prominentes, verrugosos e irregulares.

### **3.1.3 Plagas.**

El cacao es una de las plantas económicas que, al mismo tiempo que pueden sufrir daños considerables a causa de los insectos, también necesita de algunos de ellos en ciertos procesos reproductivos; por ello, un abuso en el



uso indiscriminado de insecticidas puede conducir a posteriores fracasos económicos.

Además de los insectos dañinos en los cacaotales, existen insectos beneficiosos como los polinizadores, predadores y parásitos de otros insectos nocivos. Los insectos dañinos son muchos, pero son combatidos por sus predadores.

## 1. Insectos.

### ➤ **Áfidos.**

Insectos pequeños de color oscuro, siempre agrupados en colonias; atacan los brotes, las hojas y las flores; también atacan los frutos jóvenes los cuales, cuando no tienen semillas, pueden haberse desarrollado por estímulo del ataque de los insectos a la flor (partenocárpico). Es muy común encontrarlos en plantas jóvenes hasta los 6 y 7 años de edad. Estos insectos generalmente están atendidos por hormigas de los géneros *Crematogaster*, *Camponotus* y *Ectatoma*.

Hay varias especies que atacan al cacao; la más corriente y que ataca más órganos, es la especie *Toxoptera aurantii*. La especie que ataca principalmente a los pedúnculos de las flores es el *Aphis gossypii*, especie bastante cosmopolita. Se pueden combatir con Thiodan o Metasystox R. La aplicación sólo se debe repetir cuando sea necesario.

### ➤ **Cápsidos de cacao o monalonia (Monalonia braconoides)**

Dañan las mazorcas y las yemas terminales; provocan deformaciones en las mazorcas, al atacarlas y poner sus huevos. Si el ataque es muy severo o en un extremo, y cuando el fruto es bastante joven, se puede perder la mazorca pero por lo general el daño no alcanza la parte interna del fruto; en consecuencia, las semillas no se dañan. El daño principal es la muerte regresiva de las ramitas.

Esta plaga está relacionada con la escasez de sombra. Los frutos pueden ser atacados por las ninfas y los adultos, causando un daño bastante





característico que puede ser fácilmente reconocible. Es una plaga muy estacional y en ocasiones puede aparecer con caracteres alarmantes, para luego casi desaparecer; esto aparentemente se debe a que al multiplicarse abundantemente, sus enemigos naturales también aumentan en proporción. El combate debe hacerse en forma muy cuidadosa y oportuna. No se conoce muy bien el combate biológico de estos insectos. Se puede combatir con Sevin y diazinon.

➤ **Salivazo (*Clastoptera globosa*)**

Es un insecto que ataca principalmente a las flores y puede secarlas. Cuando hay un ataque fuerte puede haber mucha destrucción de flores y cojines florales; ataca también los brotes terminales. Se combate con Metasystox-R.

➤ **Chinches.**

Hay varios tipos de chinches. Pueden transmitir enfermedades y en algunos lugares se los considera como transmisores de la Moniliasis. Viven en colonias, en el pedúnculo de la mazorca, provocando lesiones parecidas a chancros o llagas oscuras de poca profundidad. Se pueden combatir con Metasystox-R.

➤ **Barrenador del tallo (*Cerambycidae*)**

Hay dos tipos. El ataque de la mayoría de estos insectos es un ataque secundario. Algunas especies pueden matar las plantitas cuando éstas son jóvenes (menores de un año de edad). La hembra raspa la corteza tierna en la parte terminal y pone sus huevos. Al desarrollarse las larvas, penetran en el tallito y se alimentan internamente, formando pequeñas galerías; alcanzan su estado de pupas después de varios meses, provocando la muerte de las plantitas o las ramas afectadas. Se combate con Thiodan.

➤ **Gusanos medidores o defoliadores.**

Son larvas de Lepidópteros que atacan generalmente el follaje tierno y causan mucha destrucción en éste. Su daño es parecido al de la hormiga, pero



se puede identificar por la forma del corte. El daño es más acentuado en la parte intervenal de la hoja. También se pueden incluir aquí los gusanos esqueletizadores que perforan las áreas intervenales y solamente dejan secas las venas de las hojas. Pueden causar daños graves estacionalmente, pero en general no constituyen un problema grave y pueden vivir en un área por mucho tiempo sin causar mucho daño. Se les combate con Sevin.

➤ **Hormigas o Zompopas.**

Defolian las plantas cortando porciones semicirculares típicas, fácilmente identificables; una planta joven puede ser completamente defoliada en poco tiempo. Las hormigas se pueden combatir atacando los nidos y destruyendo los sitios de alimentación que ellas producen en los lugares de habitación. Las aplicaciones deben hacerse durante días secos para evitar pérdidas de material.

➤ **Trips.**

Se les considera como insectos beneficiosos que ayudan a la polinización del cacao, aunque en forma poco eficiente. Cuando se localizan en las hojas y su ataque es fuerte, éstas dan la apariencia de secas o quemadas y caen fácilmente. Cuando atacan los frutos, éstos presentan un matiz herrumbroso, lo que impide la identificación de la madurez de las mazorcas. Se pueden combatir con Metasystox cuando se nota que los insectos están formando colonias. Si el ataque es a mazorcas bien jóvenes el resultado puede ser la muerte de la mazorquita.

➤ **Barrenadores del fruto (Grupo Marmara).**

Las hembras ponen los huevos en los frutos inmaduros y las larvas hacen galerías dentro de ellos, provocando una coloración pardo oscuro o café oscuro que invade parcial o totalmente la mazorca. Se combate con Lannate.

➤ **Crisomelidos.**

Pequeños coleópteros de colores brillantes. Existen muchas especies que atacan al cacao. La mayoría son plagas nocturnas de las hojas tiernas, a



las que hacen unos pequeños huecos. También pueden causar daño en los frutos, formando lesiones superficiales, que pueden servir como puertas de entrada para algunas enfermedades, aunque por sí mismas no causan pérdidas de mazorcas. Se combaten con Sevin y Thiodan.

➤ **Escolítidos.**

Hay muchas especies que atacan los troncos de cacao haciendo túneles. Algunas especies han sido relacionadas con la enfermedad llamada Mal de machete, la mayoría pertenece al género *Xyleborus*. Casi todos son insectos perforadores secundarios, que atacan troncos previamente afectados. Se puede notar acumulación de aserrín al pie de los árboles atacados por alguna especie de estos insectos. Se combaten con Sevin y Thiodan.

➤ **Joboto (*Phyllophaga* sp.)**

Las larvas de estos escarabajos pueden presentar un problema, especialmente cuando se hace un vivero en el suelo y el lugar estuvo anteriormente cultivado con maíz u otras gramíneas. Provocan daños a las raíces. Se conoce poco de estos insectos en las áreas tropicales. Se puede combatir con algunos insecticidas organofosforados.

## **2. Ácaros.**

Atacan los brotes jóvenes, especialmente en el vivero. Producen atrofia, malformación y defoliación de los brotes terminales, daños que se pueden combatir con Kelthane, Metasystox-R o con Tedion. Antes de hacer las aspersiones es recomendable podar y quemar los brotes afectados. La aplicación de cualquiera de los productos debe hacerse humedeciendo bien los brotes nuevos de la planta.

### **3.1.4 Enfermedades.**

#### **I. La mazorca negra.**

Esta es la enfermedad más importante del cacao en todas las áreas cacaoteras del mundo; causada por hongos del complejo *Phytophthora*, es



responsable de más pérdidas en las cosechas que cualquier otra enfermedad existente en la región. Aunque el hongo puede atacar plántulas y diferentes partes del árbol de cacao, como cojines florales, chupones, brotes, hojas, ramas, tronco y raíces, el principal daño lo sufren las mazorcas. En el fruto la infección aparece bajo la forma de manchas pardas, oscuras aproximadamente circulares, que rápidamente se agrandan y extienden por toda la superficie a través de la mazorca. Las almendras se infectan, resultan inservibles y en un plazo de 10 a 15 días la mazorca está totalmente podrida. La enfermedad puede ser combatida mediante técnicas culturales, el uso de fungicidas y el uso de cultivares resistentes.

## **II. Mal del machete.**

Causada por el hongo *Ceratocystis fimbriata* destruye árboles enteros. El hongo siempre infecta al cacao por medio de lesiones en los troncos y ramas principales y puede matar a un árbol rápidamente. Los primeros síntomas visibles son marchitez y amarillamiento de las hojas y en ese momento el árbol en realidad ya está muerto. En un plazo de dos a cuatro semanas la copa entera se seca, permaneciendo las hojas muertas adheridas al árbol por un tiempo.

Las lesiones por medio de las cuales penetra el hongo pueden ser causadas en forma natural, como las producidas por ramas de árboles de sombra al caer; también las puede ocasionar el trabajador con instrumentos cortantes, como machetes al podar, cosechar y deshierbar.

El Mal de Machete se disemina fácilmente por medio de herramientas contaminadas, durante la poda y la recolección, de manera que cuando se realizan estas operaciones en zonas donde existe la enfermedad, todas las herramientas deben desinfectarse al pasar de un árbol a otro. Esto se logra fácilmente limpiando las herramientas con una solución de formalina al 10 %. Es también importante evitar daño innecesario a los árboles durante las labores de limpieza, poda y remoción de chupones. Las ramas infectadas o los árboles enteros, muertos por la enfermedad, deben retirarse del cacaotal y quemarse.



### **III. Las bubas.**

Se caracterizan por un abultamiento y crecimiento anormal de los cojines florales. Aunque se han identificado cinco tipos diferentes de bubas, solamente dos son importantes: la buba de puntos verdes, causada por el hongo *Colonectria (Fusarium) rigidiuscula*, y la buba floral, cuyo agente causal se desconoce.

Las pérdidas ocasionadas por las bubas son difíciles de evaluar, pero pueden ser grandes debido a que los cojines florales atacados por la enfermedad no forman flores ni mazorcas. Las bubas pueden ser la causa de la lenta pero persistente declinación en la producción en muchas regiones cacaoteras. La única forma de combate conocida es el uso de cultivares resistentes.

### **IV. La Moniliasis.**

También conocida como Pudrición acuosa, Helada, Mancha Ceniza o Enfermedad de Quevedo, está causada por el hongo *Monilia (Moniliophthora) rozeri* E. (C. y P.).

La enfermedad ataca solamente los frutos del cacao y se considera que constituye uno de los factores limitantes de mayor importancia en la producción de esa planta. Puede provocar pérdidas que oscilan entre un 16 y 80% de la plantación. La severidad del ataque de la *Monilia* varía según la zona y época del año, de acuerdo con las condiciones del clima. Aparentemente las temperaturas altas son más favorables para la disseminación de la *Monilia*.

La infección de *Monilia* ocurre principalmente en las primeras etapas del crecimiento de las mazorcas. La primera señal de la infección; es la aparición de puntos o pequeñas manchas de un color que sugiere una maduración prematura en mazorcas que aún no han alcanzado su desarrollo completo. Las mazorcas con infecciones ocultas con frecuencia presentan tumefacciones. Cuando estas mazorcas se abren se encuentran más o menos podridas en su interior y parecen más pesadas que las mazorcas sanas de igual tamaño. Con el tiempo aparece en la superficie de la mazorca, una mancha parda rodeada



por una zona de transición de color amarillento. Esta mancha puede crecer hasta llegar a cubrir una parte considerable o la totalidad de la superficie de la mazorca. Bajo condiciones húmedas crece sobre la superficie de la mancha una especie de felpa dura y blanca de micelios de *Monilia* que puede cubrir la totalidad de la mancha, y sobre el micelio se produce gran cantidad de esporas que dan a la masa un color crema o café claro.

Para el combate de la enfermedad se ha recomendado un manejo de la sombra que permita un mayor paso de luz y una mayor aireación para reducir la humedad ambiente, realizar podas periódicas, cosechar los frutos maduros periódicamente, evitar el encharcamiento del cultivo y eliminar los frutos afectados enterrándolos, tratando de no diseminar las esporas del hongo por la plantación.

### **3.1.5 Tratamientos del fruto.**

Los granos frescos de cacao se convierten en un producto comercial por medio de cuatro operaciones principales:

#### **❖ Fermentación**

Es el proceso por medio del cual se da la calidad propia del cacao para hacer chocolate; se limpian las semillas, se mata el embrión y se da buena presentación a las almendras. Para ello se precisa de lugares acondicionados y bien ventilados. Cuando las almendras no fermentan este proceso se realiza mal o en forma deficiente, se produce el llamado cacao corriente.

