



**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

## **LA INGENIERÍA EN LA PRODUCCIÓN CAFETALERA**

Roy Nelson Morales Guzmán  
**Asesorado por: Ing. José Rolando Chávez Salazar**

**Guatemala, febrero de 2005**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**LA INGENIERÍA EN LA PRODUCCIÓN CAFETALERA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ROY NELSON MORALES GUZMÁN**

ASESORADO POR: ING. JOSÉ ROLANDO CHÁVEZ SALAZAR  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO: ING. SYDNEY ALEXANDER SAMUELS MILSON  
VOCAL I: ING. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS  
VOCAL II: LIC. AMAHÁN SÁNCHEZ ÁLVAREZ  
VOCAL III: ING. JULIO DAVID GALICIA CELADA  
VOCAL IV: BR. KENNETH ISSUR ESTRADA RUIZ  
VOCAL V: BR. ELISA YAZMINDA VIDEZ LEIVA  
SECRETARIO: ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: ING. SYDNEY ALEXANDER SAMUELS MILSON  
EXAMINADOR: ING. WILLIAM ABEL AGUILAR VÁSQUEZ  
EXAMINADORA: INGA. LENNY VIRGINIA GAITÁN RIVERA  
EXAMINADORA: INGA. CLAUDIA LIZETH BARRIENTOS DE CASTILLO  
SECRETARIO: ING. PEDRO ANTONIO AGUILAR POLANCO

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **LA INGENIERÍA EN LA PRODUCCIÓN CAFETALERA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial con fecha 24 de noviembre de 2003.

---

Roy Nelson Morales Guzmán

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios	Por iluminar mi camino y llegar a cumplir tan anhelada meta.
A mis padres	Héctor José Morales Mazariegos Irene Argentina Guzmán de Morales, por su apoyo y comprensión en todo momento.
Al ingeniero	José Rolando Chávez Salazar, por su amistad y asesoramiento en la elaboración de este trabajo.
A la Universidad	San Carlos de Guatemala, por darme la oportunidad de formarme como profesional.

## DEDICATORIA

A mis padres

Héctor José Morales Mazariegos  
Irene Argentina Guzmán de Morales,  
con sus consejos hoy estoy aquí.

A mis abuelitos

Daniel Guzmán (+), Rosalinda Godínez  
Mariano Morales, Claudia Morales,  
por su cariño.

A mis hermanos

Claudia, Elizabeth y Héctor,  
por la ayuda incondicional que me  
brindaron.

A mi novia

Marli Carolina Cheley Román,  
por el amor que me brinda.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VI
GLOSARIO.....	VIII
RESUMEN .....	X
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
<b>1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA CAFICULTURA</b>	
1.1. Origen del café .....	1
1.1.1. ¿Cómo llegó a nuestro país? .....	1
1.1.2. Variedades de café .....	2
1.1.2.1. Variedad Bourbon .....	2
1.1.2.2. Variedad Maragogype .....	3
1.1.2.3. Variedad Caturra .....	3
1.1.2.4. Variedad Mundo Novo.....	4
1.1.2.5. Variedad Catuaí .....	5
1.1.2.6. Variedad Pacas .....	6
1.1.2.7. Variedad Robusta .....	7
1.1.2.8. Variedad Pache .....	8
1.1.2.9. Variedad Catimor .....	9
1.1.3. Enfermedades del café .....	10
1.1.3.1. Roya .....	10
1.1.3.2. Mancha de hierro .....	11
1.1.3.3. Koleroga .....	12
1.1.3.4. Antracnosis .....	13
1.1.3.5. Ojo de gallo .....	15
1.1.3.6. Fumagina .....	16

1.1.3.7. Phoma o derrite .....	17
1.1.3.8. Mal rosado .....	18
1.1.3.9. Cáncer del tronco .....	19
1.2. Ciclo de vida del café .....	20
1.2.1. Lanzamiento .....	20
1.2.2. Crecimiento .....	21
1.2.3. Estabilidad .....	26
1.2.4. Declive .....	26
1.2.5. Muerte .....	28
1.3. Elementos del proceso de producción .....	28
1.3.1. Mano de obra .....	28
1.3.2. Maquinaria .....	29
1.3.3. Técnicas .....	29
1.4. Importancia .....	30

## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA CAFICULTURA**

2.1. Beneficio húmedo .....	31
2.1.1. Recolección del fruto .....	31
2.1.2. Recibo del café .....	32
2.1.3. Despulpado de café .....	33
2.1.4. Fermentación del café .....	34
2.1.5. Lavado del café .....	35
2.1.6. Secamiento del café .....	36
2.1.7. Almacenamiento del café .....	38
2.1.8. Trillado .....	39
2.2. Determinación de la calidad de café .....	40
2.2.1. Bueno lavado .....	40
2.2.2. Prima .....	41
2.2.3. Extra prima .....	41



2.2.4. Duro .....	41
2.2.5. Semiduro .....	42
2.2.6. Estrictamente duro .....	42
2.2.7. Calidad antigua .....	42
2.3. Problemas sociales y económicos .....	43
2.3.1. Desempleo .....	43
2.3.2. Migración .....	43
2.3.3. Pobreza .....	44
2.3.4. Delincuencia .....	44
2.4 Aspectos de ingeniería .....	45
2.4.1 Pronósticos .....	45
2.4.1.1 Definición .....	45
2.4.1.2 Métodos de evaluación .....	46
2.4.1.2.1 Métodos de producción estable .....	48
2.4.1.2.2 Métodos de producción ascendente o descendente .....	52
2.4.1.2.3 Métodos de producción cíclica .....	55
2.4.2 Diagramas de recorrido, ensamble y flujo.....	57
2.4.2.1 Definición .....	57
2.4.2.2 Simbología .....	59
2