Durante el proceso, la acción combinada y balanceada de temperatura, alcoholes, ácidos, pH y humedad matan el embrión, disminuye el sabor amargo por la pérdida de theobromina y se producen las reacciones bioquímicas que forman el chocolate.

La duración del sistema de fermentación no debe ser mayor de tres días para los cacaos criollos o de cotiledón blanco y de ocho para los cacaos forasteros o de cotiledón morado o púrpura. Existen varios métodos para



realizar la fermentación, siendo los más empleados la fermentación en montones, en sacos, en cajas, el método Rohan y el empleo de tendales.

#### ❖ **Lavado**

Los granos se lavan al final de la fermentación en ciertos países para eliminar las partículas de pulpa. Los tipos más burdos generalmente no necesitan lavado, puesto que la fermentación prolongada ha desintegrado completamente la pulpa. Los criollos nunca son lavados. Existe cierta influencia del lavado sobre el aroma de las variedades forasteras. La tendencia actual es la de suprimir este proceso y transferir los granos directamente de los tanques de fermentación a las secadoras.

#### ❖ **Secado**

El secado del cacao es el proceso durante el cual las almendras terminan de perder el exceso de humedad que contienen y están listas para ser vendidas y en el caso del cacao fermentado completan este proceso. Se consigue pasar de almendras con un 55 % de humedad hasta almendras con un 6 - 8 %. Durante este tiempo las almendras de cacao terminan los cambios para obtener el sabor y aroma a chocolate. También se producen cambios en el color, apareciendo el color típico marrón del cacao fermentado y secado correctamente.

Existen distintos métodos de secado pudiendo ser natural, aprovechando la temperatura de los rayos solares y obteniéndose almendras con mayor aroma, o un secado artificial mediante el empleo de estufas o secadoras mecánicas (secador Samoa) haciendo pasar una corriente de aire seco y caliente por la masa del cacao.

#### ❖ **Selección, clasificación, almacenado y encostalado**

Los granos secos se deben seleccionar para eliminar la tierra, las partículas sueltas de la cáscara de la semilla y los granos quebrados, para ello se emplean una serie de mallas dispuestas en serie y los granos pasan a través de ellas, unas corrientes de aire caliente eliminan las impurezas.



Existen normas que se aplican a los granos de cacao o almendras para tipificarlos según su calidad, para esto se toma una muestra de cacao al azar y se cortan los granos longitudinalmente. Los factores que determinan la calidad del cacao pueden agruparse en factores de la herencia, del ambiente y del beneficio (fermentación y secado).

Diferencia en las almendras de cacao con tratamiento adecuado e inadecuado.

<b>Almendra con un buen tratamiento:</b>	<b>Almendra seca con un tratamiento inadecuado:</b>
Hinchada o más gruesa	Más bien aplanada
La cáscara se separa fácilmente	Por lo general es difícil separar la cáscara
Color marrón o chocolate	Color violáceo en su interior o blanquecino
Naturaleza quebradiza	Naturaleza compacta
Sabor medianamente amargo	Sabor astringente
Aroma agradable	Aroma desagradable

**Tabla 3-1** Características del grano de cacao.





## 3.2 Proceso de Elaboración de Chocolate.

### Tostado

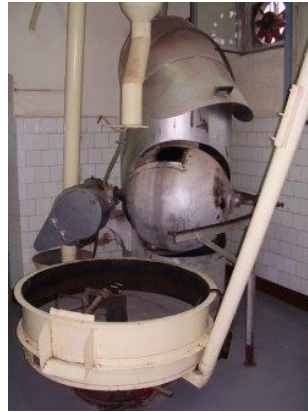
Una vez limpio el cacao se procede al tostado, un proceso fundamental, ya que en él se desprende la cubierta, se desarrolla el aroma, sabor y color del cacao, se eliminan los ácidos volátiles y se reduce la humedad del grano (de entre el 6 % y 7 % a entre 1 % y 2 %).

Según la procedencia y el tipo de producto que se quiera elaborar se elegirá el método de torrefacción adecuado. Por ejemplo, para los cacaos que se destinaran para elaborar chocolate en polvo se requiere una coloración más rojiza y para obtener esta coloración se emplean temperaturas más bajas.

En la actualidad el tostado se realiza en diferentes modelos de tostadores continuos o por convección de aire. Se dividen en tres etapas: precalentamiento, tostado y enfriamiento. En el precalentamiento se desprenden parte de las cubiertas del cacao (la temperatura no supera los 100 °C). Las temperaturas máximas se alcanzan durante la fase de tostado, generalmente entre 125 °C y 130 °C. Es aquí donde se producen los cambios físicos y químicos del tostado. Finalmente las semillas se enfrían rápidamente para no perder su aroma.

El tamaño variable de las habas de cacao, así como el porcentaje de habas rotas y trituradas, hacen que durante el tostado haya semillas que se sobrecalienten y otras que no queden suficientemente tostadas. Esto repercute en la calidad del chocolate final. A causa de estos inconvenientes se están desarrollando tecnologías alternativas al tostado: tratamientos térmicos por aire caliente, con vapor saturado o radiación infrarroja.

Las altas temperaturas que aquí se alcanzan inactivan la Salmonella y otras formas vegetativas de microorganismos. Después del tostado ya no se realiza ningún tratamiento térmico, por lo que se deben adoptar estrictas precauciones para garantizar que no se produzcan contaminaciones posteriores.



**Fotografía 3-1** Tostador de cacao.

### **Descascarillado y trituración**

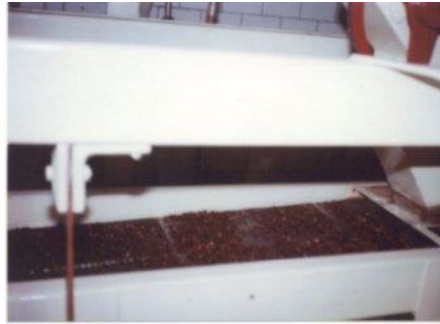
La cascarilla (o cubierta) de la semilla es la principal portadora de contaminantes, pesticidas y microorganismos. Por esto y por razones tecnológicas (desgaste del molino) se debe eliminar de la forma más completa posible. La presencia de cascarilla afecta especialmente la calidad de bebidas hechas con cacao, ya que éste sedimenta rápidamente.

Las semillas tostadas pasan por rodillos de impacto, que consisten en pares de rodillos de sección hexagonal que rotan en el mismo sentido y entre los cuales pasan las semillas. La semilla se fragmenta en porciones de diferentes tamaños.

Seguidamente se hacen pasar por diferentes tamices de tamaño cada vez más pequeño, en los que quedan retenidas las diferentes fracciones. Unos aspiradores separan la cascarilla, que tiene un peso inferior al del cacao.

Así obtenemos por un lado la cascarilla troceada y por el otro el cacao limpio y troceado.

Los procesos descritos hasta el momento suponen una pérdida de 17 kg a 20 kg por cada 100 kg de cacao al eliminar las impurezas y cascarilla.



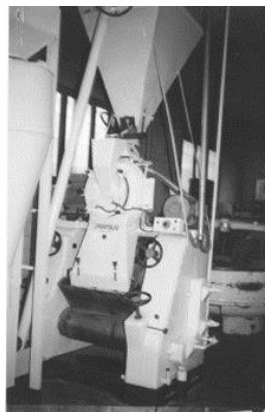
**Fotografía 3-2** Descascarilladora.

## **Molienda**

El cacao entra en el molino, donde por medio de martillos o por mecanismos de fricción se reduce el tamaño de partícula y se funde la manteca del cacao, contenida en el interior de las células. Han de superarse los 34 °C (punto de fusión de la manteca de cacao), para que la manteca se funda. El tamaño final de partícula es aproximadamente de 100 micras.

Las dos funciones de los molinos, calentamiento y molido, dejan el cacao convertido en una masa fluida que permite trasladarlo, por medio de bombas y tuberías, a las distintas máquinas que completarán su elaboración.

La pasta de cacao se puede prensar para obtener por un lado manteca de cacao y por otro la torta de cacao. Muchas industrias pequeñas compran la torta de cacao y resto de ingredientes, y elaboran su chocolate a partir de este punto.



**Fotografía 3-3** Molino de cacao.

## Amasado

Se dosifican los ingredientes: pasta de cacao, manteca de cacao y/o lecitina, azúcar y leche, en función del producto que se vaya a elaborar. Se mezclan en la amasadora para que se produzca una mezcla homogénea entre los ingredientes.

Todos ellos (cacao, azúcar y cualquier sólido de la leche) deben estar convenientemente triturados de forma que las partículas sean suficientemente pequeñas para que no sean detectadas por la lengua. Para conseguirlo se procede al refinado.

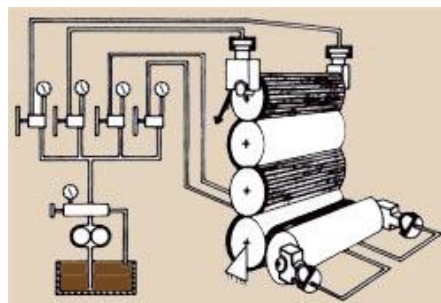


Fotografías 3-4 Mezcladoras de cacao.

## Refinado

El cacao, junto con el resto de ingredientes, pasa entre cilindros cuya presión aplasta y reduce el tamaño de las partículas hasta 25-30micras.

Las papilas gustativas de la lengua, a este tamaño de partícula, detectan una sensación agradable de cremosidad.



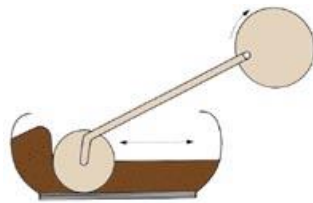
Fotografía 3-5 Máquina refinadora.

## Conchado

Aunque en la fermentación, la desecación y el tueste se desarrollan precursores del sabor del chocolate, están también presentes muchos compuestos químicos indeseables. Éstos dan lugar a sabores ácidos y astringentes en el paladar. El objetivo de conchar es el de eliminar los sabores indeseables, a la vez que desarrollar los agradables.

Este proceso se lleva a cabo en las conchas, máquinas cuyo nombre procede de la forma que tenían antiguamente.

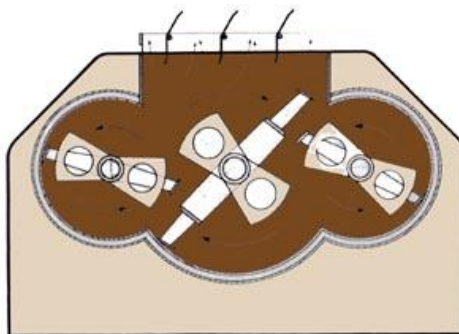
Las conchas agitan la masa por medio de brazos mecánicos o piedras en vaivén, lo que produce un calentamiento por fricción que evapora la humedad y ácidos volátiles que pueda contener el producto.



**Fotografía 3-6** Máquina conchadora.

Concha longitudinal:

El conchado se prolonga durante horas y horas según la calidad del producto que se desea elaborar. En todo momento se controla la temperatura, que no debe exceder los 70-80 °C.



**Fotografía 3-7** Concha con tres brazos amasadores-agitadores que giran en sentido contrario. Este modelo tiene una gran superficie rascadora.

## Templado

El chocolate procedente de las conchas (70-80 °C) se atempera a temperaturas más bajas para que se produzca una correcta cristalización de la manteca de cacao. Así conseguiremos un aspecto y textura adecuados.



Fotografía 3-8 Templadora de chocolate.

## Moldeo

El chocolate pasa por unas cabezas dosificadoras que llenan por igual los moldes. Éstos se encuentran a la misma temperatura que la masa para evitar contrastes de temperatura. En este momento se añaden las avellanas, almendras, arroz tostado, pasas. Los moldes se someten a una serie de vibraciones para eliminar las burbujas que pudieran haberse formado al caer la masa al molde. Luego entran a un túnel, a baja temperatura, que enfriará uniformemente el chocolate hasta endurecerlo y darle su forma definitiva.

Al enfriarse la masa se contrae más que el molde, por lo que sólo con darle la vuelta se desprende del molde y cae a una cinta transportadora. Aquí un detector de metales asegura que ningún cuerpo extraño haya penetrado en la masa durante el proceso de fabricación.



Fotografía 3-9 Dispensadora de chocolate.

## Envasado y etiquetado

La tableta pasa a una plegadora-ensambladora, que la envuelve primeramente en papel de aluminio o pergamino y después en papel etiquetado con toda la información destinada al consumidor que marca la legislación.



Fotografías 3-10 Empaque y etiquetado de chocolate.

## Almacenamiento

El chocolate es un producto muy sensible a las variaciones de temperatura. Con el calor se funden los cristales de la manteca de cacao que hemos inducido en el templado y se producen otros. Esto deteriora la textura del producto y su calidad. Por este motivo muchas industrias paralizan la línea de producción durante los meses de verano.

Las condiciones óptimas para la conservación del chocolate son alrededor del 60 % de humedad y 15 °C.

### 3.3 Análisis de Factibilidad.

El proceso de evaluación de inversiones está estrechamente relacionado con el concepto de proyecto de inversión.

Podemos definir un proyecto de inversión como: conjunto de acciones que son necesarias para llevar a cabo una inversión, la cual se realiza con un objetivo previamente establecido, limitado por parámetros temporales, tecnológicos, políticos, institucionales, ambientales y económicos.

El análisis de factibilidad forma parte del ciclo que es necesario seguir para evaluar un proyecto. Un proyecto factible, es decir que se puede ejecutar, es el que ha aprobado tres estudios básicos:



1. Estudio de factibilidad de mercado
2. Estudio de factibilidad técnica
3. Estudio de factibilidad económica-financiera

La aprobación o “visto bueno” de cada evaluación la llamaremos viabilidad. Estas viabilidades se deben dar al mismo tiempo para alcanzar la factibilidad de un proyecto, ya que dentro de este tendrán iguales niveles de importancia a la hora de llevarlo a cabo; entonces con una evaluación que resulte no viable, el proyecto no será factible. Para realizar un análisis de factibilidad que realmente contribuya al proceso de toma de decisión, es necesario tener en cuenta que cada uno de estos estudios se complementa y sirven de base para el que le sigue en el orden antes establecido.

El objetivo central del estudio de factibilidad se basa en la necesidad de que cada inversión a acometer esté debidamente fundamentada y documentada, donde las soluciones técnicas, medio ambientales y económicas-financieras sean las más ventajosas para el país.

### **3.3.1 Estudio de Mercado.**

El estudio de mercado es el encargado de decidir a priori la realización o no de un proyecto, convirtiéndose entonces en el precedente para la realización de los estudios técnicos y económicos- financieros.

El estudio de mercado se puede definir como la función que vincula a los consumidores con el encargado de estudiar el mercado a través de la información, la cual se utiliza para identificar y definir tanto las oportunidades como las amenazas del entorno; para generar y evaluar las medidas de mercadeo así como para mejorar la comprensión del proceso del mismo. Este, por su carácter preliminar, constituye un sondeo de mercado, antes de incurrir en costos innecesarios.

Los estudios de mercado, contribuyen a disminuir el riesgo que toda decisión lleva consigo, pues permiten conocer mejor los antecedentes del problema. El estudio de mercado surge como un problema del marketing que no podemos resolver por medio de otro método. Llevar a cabo un estudio de





éste tipo resulta caro, muchas veces complejos de realizar y siempre requieren de disposición, tiempo y la dedicación de varias personas. El estudio de mercado constituye entonces un apoyo para los niveles de decisión correspondientes en la empresa. No obstante, éste no garantiza una solución en todos los casos, más bien es una guía que sirve solamente de orientación para facilitar la conducta en los negocios y que a la vez trata de reducir al mínimo el margen de error posible.

El objetivo del estudio del mercado en un proyecto consiste, en estimar la cuantía de los bienes o servicios provenientes de una nueva unidad de producción que la comunidad estaría dispuesta a adquirir a determinados precios. Esta cuantía representa la demanda desde el punto de vista del proyecto y se especifica para un período convencional (un mes, un año u otro.) Dado que la magnitud de la demanda variará en general con los precios, interesa hacer la estimación para distintos precios y tener presente la necesidad de que el empresario pueda cubrir los costos de producción con un margen razonable de utilidad.

Si se realiza el estudio de un proyecto para sustituir una maquinaria por obsolescencia o por capacidad insuficiente, el término demanda cambia en su concepto. Demanda aquí son las necesidades o requerimientos de producción de la maquinaria bajo estudio, expresada como producción por unidad de tiempo, y solo servirán para ese cálculo los datos de demanda interna, sin afectar en lo más mínimo los datos en el ámbito nacional.

Una maquinaria, dentro de una empresa productiva, puede servir para producir un bien final. Cualquiera que sea el caso, los datos de la demanda del servicio que presta esa maquinaria, son solo datos internos de la empresa obtenidos ya sea de ventas, si lo que elabora es un producto final o datos de producción, si lo que elabora es un bien intermedio o es parte de una secuencia de producción, es decir, los datos de demanda son conocidos con toda certeza, ya que demanda aquí es sinónimo de requerimiento de servicio.



### **3.3.2 Factibilidad Técnica.**

La factibilidad técnica contendrá toda aquella información que permita establecer la infraestructura necesaria para atender su mercado objetivo, así como cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación de la entidad en formación.

Al haber desarrollado las bases y elementos que comprende el estudio técnico, deben emitirse las conclusiones correspondientes, que incluirán además, los aspectos favorables y desfavorables encontrados en la investigación.

La selección de la tecnología implica elegir una determinada combinación de factores productivos para transformar diversos insumos en productos.

### **3.3.3 Factibilidad Económico Financiero.**

La evaluación económico-financiera de un proyecto permite determinar si conviene realizar un proyecto, o sea si es o no rentable y si siendo conveniente es oportuno ejecutarlo en ese momento o cabe postergar su inicio. En presencia de varias alternativas de inversión, la evaluación es un medio útil para fijar un orden de prioridad entre ellas, seleccionando los proyectos más rentables y descartando los que no lo sean.

Los estudios de mercado, así como los técnicos y los económicos, brindan la información necesaria para estimar los flujos esperados de ingresos y costos que se producirán durante la vida útil de un proyecto en cada una de las alternativas posibles.

La comparación de estos flujos de beneficios y costos tiene que ser atribuibles al proyecto. Al decidir sobre la ejecución del mismo no deben tomarse en cuenta los flujos pasados ni las inversiones existentes.

La evaluación económica-financiera es valorar la inversión a partir de criterios cuantitativos y cualitativos de evaluación de proyectos, empleando las pautas más representativas usadas para tomar decisiones de inversión. La



evaluación económica financiera constituye el punto culminante del estudio de factibilidad, pues mide en qué magnitud los beneficios que se obtienen con la ejecución del proyecto superan los costos y los gastos para su materialización.

El objetivo fundamental de la evaluación económica financiera es evaluar la inversión a partir de criterios cuantitativos y cualitativos de evaluación de proyectos. En el primer criterio mencionado encontraremos los más representativos y usados para tomar decisiones de inversión, es decir nos referimos al Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Período de Recuperación, teniendo en cuenta en este criterio el valor del dinero en el tiempo, por lo que se transforma en el Período de Recuperación Descontado (PRD) y Razón Costo / Beneficio o Índice de Rentabilidad. En los criterios cualitativos se puede utilizar el que mayor garantía tiene.

El método del Análisis Beneficio-Costo permite establecer un proceso de valoración económica de los costos evitados como beneficios o de los beneficios no percibidos como costos, ante una medida o proyecto. El beneficio constituye entonces una estimación y no la realidad. Por lo que se hace necesaria la aplicación de criterios de evaluación de inversiones. En todo análisis beneficio-costo es de vital importancia los costos, ya que estos también influyen en los beneficios que se estimen del proyecto en términos cuantitativos.

### **Criterios de evaluación.**

En la evaluación de proyectos de inversión para decidir si es conveniente o no acometerlo no debemos solamente identificar, cuantificar y valorar sus costos y beneficios, sino que se requiere también de criterios de evaluación, para seleccionar las oportunidades de inversión más rentables y por tanto más convenientes.



### 3.4 Análisis de la Capacidad de las Máquinas

La capacidad es la posibilidad máxima productiva o de conversión que se dispone para llevar a cabo el proceso en una empresa industrial.

La capacidad puede tomar las siguientes modalidades:

**Capacidad planeada:** es la máxima tasa posible de producción para un proceso, dado el diseño actual de los productos.

(Total de horas de trabajo al año/ promedio de horas que lleva la fabricación de una unidad.)

**Capacidad instalada:** es la mayor tasa de producción razonable que puede lograrse.

(Total de horas de trabajo al año – total de horas de mantenimiento preventivo)/  
Promedio de horas que lleva la fabricación de una unidad.

**Capacidad real:** es la tasa de producción lograda por el proceso.

(Total de horas de trabajo al año – total de horas de mantenimiento preventivo – total de horas inactivas (enfermedad, reparación de máquinas, etc.))/  
Promedio de horas que lleva la fabricación de una unidad.

Análisis de la capacidad de las máquinas: la producción consiste, por lo general, en operaciones realizadas por máquinas sobre materiales. Una vez que se ha obtenido la información necesaria sobre los materiales y los métodos de fabricación, el paso siguiente es la recopilación de otra igualmente exacta sobre la capacidad de las máquinas para trabajar los materiales. Esta información se obtiene por medio de lo que se conoce con el nombre de análisis de las máquinas.

**Principio en que se basa el análisis de las máquinas:** el objeto del análisis de las máquinas, como el del control de los materiales, es responder a las preguntas concretas. Al estudiar una máquina es probable que la primera cuestión que se plantea sea esta:



- ¿Cuánto tiempo necesitará una máquina para realizar la operación que le corresponde en una unidad de material?

Esta pregunta debe contestarse:

- a) Mediante experimentos y tanteos reales.
- b) Consultando los requisitos de operación anteriores. Aunque este procedimiento parece fácil, no es raro que sea complicado por el hecho de que la rapidez de la operación varía por los siguientes factores.
  1. Según la naturaleza del material
  2. Según el acabado o la exactitud deseados.

En el trabajo de las máquinas, la velocidad varía según que se trabaje acero duro, fundición, latón, cobre, aluminio, etc. Las condiciones en que se presente las piezas fundidas pueden dar lugar a grandes variaciones en el tiempo necesario para trabajarlas, si se hace un trabajo basto, puede conseguirse una mayor rapidez que cuando se admiten pequeñas tolerancias. Cuando se trabaje en la proximidad del límite de capacidad de una máquina, quizás no se disponga de toda la potencia necesaria, o bien el carácter engorroso del trabajo que puede impedir que se aplique con la intensidad correcta. En la industria textil, las velocidades de fabricación varían según la índole del hilo o tejido. En muchas industrias del papel, el material trabajado es un factor que regula dicha velocidad. En el tinte de tejidos, una máquina producirá de 270 a 1600 m cada vez, según el peso y la fibra de tejido. Por otro lado, muchas industrias que trabajan con un material uniforme, pueden contestar la pregunta anterior casi inmediatamente.

**Preparación de la máquina:** el tiempo realmente consumido en un trabajo se compone de dos factores en todas las labores realizadas con máquinas y herramientas. Para poner una máquina en estado de realizar una tarea se necesita algún tiempo, que se llama la preparación de la máquina.

**Capacidad total en función del tiempo:** la segunda pregunta que se plantea en el análisis de las máquinas es:



- ¿Cuántas unidades de cada clase de material pueden trabajarse en esta máquina por día, semana o mes?

La suma del número de unidades que pueden tratarse en máquinas análogas de la capacidad total de la fábrica en unidades del producto para un proceso. Una vez que se hayan analizado y tabulados todos los procesos, podrá contestares una tercera pregunta:

- ¿Cuál es la capacidad máxima de la fábrica por día para cada proceso y con cada clase de material?

**Unidades de capacidad:** las unidades del producto en que puede expresarse la capacidad varían necesariamente según la industria que se trate. En la industria textil y en otras industrias, son unidades usuales las del peso del hilo y las de longitud del tejido. En las fundiciones, es probable que se emplee el tonelaje. En los talleres mecánicos, el problema es, en general mucho más difícil. El análisis de las máquinas en relación con las máquinas herramientas, por ejemplo tornos, implica la determinación de los efectos de varios factores que intervienen: potencia, velocidad y por del huso, área máxima de las virutas, largo y diámetro de la pieza que puede trabajarse en el torno y velocidades disponibles. Todas esas variables tienen que tenerse en cuenta antes de que se pueda averiguar la cantidad de trabajo que se podrá hacer en la unidad de tiempo. Por consiguiente, la capacidad de producción de las máquinas herramientas no puede indicarse en términos generales, salvo en los casos en que el trabajo de un gran número de piezas idénticas permite expresar esa producción en docenas y cientos de piezas por hora. Con todo puede establecerse tablas con las cuales se resuelva cualquier problema particular.

Así, pues, el análisis de las máquinas tiene dos objetivos importantes:

- ✓ Determinar la capacidad máxima aproximada de cada proceso y, por consiguiente de todos los procesos y de la fábrica en su conjunto. Esta determinación puede hacerse únicamente cuando la producción puede expresarse en términos concretos de número, peso, metraje, etc.



- ✓ En los talleres mecánicos y en las industrias en las que varios factores influyen en la capacidad de las máquinas, e análisis proporciona una base para calcular el tiempo necesario para realizar determinadas tareas. El cálculo se efectúa, por lo general, incorporando los resultados del análisis de las máquinas en forma tabular o monográfica. Una vez que se haya averiguado el tiempo necesario para un trabajo, tanto para la preparación de la máquina como para su ejecución propiamente dicha, el tiempo durante el cual las máquinas estarán ocupadas con esas labores será proporcional al tamaño de los lotes. Entonces es fácil averiguar la carga de las máquinas para todos los trabajos planeados.

La cantidad de tarea que espera su ejecución en cada máquina, expresada en horas de trabajo, es entonces conocida.

**Capacidad equilibrada:** el análisis de las máquinas permite exponer la capacidad relativa de cada proceso en el curso general del trabajo. Se admite, por lo general, que los atascos son el obstáculo más grave para una producción económica. Una vez que se haya hecho un cuadro o una tabla que indique la producción de cada proceso para cada clase de material, pueden dibujarse graficas de trabajo que muestren a simple vista cualquier exceso de capacidad en las máquinas, o en las insuficiencias de las mismas, en cualquier punto o puntos de la labor.

**Carga de las máquinas:** cada trabajo asignado a una máquina disminuye su capacidad para otros adicionales en un periodo dado. Es, pues, esencial, saber hasta cuándo tendrán ocupadas las máquinas las labores que se tienen entre manos, y a medida que se recibe nueva orden de trabajo, cuánto tiempo será necesario para realizar cada operación que se ejecute en ella. Se ha dicho que el análisis de las máquinas es el procedimiento por medio del cual se averigua la capacidad productiva de las mismas. Al estudiar la carga de las máquinas, esto es, la cantidad de trabajo asignado a cada una, se encuentran dos situaciones principales:

1. Cuándo la capacidad puede expresarse en función de la producción e kilogramos, unidades, metros, etc., por hora.



## 2. Cuándo la capacidad puede expresarse únicamente en horas de trabajo.

En el primer caso, no es necesario estudiar la operación. Dividiendo el número de unidades, el peso, la longitud, etc., en el lote de la orden por la capacidad horaria de la máquina se obtiene la carga. Diferentes clases de un material pueden necesitar tiempos diferentes, pero para una clase dada, el tiempo de tratamientos es fácil de averiguar. En el segundo caso, que comprenden prácticamente todas las máquinas-herramientas no especializadas para un trabajo en particular, el estudio de las operaciones tiene que averiguar primero el tiempo necesario para tratar una unidad del producto que haya de trabajar. La carga de las máquinas para una orden determinada puede averiguarse multiplicando el tiempo admitido o necesario para la unidad por el número de piezas del lote de la orden. En la mayoría de los trabajos de las máquinas-herramientas hay que tener también el tiempo admitido o necesario para preparar la máquina. El control de la carga de las máquinas tiene dos objetivos principales: 1) mantener trabajando continuamente las máquinas; 2) asignar las fechas para tratar cada unidad de orden de modo que se consiga la producción en el menor tiempo posible. Un subproducto de este control es la observación del grado en que se produce una subcarga de determinadas máquinas o de ciertas clases de estas.

### 3.5 Análisis de Costos.

El análisis de los costos empresariales es sumamente importante, principalmente desde el punto de vista práctico, puesto que su desconocimiento puede acarrear riesgos para la empresa, e incluso, como ha sucedido en muchos casos, llevarla a su desaparición.

**Costo** es el sacrificio, o esfuerzo económico que se debe realizar para lograr un objetivo.

Los objetivos son aquellos de tipo operativos, como por ejemplo: pagar los sueldos al personal de producción, comprar materiales, fabricar un producto,





venderlo, prestar un servicio, obtener fondos para financiarnos, administrar la empresa, etc. Si no se logra el objetivo deseado, decimos que tenemos una pérdida.

### 3.5.1 Tipos de costos

Es necesario clasificar los costos de acuerdo a categorías o grupos, de manera tal que posean ciertas características comunes para poder realizar los cálculos, el análisis y presentar la información que puede ser utilizada para la toma de decisiones.

#### 1. Clasificación según la función que cumplen

**a) Costo de Producción:** Son los que permiten obtener determinados bienes a partir de otros, mediante el empleo de un proceso de transformación. Por ejemplo:

- Costo de la materia prima y materiales que intervienen en el proceso productivo
- Sueldos y cargas sociales del personal de producción.
- Depreciaciones del equipo productivo.
- Costo de los Servicios Públicos que intervienen en el proceso productivo.
- Costo de envases y embalajes.
- Costos de almacenamiento, depósito y expedición.

**b) Costo de Comercialización:** Es el costo que posibilita el proceso de venta de los bienes o servicios a los clientes. Por ejemplo

- Sueldos y cargas sociales del personal del área comercial.
- Comisiones sobre ventas.
- Fletes, hasta el lugar de destino de la mercadería.



- Seguros por el transporte de mercadería.
- Promoción y Publicidad.
- Servicios técnicos y garantías de post-ventas.

**c) Costo de Administración:** Son aquellos costos necesarios para la gestión del negocio. Por ejemplo:

- Sueldos y cargas sociales del personal del área administrativa y general de la empresa
- Honorarios pagados por servicios profesionales.
- Servicios Públicos correspondientes al área administrativa.
- Alquiler de oficina.
- Papelería e insumos propios de la administración

**d) Costo de financiación:** Es el correspondiente a la obtención de fondos aplicados al negocio. Por ejemplo:

- Intereses pagados por préstamos.
- Comisiones y otros gastos bancarios.
- Impuestos derivados de las transacciones financieras.

## 2. Clasificación según su grado de variabilidad

Esta clasificación es importante para la realización de estudios de planificación y control de operaciones. Está vinculado con las variaciones o no de los costos, según los niveles de actividad.

- a. Costos Fijos:** Son aquellos costos cuyo importe permanece constante, independiente del nivel de actividad de la empresa. Se pueden identificar y llamar como costos de "mantener la empresa abierta", de manera tal que se realice o no la producción, se



venda o no la mercadería o servicio, dichos costos igual deben ser solventados por la empresa. Por ejemplo:

- 1) Alquileres
- 2) Amortizaciones o depreciaciones
- 3) Seguros
- 4) Impuestos fijos
- 5) Servicios Públicos (Luz, TE., Gas, etc.)
- 6) Sueldo y cargas sociales de encargados, supervisores, gerentes, etc.

**b. Costos Variables:** Son aquellos costos que varían en forma proporcional, de acuerdo al nivel de producción o actividad de la empresa. Son los costos por "producir" o "vender". Por ejemplo:

- Mano de obra directa (a destajo, por producción o por tanto).
- Materias Primas directas.
- Materiales e Insumos directos.
- Impuestos específicos.
- Envases, Embalajes y etiquetas.
- Comisiones sobre ventas.

### **3. Clasificación según su asignación**

**A. Costos Directos:** Son aquellos costos que se asigna directamente a una unidad de producción. Por lo general se asimilan a los costos variables.



- B. Costos Indirectos:** Son aquellos que no se pueden asignar directamente a un producto o servicio, sino que se distribuyen entre las diversas unidades productivas mediante algún criterio de reparto. En la mayoría de los casos los costos indirectos son costos fijos.

#### 4. Clasificación según su comportamiento

- 1) **Costo Variable Unitario:** Es el costo que se asigna directamente a cada unidad de producto. Comprende la unidad de cada materia prima o materiales utilizados para fabricar una unidad de producto terminado, así como la unidad de mano de obra directa, la unidad de envases y embalajes, la unidad de comisión por ventas, etc.
- 2) **Costo Variable Total:** Es el costo que resulta de multiplicar el costo variable unitario por la cantidad de productos fabricados o servicios vendidos en un período determinado; sea éste mensual, anual o cualquier otra periodicidad.

La fórmula del costo variable total es la siguiente:

$$\text{Costo Variable Total} = \text{Costo Variable Unitario} \times \text{Cantidad}$$

Para el análisis de los costos variables, se parte de los valores unitarios para llegar a los valores totales.

En los costos fijos el proceso es inverso, se parte de los costos fijos totales para llegar a los costos fijos unitarios.

- 3) **Costo Fijo Total:** Es la suma de todos los costos fijos de la empresa
- 4) **Costo Fijo Unitario:** Es el costo fijo total dividido por la cantidad de productos fabricados o servicios brindados.

$$\text{Costo fijo Unitario} = \text{Costo Fijo Total} / \text{Cantidad}$$

- 5) **Costo Total:** Es la suma del Costo Variable más el Costo Fijo.



Se puede expresar en Valores Unitarios o en Valores Totales

**Costo Total unitario = Costo Variable unitario + Costo Fijo unitario**

**Costo Total = Costo Variable Total + Costo Fijo Total**

### **Relación costo - volumen - utilidad**

El análisis Costo- Volumen- Utilidad (CVU) proporciona una visión financiera general del proceso de planeación para la toma de decisiones. El CVU está constituido sobre la simplificación de los supuestos con respecto al comportamiento de los costos.

El análisis Costo- Volumen- Utilidad se basa en los siguientes supuestos:

- I. Los costos totales pueden dividirse en un componente fijo y uno variable respecto de un factor relacionado con la producción.
- II. El comportamiento de los ingresos totales y de los costos totales es lineal en relación con las unidades de producción.
- III. No existe incertidumbre respecto de los datos de costos, ingresos y cantidades de producción utilizada.
- IV. El análisis cubre un solo producto o supone que una mezcla de ventas de productos permanece constante, independiente del cambio del volumen total de ventas.
- V. Todos los ingresos y costos pueden agregarse y compararse sin considerar el valor del dinero en el tiempo.



## 4 ANALISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN



## 4.1 Descripción del Proceso Para la Producción de Chocolate.

- ❖ **Recepción de materia prima:** la materia prima se recibe y es pesada para el control del inventario, se hace una inspección visual de su calidad e inmediatamente después es llevada al almacén.
- ❖ **Pesado:** es el primer paso de la producción, ya que se pesa la cantidad de materia prima que se vaya a procesar, por lo regular son 35 kg. Y es conducido a la tostadora, se cuenta con un elevador; pero no lo han instalado porque el traslado del cacao del elevador a la tolva es muy tardío, así que el operario sube la materia prima por una escalera; Este procedimiento es peligroso para el operario, ya que, en ocasiones el peso de la materia prima es demasiado y puede llegar a vencer al operario y causarle alguna caída.
- ❖ **Tostado:** se enciende la tostadora, pero se espera aproximadamente 30 min para que la temperatura llegue a 250 °C, se descarga el cacao desde la campana y se procede a tostarlo. Para el tostado del cacao se requiere una inspección visual durante todo el proceso el cual tarda 30 min a una temperatura de 350 °C.
- ❖ **Enfriamiento:** el cacao es vaciado en la tolva de la tostadora para que con las rotaciones de ésta se enfríe y pueda pasar al siguiente proceso, para ello se requiere de una hora.
- ❖ **Pelado:** el cacao pasa al descascarillado, ahora se cuenta con una máquina con una capacidad de 1.5 kg/min; pero es necesario que el producto pase por la descascarilladora tres veces para que el producto salga limpio, en este proceso existe desperdicio; ya que para el pelado, el cacao es triturado y eso hace que en la cascara del cacao también se valla parte de la semilla. Para evitar demasiados desperdicios a la cáscara del cacao se le hace una revisión.
- ❖ **Molido:** los granos del cacao son molidos con  $\frac{1}{4}$  de canela por cada kg del mismo, hasta lograr una masa viscosa.



- ❖ **Mezclado:** el cacao es llevado a la mezcladora, donde se le agrega 2 kg por cada kg de cacao, este proceso permite la solidificación de la mezcla y hace más fácil el pesado del chocolate.
- ❖ **Pesado:** se pesa 540 gr de chocolate en una báscula electrónica y un operario recibe la mezcla para colocarlo en el molde.
- ❖ **Moldeado:** en este proceso laboran 2 operarios que al recibir la mezcla la dividen en seis partes las cuales son los espacios del molde y proceden a la moldura de la mezcla, que tarda 5 min por molde.
- ❖ **Refrigerado:** cuando los moldes están listos, son llevados al refrigerador, para obtener la solidez necesaria y poder envolverlos con mayor facilidad, este enfriamiento tarda 30 min por molde, se espera un momento antes de meter los moldes en el refrigerador o hasta que haya unos seis moldes en la mesa.
- ❖ **Reposo:** al salir de la refrigeración, es necesario que las barras estén en reposo durante 20 hrs, esto es para que las barras tengan un secado adecuado; ya que si se empaquetaran saliendo de la refrigeración las barras podrían deshacerse en su empaque.
- ❖ **Empaquetado:** las barras se envuelven en bolsitas de celofán, posteriormente se sellan y se les hace pequeñas aberturas a las bolsas que permitan salir el aire de las bolsas. Enseguida son empacadas en cajas de cartón elaboradas especialmente para su venta. Terminado el proceso las cajas de chocolate son transportadas en trastes de plástico hacia el almacén.





## 4.2 Diagrama de Bloques del Proceso

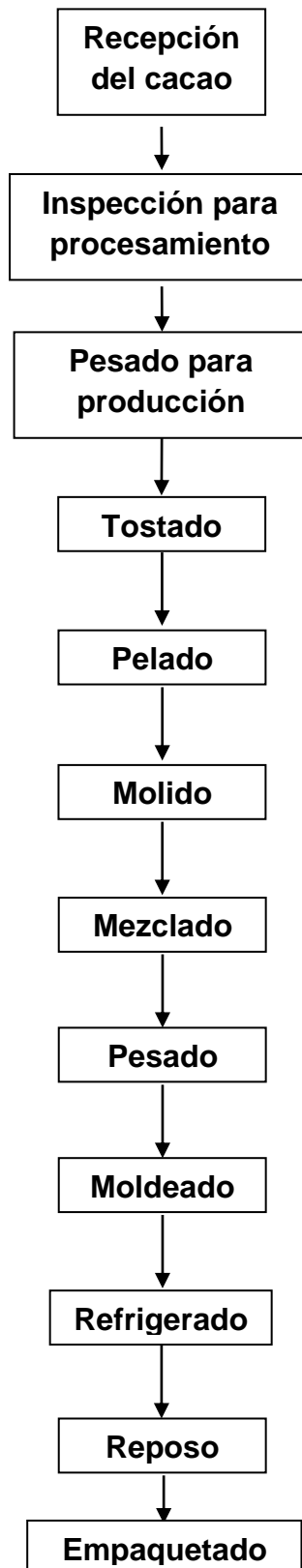
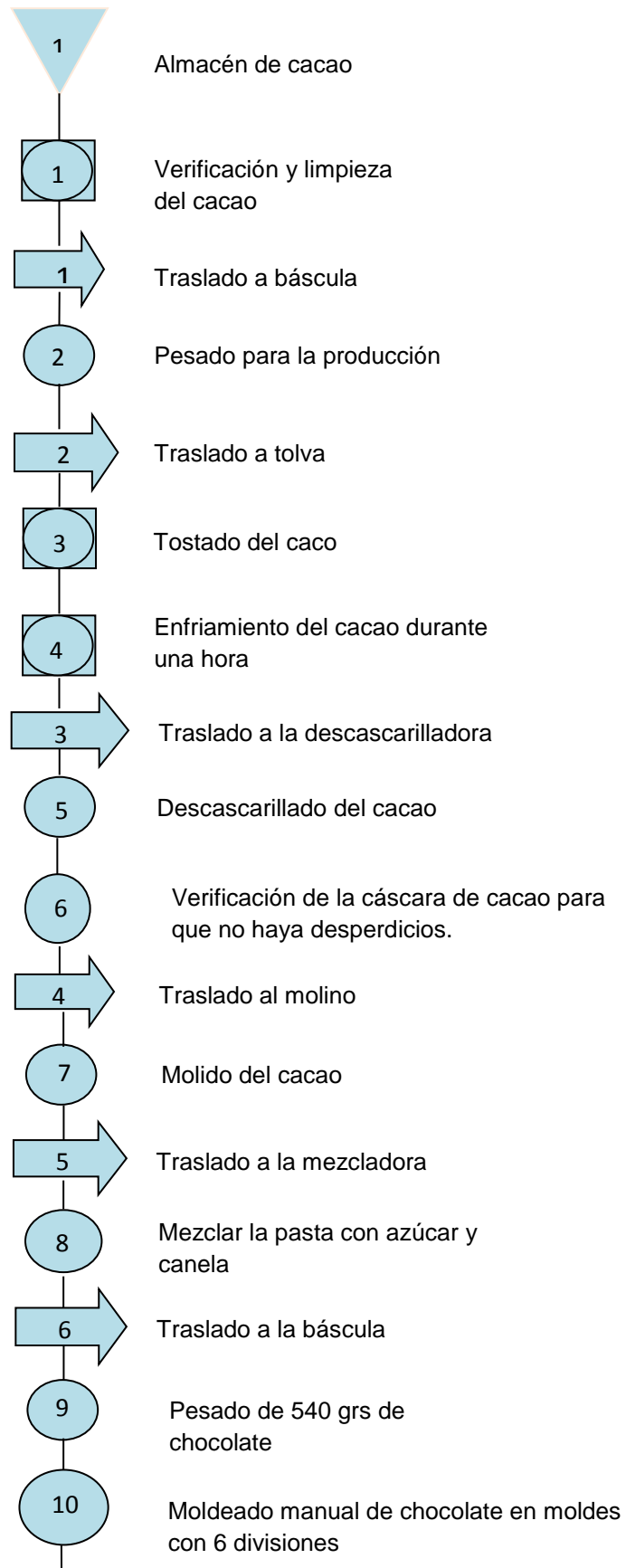


Diagrama 4-1 Diagrama de bloque.

### 4.3 Diagrama de Flujo



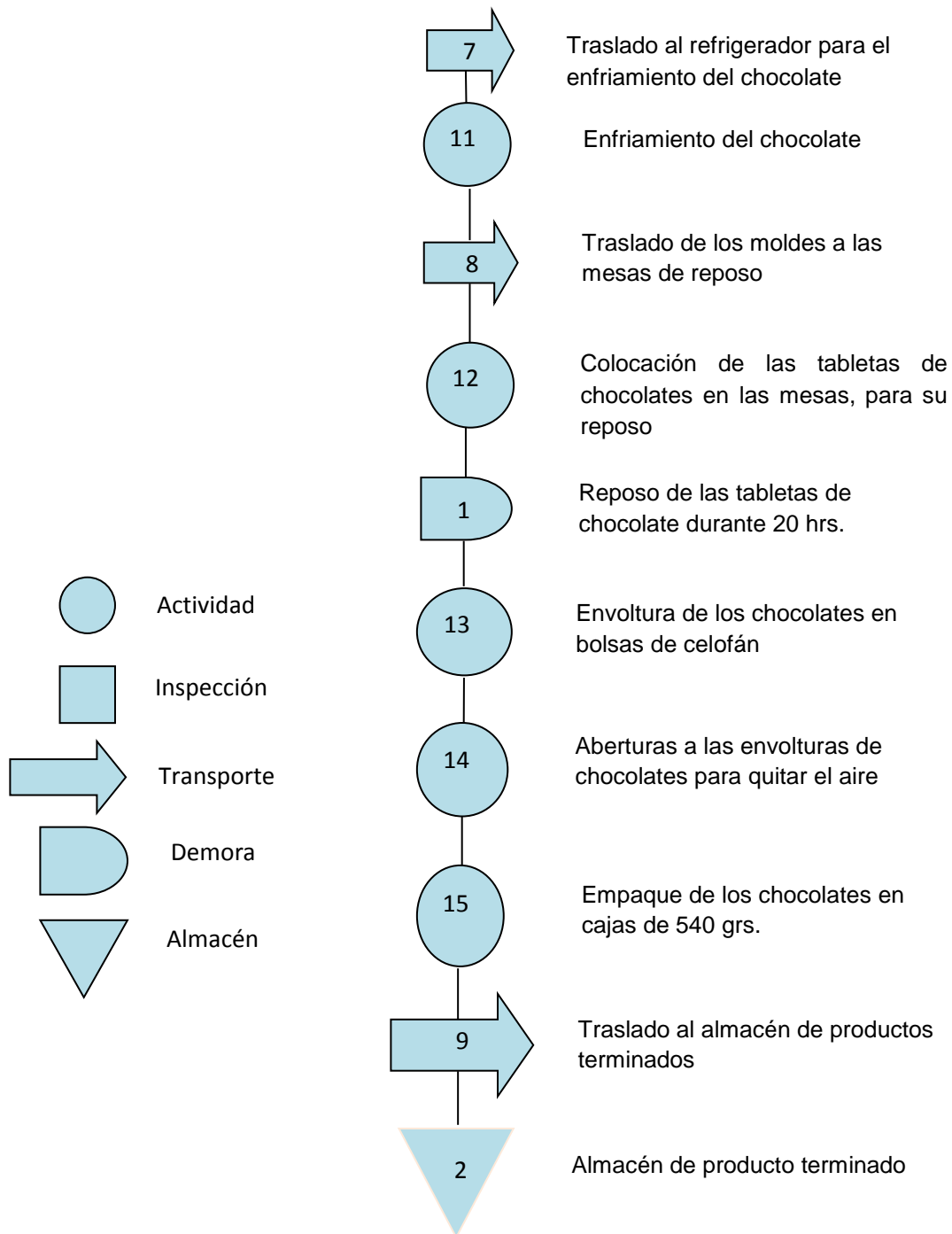


Diagrama 4-2 Flujo de trabajo.

## 4.4 Características y Capacidades de las Máquinas.

Las características que a continuación se describen son con base en máquinas y herramientas que se usan en el proceso de elaboración de chocolate, la cual tiene una capacidad instalada de 33 cajas de 540 gr. por semana y con una capacidad real de 64 cajas de 540 gr. por semana, con estas capacidades se pueden producir aproximadamente un máximo de 91 y un mínimo de 36 cajas de 540 gr. por semana.

A continuación se describirán cada una de las máquinas y herramientas que se utilizan en el área de producción de chocolate.

### TOSTADOR PARA CAFÈ



Fotografía 4-1 Tostadora de cacao.

#### CARACTERISTICAS:

Tiene una capacidad de 70 kg. /hr. Incluye cámara de tostación que va montada en baleros sellados auto-alineables. Placa frontal en pintura negra, alta temperatura, termómetro, mirilla de supervisión y muestrador. El sistema de enfriamiento es de alta eficiencia y se acopla con un motor y reductor de 2 hp, ventilador centrífugo con motor de 2 hp acoplado y ciclón para recuperación de tamos. Quemador lineal. Sistema de ignición electrónica.

FUNCIÓN: Tostar el cacao para eliminar la humedad, la acidez, y posibles mohos, a la vez que se consigue un mayor aroma y posteriormente depositarlo en la tolva para su enfriamiento.

## DESCASCARILLADORA



Fotografía 4-2 Descascarilladora.

### CARACTERISTICAS:

Elaborada en acero inoxidable, con capacidad de 1 kg/min. Con motor monofásico o bifásico de 3 hp. Esta máquina trabaja a base de DISCO, tiene una banda para el motor debidamente protegida.

FUNCIÓN: La descascarilladora tritura los granos del cacao para separar la cáscara del grano.

## MOLINO PARA CAFÈ



Fotografía 4-3 Molino para cacao.

### CARACTERISTICAS:

Molino promotor con discos Mahlkönig. Con capacidad para 2 kg/min. En grano medio, con motor monofásico o bifásico de 3 hp acoplado con brida C,



discos moledores de acero, el eje de molienda es montado sobre baleros sellados y perilla de regulación sincronizada con 9 niveles de molienda, tolva metálica con imán para protección, acabado en esmalte alquídico y cromo.

**FUNCIÓN:** En esta fase los granos triturados de cacao son molidos con la canela, obteniendo una pasta densa que será la base para la obtención del chocolate.

### **MEZCLADORA**



**Fotografía 4-4** Mezcladora.

### **CARACTERISTICAS:**

Tiene una capacidad de 20 kg. Elaborada en acero inoxidable con 3 tipos de mezclar. Con aspa de redondillo curvadas, incluye motor de 1.5 hp, con encendido automático.

**FUNCIÓN:** Evita los grumos, mezclando la pasta de cacao con el azúcar.

## BÁSCULA ELÉCTRICA



Fotografía 4-5 Báscula.

### CARACTERÍSTICAS:

Capacidad de 5 kg, Display cuarzo líquido, Pantalla iluminada, Plato de 20x24cm.

FUNCIÓN: Pesa 540 grs., de la mezcla correspondiente para cada uno de los moldes.

### MOLDES



Fotografía 4-6 Moldes.

### CARACTERÍSTICAS:

Elaborado con plástico pvc, resistentes a temperaturas de 40°C. Con capacidad de 600 grs. dividido en 6 partes.

FUNCIÓN: 540 gr de la mezcla del chocolate es dividida y colocada en los moldes, para la elaboración de las tabletas de chocolate.

## REFRIGERADOR



Fotografía 4-7 Refrigerador.

### CARACTERISTICAS:

Enfriador de 2 metros por 1 metro de fondo por 2 metros de alto, de 4 puertas. Energía a 110 voltios. Permite el enfriamiento de 40 moldes.

FUNCIÓN: Los moldes se colocan en el refrigerador durante 20 min para la solidificación perfecta del chocolate, después de este tiempo las tabillas de chocolate se desmoldan fácilmente con un golpe.

## SELLADORA



Fotografías 4-8 Selladora.





**CARACTERISTICAS:**

Elaborada en acero al carbón con una resistencia apta para corriente de 110 voltios, de pedal, con regulador de temperatura del 1-10. Sellado para todo tipo de plásticos.

**FUNCIÓN:** Las tablillas de chocolate se colocan en bolsitas de celofán y estas son selladas por medio de la selladora. Posteriormente se le hacen pequeños orificios para que salga el aire de la bolsa y puedan ser empacadas en sus respectivas cajas.

**4.5 Tiempos del Proceso de Elaboración de Chocolate.**

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TIEMPOS EN MIN.</b>
Verificación y limpieza del cacao	16.45
Traslado a la báscula	10.35
Pesado del cacao	8.58
Traslado a la tolva	14.38
Calentamiento de la tolva	35.87
Tostado del cacao	48.75
Enfriamiento del cacao	60
Pelado de cacao	90
Limpieza de molienda del cacao	28.18
Molido de cacao con la canela	146
Mezclado del cacao con azúcar	60
Pesado de la mezcla	24.33
Moldeado de las barras	219
Refrigerado de las barras moldeadas	20
Reposo de las barras de chocolates	1200
Empaquetado de las barras con papel celofán	100
Quitar aire de las envolturas de chocolate	10.67
Empaquetado de las barras en cajas	80
<b>Tiempo total del proceso</b>	<b>2212 .58</b>

**Tabla 4-1** Tiempo de cada actividad.



**Nota:** Los tiempos son muy constantes debido a que la mayor parte de las actividades son hechas manualmente.

#### **4.6 Conclusión del Análisis de la Capacidad de las Máquinas.**

Como ya se ha mencionado anteriormente, la empresa Globalizando la Solidaridad A.C. solo trabaja por pedidos y para ello labora tres días de la semana; el primer día inspecciona el cacao, se tuesta, se descascarilla y se vuelve a inspeccionar para eliminar cualquier impureza que pudiera quedar en el cacao, en su mayoría se presenta residuos de la cascara.

El segundo día es para moler, mezclar el cacao con el azúcar y la canela, moldear la mezcla, enfriar el chocolate y dejarlo reposar.

El tercer día solo envuelven las tablillas de chocolate con papel celofán y las empaquetan en cajas de 540 gr.

Todo el proceso les permite elaborar 64 cajas de 540 gr. por semana, cuando el pedido es muy grande, se tuesta todo el cacao a utilizar y se descascarilla; pero la molienda se hace en dos partes.

#### **4.7 Análisis de los Puntos Críticos.**

De acuerdo a las observaciones realizadas se encontraron diferentes puntos críticos en el proceso de elaboración de chocolate.

##### **➤ Descascarilladora**

La descascarilladora no es eficiente, ya que, para que el cacao salga sin cascara, es necesario pasar las semillas 3 veces por la maquina, de lo contrario el cacao no sale limpio. Además después del descascarillado se le hace una inspección para que no haya quedado ningún residuo de cascara.



➤ **Molienda del cacao**

El molino con el que trabajan no es el adecuado y eso hace que el cacao tenga que pasar 2 veces por la molienda, el cacao es muy reseco lo que ocasiona una obstrucción en la maquinaria y es necesario desmantelar la máquina para limpiarla.

➤ **Mezclado**

La capacidad de la mezcladora es de 20 kg; pero en la empresa solo la trabajan con 15 kg, la pasta de cacao se mezcla con azúcar con una igualdad de 2 kg de azúcar con uno de cacao, por lo que es necesario hacer esta operación tres o cuatro veces,

➤ **Moldeo**

La empresa cuenta solamente con 24 moldes, por lo que no abastece la producción de chocolates, ya que se tiene que esperar a que se desocupen para seguir con el proceso de moldeo. Esta actividad lo realizan solamente 2 operarios y les lleva alrededor de 3-4 min por molde, lo que ocasiona que la mezcla se les acumule y se enfríe, cuando la mezcla se enfría es más difícil de moldear y se tarda más.

➤ **Refrigerado**

Para refrigerar los moldes, se espera a que haya 6 listos para tener un control en la colocación de los moldes en el refrigerador y se espera 30 min, cuando todos los moldes están llenos se empiezan a desocupar; pero no hay una persona que haga este paso, así que los operarios que moldean tienen que sacar las tablillas de chocolate y el proceso se retrasa aún más.

➤ **Reposo**

Antes de empacar las tablillas de chocolate se debe esperar alrededor de 20 hrs., esto es para que las tablillas de chocolate puedan secarse bien a temperatura ambiente y al empacar las tablillas no se derritan.

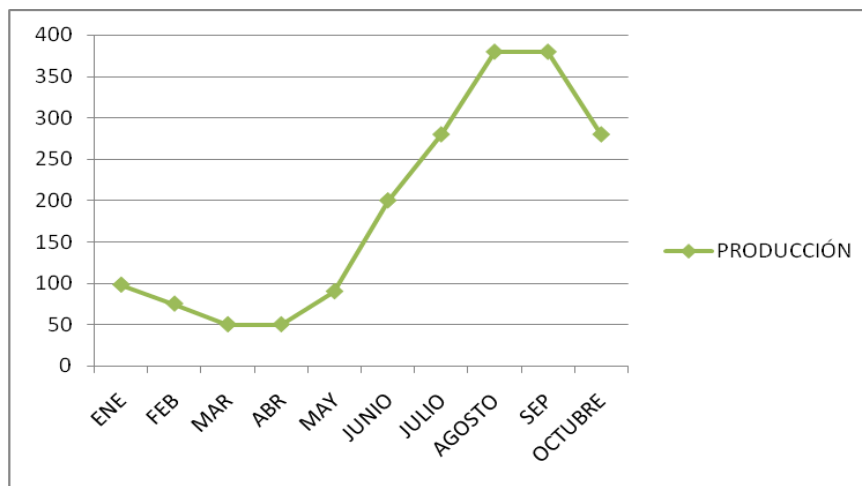


## 4.8 Producción Mensual de cajas de chocolate de 540 gr de la Empresa Globalizando la Solidaridad A.C.

La producción mensual de cajas de chocolate de 540 gr de la planta, va de acuerdo a la cantidad requerida por los clientes, ya que solo se trabaja por pedidos.

MESES	2009									
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEP	OCTUBRE
PRODUCCIÓN	98	75	50	50	90	200	280	380	380	280

**Tabla 4-2** Producción mensual de cajas de chocolate de 540 gr.



**Gráfica 4-1** Producción mensual de cajas de chocolate de 540 gr.

La empresa Globalizando la Solidaridad empezó a comercializar el chocolate en este año, como se puede observar en la gráfica, las ventas comenzaron a ser en pequeñas cantidades y aumento en gran cantidad en el mes de junio debido a que la cartera de clientes se ha expandido. Los pedidos realizados a la empresa se entregan a la fecha establecida por los clientes, esto es, para no perder al cliente.



## 5 PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN



## 5.1 Descripción de la Propuesta de Automatización del Proceso de Producción de la Planta Globalizando la Solidaridad A.C.

Encontrar la maquinaria adecuada para la automatización del proceso de elaboración de chocolate es muy complicado, debido a que los proveedores son de otros países y contactarlos requiere de mucho tiempo anticipado, además la maquinaria tiene que contar con especificaciones requeridas por la empresa; como son capacidades y tamaños de la misma, de lo contrario no podrían ser adquiridas.

## 5.2 Elaboración de Diagramas del Proceso.

### 5.2.1 Diagrama de Bloque

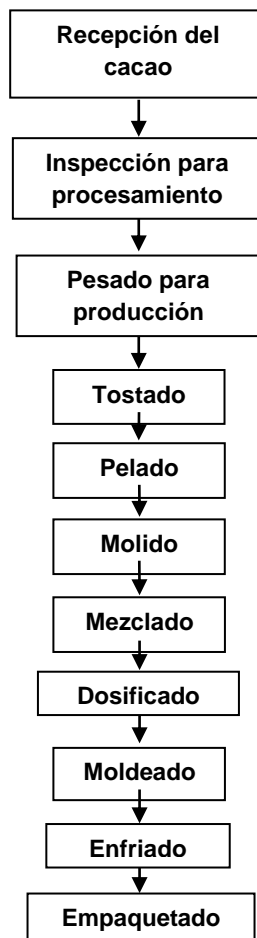
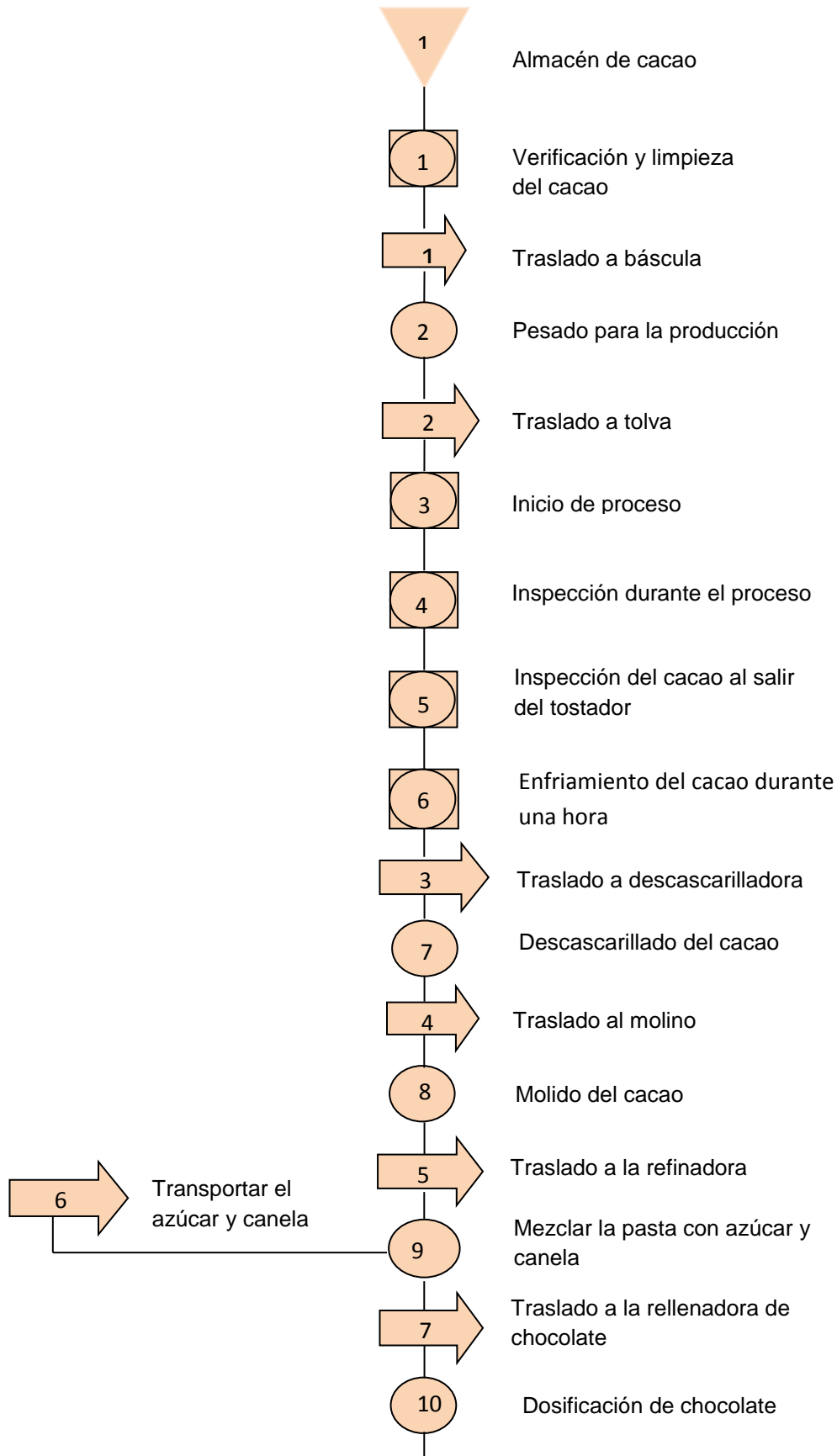


Diagrama 5-1 Diagrama de bloque.

### 5.2.2 Diagrama de Flujo



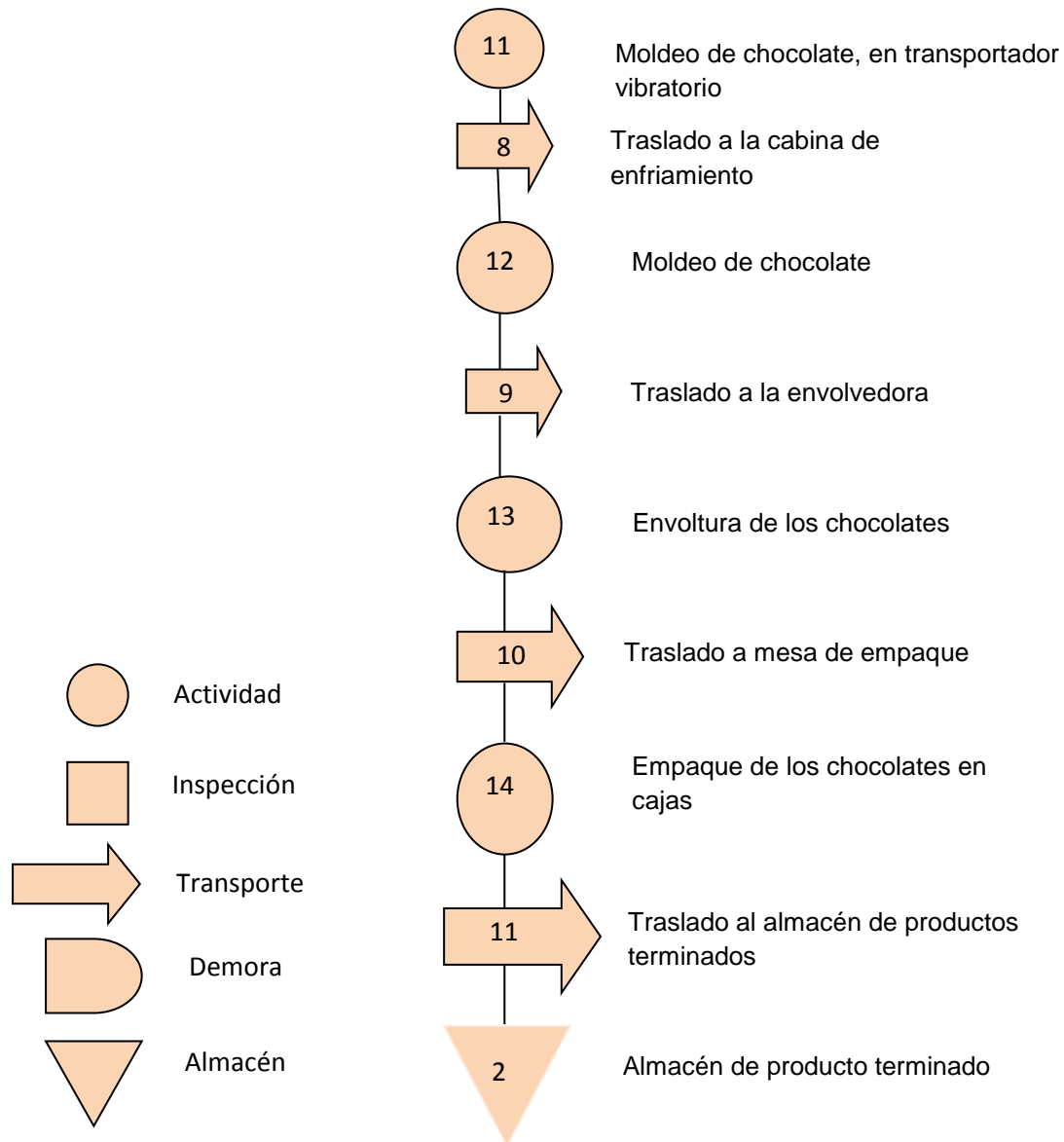


Diagrama 5-2 Diagrama de flujo.

### 5.3 Características y Capacidades de las Máquinas.

Los insumos necesarios para el proceso no sólo son las materias primas sino, además, los equipos, mano de obra, servicios como la energía eléctrica, y otros necesarios para poder elaborar el chocolate.

La materia prima para la elaboración de chocolate es fácil adquirirla, ya que, en Huixtla existen muchos productores de cacao y hay un ingenio azucarero, no olvidando que solo se usa un poco de canela; por lo que todo se consigue a bajo precio.



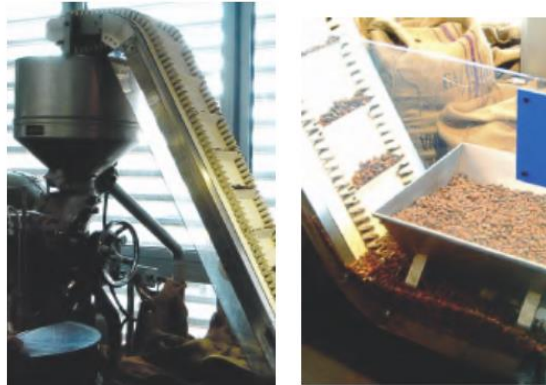


Los proveedores del cacao para la elaboración del chocolate siempre mandan un producto de calidad, por lo que no será requerido el tamiz de limpieza del grano, simplemente se hará una inspección visual del mismo. Para comenzar la producción se trasladará el cacao a la báscula para calcular la capacidad de producción, en este caso será de 40 kg de cacao. Para ello se utilizará una plataforma móvil Torrey.

Equipo	Plataforma móvil Torrey (báscula)
Características	Funciona con batería recargables de hasta 24 horas. De uso continuo o con corriente eléctrica. Capacidad 500 kg.
Tamaño físico	Plato de 71.5 x 85 cm
Costo	\$ 4 990

**Tabla 5-1** características de la báscula.

- ✚ **TOSTADO:** Mientras se hace la inspección y pesado del cacao para la producción se enciende la tostadora y posteriormente es transportado mediante un elevador hacia la tostadora, para hacer más rápido el proceso podría colocarse directamente el cacao en la tolva mediante una escalera; pero es peligroso para el operario por la altura de la tostadora y el peso del cacao, la lentitud del elevador no afecta; ya que se debe esperar alrededor de 35 min para calentar la tostadora.



**Imagen 5-1** Elevador para las semillas del cacao.



**Imagen 5-2** Tostadora de cacao.

MODELO	T 40
Capacidad kg/h	40
Potencia eléctrica H.P.	2MR ½ HP M1/2 HP
Precio con IVA	\$ 17251.520

**Tabla 5-2** Características de la tostadora.



Para el traslado de las semillas del cacao a la máquina descascarilladora será requerido otro elevador como el que se utilizó para la tostadora.

- ✚ **DESCASCARILLADO:** Para el descascarillado del cacao es importante contar con una máquina eficiente para que el producto sea de calidad y no lleve residuos de la cascara de cacao.



Imagen 5-3 Descascarilladora de cacao.

Características:

- Tolva de entrada de producto hasta el sistema centrífugo del descascarado.
- Sistema manual de regulación de velocidad dependiendo del tipo de semilla.
- Ciclón depresor para separar el aire de la semilla.

Para el traslado de las semillas del cacao a la máquina de la molienda será requerido otro elevador; en este paso también es importante la lentitud del elevador, ya que no habrá obstrucción ni demoras; porque el molino no se saturara y permitirá el paso adecuado de los granos de cacao en el molino.

✚ **MOLIDO:** La maquinaria para la molienda debe ser específicamente para cacao u otro grano difícil de triturar, esto es, para que la pasta de chocolate quede totalmente fina y no sea requerido rehacer el proceso de molido.

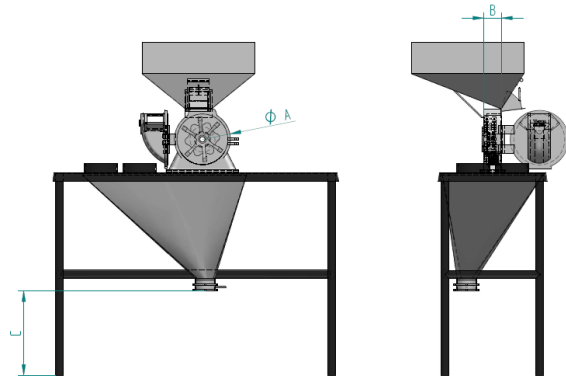


Imagen 5-4 Molino de cacao.

Modelo	MPV 150
Motor HP	3/5
Rendimiento aprox. Kg/Hr	20-50
Cámara de molienda	Diámetro de molienda "A" (mm) 150; Ancho "B" pulgadas 3
Medidas aproximadas (cm) frente, fondo, altura	Cabeza y tolva de carga 30x30x50; Con base sencilla 50x70x140

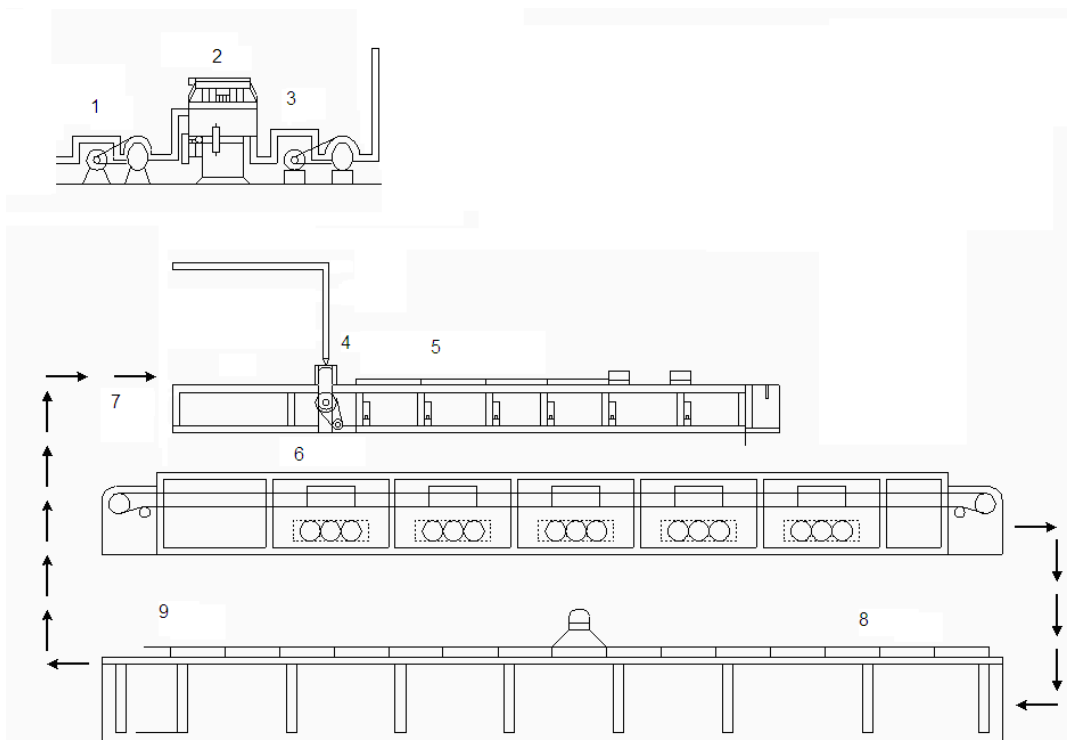
Tabla 5-3 Características del molino de cacao.

**Nota:** El rendimiento arriba indicado es aproximado y varía de acuerdo al producto a moler, la criba utilizada, la potencia del motor y la forma de carga y descarga del producto.

El cacao al ser molido se vuelve de forma pastosa y viscosa, por lo que debe ser bombeado al siguiente proceso, para ello será requerido una bomba inoxidable de dos capaz.



✚ **MEZCLADO, DOSIFICACIÓN, ENVASADO Y EMPAQUETADO:** La pasta de chocolate será bombeada a la refinadora, donde se le agregará el azúcar y la canela, cuando la mezcla se encuentre homogénea se trasladará hacia la máquina rellenadora mediante una bomba inoxidable de dos capaz, después la pasta de chocolate será dosificado en los moldes y transportada para ser reformado por un transportador vibratorio. El chocolate reformado es pasado rápidamente a la cabina de enfriamiento a través de un transportador de enfriamiento para su moldeo. El chocolate moldeado es enviado hacia la máquina envolvedora automática para su envoltura. Finalmente, el chocolate envuelto es enviado a la mesa empaquetadora para ser empaquetados manualmente en cajas.



**Imagen 5-5** Maquinaria de elaboración de chocolate.

\*Esta maquinaria fue diseñada para la producción e grandes cantidades; pero es posible adecuarla a la producción requerida por la empresa Globalizando la Solidaridad.



- 1.- Bomba inoxidable de dos capas.
- 2.- Equipo de refinación.
- 3.- Bomba inoxidable de dos capas.
- 4.- Máquina rellena de chocolate.
- 5.- Transportador de moldes de chocolate.
- 6.- Transportador de enfriamiento.
- 7.-Transportador en cruz de moldes vacíos.
- 8.- Transportador en cruz de moldes vacíos.
- 9.- Transportador de retorno de aire caliente de moldes vacíos.

El chocolate debe tratarse con mucho cuidado, la temperatura de su almacén debe ser el adecuado, no debe haber ningún olor extraño porque el chocolate lo adquiere y hay que vigilar su humedad. La empresa Globalizando la Solidaridad A.C. tiene muy presente estas características, por lo que, elaboran chocolate solo por pedidos; así fue como se tomo la decisión de procesar 40 kg de cacao y producir alrededor de 73 cajas de 540 gr diarias, de lo contrario se tendría una sobreproducción.

#### **5.4 Tiempos del Proceso de Elaboración del Chocolate.**

Operación	Tiempo de la operación en minutos
Verificación y limpieza del cacao	15 min.
Traslado a la báscula	10 min.
Pesado e inspección del cacao	15 min.
Traslado a la tostadora	20 min.
Calentamiento de la tostadora	15 min.
Tostado	60 min.



Enfriado del cacao	60 min.
Traslado a descascarilladora y descascarillado	40 min.
Traslado al molino y molienda	30 min.
Traslado a la refinadora y mezclado	40 min.
Traslado a máquina rellenadora y dosificación	30 min.
Transportador vibratorio	20 min
Cabina de enfriamiento	36 min.
Sellado con papel celofán	37 min
Traslado a mesa de empaque	12 min.
Empaque	40 min.
Traslado al almacén de productos terminados	5 min.
<b>Tiempo total del proceso</b>	<b>485 min</b>

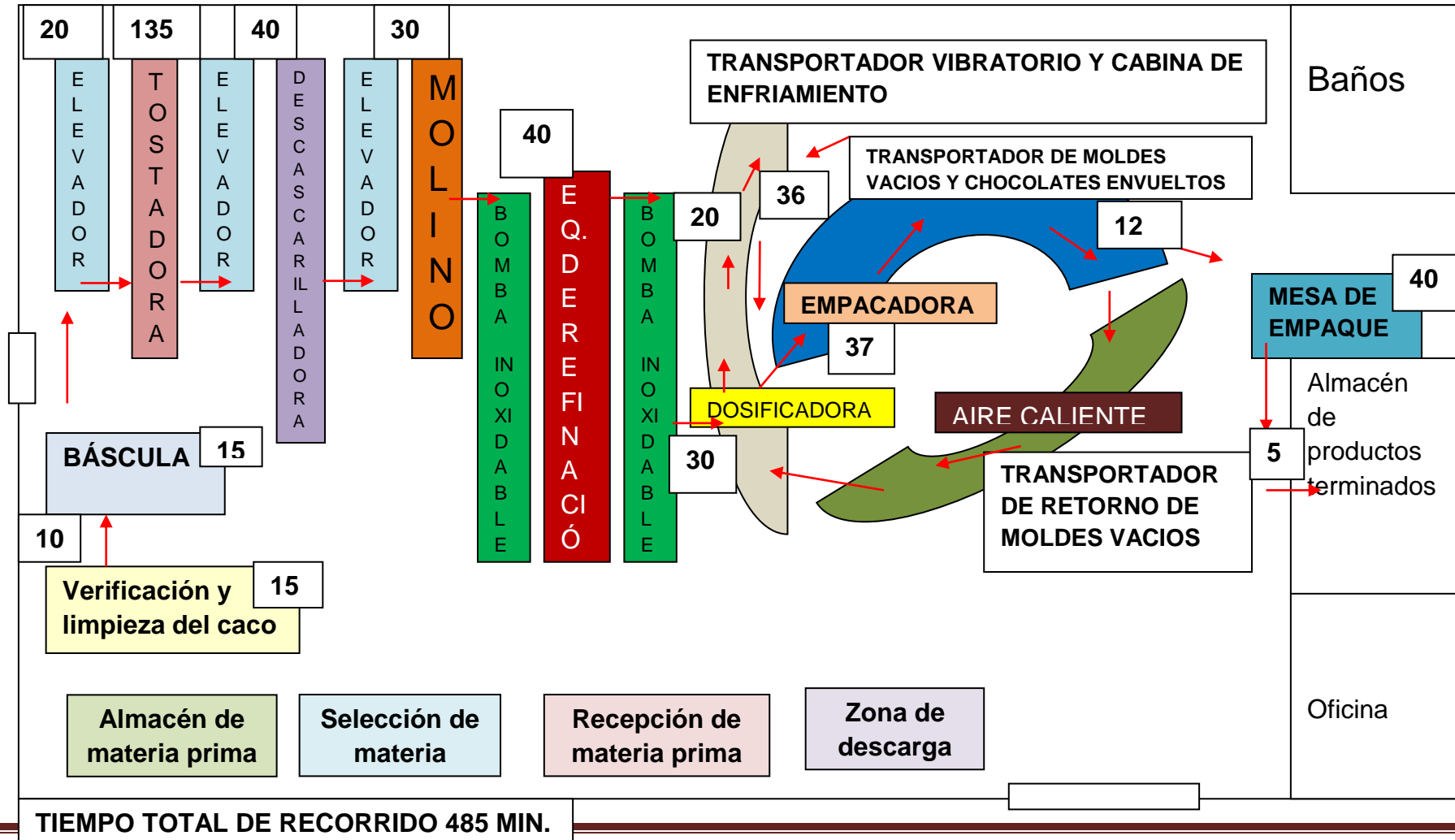
**Tabla 5-4** Tiempos del proceso de elaboración de chocolate.

\*Cada caja contiene 6 tabletas de chocolate con capacidad de 540 grs. por caja.

\*Los tiempos de ejecución de cada actividad fueron estimados a criterio propio.



### 5.5 Propuesta de Distribución de Planta para el Proceso Automatizado del Chocolate en la Empresa Globalizando la Solidaridad A.C.







## **6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 Tabla Comparativa entre los tiempos totales de proceso para la producción de chocolate con 40 kg de cacao.

Elaboración actual del Proceso Productivo de la Planta Globalizando la Solidaridad A.C.		Elaboración Automatizada del Proceso Productivo de la Planta Globalizando la Solidaridad A.C.	
OPERACIÓN	TIEMPO	OPERACIÓN	TIEMPO
Selección de semillas	16.45	Pesado e inspección del	15
Traslado a la báscula	10.35	Traslado a la báscula	10
Pesado del caco	8.58	Pesado e inspección del cacao	15
Traslado a la tolva	14.38	Traslado a la tostadora	20
Calentamiento de la tolva	35.87	Calentamiento de la tolva	15
Tostado del cacao	48.75	Tostado del cacao	60
Enfriamiento del cacao	60	Enfriamiento del cacao	60
Pelado del cacao Reproceso 3 veces	30	Traslado a la descascarilladora y descascarillado	40
Limpieza de molienda del cacao	28.18	Traslado al molino y molienda	30
Molido del cacao con canela Reproceso 2 veces	73	Traslado a la refinadora y mezclado	40
Mezclado del cacao con azúcar 15 kg 3 veces	45	Traslado a máquina rellenadora y dosificación	30
Pesado de la mezcla en 540 grs. 73 veces	00.33	Transportador vibratorio	20
Moldeado de las barras 73 veces	3	Cabina de enfriamiento	36
Refrigerado de las barras 2 veces	30	Sellado con papel celofán	37
Reposo de las barras de chocolate	1200	Traslado a mesa de empaque	12
Envoltura y sellado con papel celofán 73 veces	00.05	Empaque	40
Quitar aire de las envolturas de chocolate 73 veces	00.17	Traslado al almacén de productos terminados	5
Empaquetado de las barras en cajas 73 veces	1.25		
Traslado al almacén de productos terminados	5		
<b>Tiempo total</b>	<b>2208.96</b>	<b>Tiempo total</b>	<b>485</b>

**Tabla 6-1** Tabla comparativa entre los tiempos totales de elaboración de chocolate en la Planta Globalizando la Solidaridad.



## 6.2 CONCLUSIONES

Las empresas manufactureras de maquinaria automatizada para la elaboración de chocolate son de otros países y debido al tiempo limitado para el desarrollo de este proyecto, no me fue posible adquirir cotizaciones, cabe mencionar que se les envió solicitudes para cotización de dicha maquinaria; algunas respondieron diciendo que no contaban con la maquinaria adecuada para la capacidad de producción que se requería y no mostraban ninguna otra especificación, por lo que no contando con el conocimiento del costo de cada maquinaria no podemos hacer el análisis económico-financiero del proyecto.

Con el desarrollo de este proyecto, Propuesta de automatización del área del proceso productivo de la empresa Globalizando la Solidaridad A.C., se evaluó la factibilidad técnica obteniendo como resultado la conveniencia de automatizar el área, beneficiando de esta manera a la empresa.

Con la propuesta de automatización es posible elaborar 73 cajas de 540 grs. de chocolate diarios, con un solo turno de trabajo de ocho horas, y si se considera un año de 313 días laborales, entonces se estarían produciendo 22 223 cajas de 540 grs. anuales de producto.

El proceso automatizado le otorga gran flexibilidad de producción a la empresa. Puede aumentar su producción, en caso de que así se requiera, sin inversión adicional, con sólo incrementar los turnos de trabajo.

En la tabla 6.1 se muestra como los tiempos serán disminuidos; en el proceso manual teníamos un tiempo promedio total de 2208.96 min y con el proceso automatizado tendríamos un tiempo promedio de 485 min, además nos podemos dar cuenta de que con la propuesta de automatización ya no existe reproceso en ninguna actividad, las cuales originaban cuellos de botella.

La maquinaria propuesta para la automatización del proceso productivo, permite una optimización en la utilización de la materia prima con lo que se reducen los desperdicios; la maquinaria con mejor resultado fue la cabina de enfriamiento, ya que, gracias al enfriamiento de los chocolates no será



necesario esperar las 20 hrs de reposo para su empaque y por supuesto ya no habrá fatiga de operarios por el moldeo de chocolate, por lo tanto nuestra hipótesis de investigación es aprobada.

## **6.3 RECOMENDACIONES**

La automatización del proceso productivo implicará una gran inversión en activos productivos; por lo que se recomienda tener un estricto control en todos los egresos e ingresos de la empresa. Esto es de suma importancia; pues de ello depende el crecimiento o la decadencia de la empresa.

Se recomienda la capacitación permanente de los empleados, sobre todo en higiene y seguridad en el trabajo y las buenas prácticas de manufactura.

Otro curso importante que la empresa debe impartir es sobre el mantenimiento de la maquinaria que utilizan, iniciando un proceso de implantación del Mantenimiento Productivo Total.



## FUENTES BIBLIOGRAFICAS

Baca Urbina, G. (2001). "EVALUACIÓN DE PROYECTOS". México, Cuarta Edición. Editorial: Mc Graw Hill.

Josep M. Vallhonrat y Albert Corominas (1991). "LOCALIZACIÓN, DISTRIBUCIÓN EN PLANTA Y MANUTENCIÓN". Edición; Boixareu marcombo.

Hopeman, R. J. (1992). "ADMINISTRACIÓN DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES". Novena edición, Editorial; CECSA.

Mundel, M. E. (1975). "ESTUDIO DE MOVIMIENTOS Y TIEMPOS" Primera edición. Editorial; Continental S.A.

<http://www.chocolatesperez.com/Fabrica.html>

<http://www.incus.es>

<http://www.infoagro.go.cr/Agricola/tecnologia/cacao/pyenfermedades.htm>

[http://www.engormix.com/cacao\\_enfermedades\\_\\_s\\_articulos\\_762\\_AGR.htm](http://www.engormix.com/cacao_enfermedades__s_articulos_762_AGR.htm)

<http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao3.htm>

<http://www.castago.com.mx/>

<http://www.infomipyme.com/Docs/GT/Offline/Empresarios/costos.htm>

<http://www.fundaciontabasco.org.mx>

<http://turnkey.taiwantrade.com.tw/showpage.asp?subid=062&fdname=FOOD+MANUFACTURING&pagename=Planta+de+produccion+de+chocolate>.

<http://www.eumed.net/ce/2009a/amr.htm>.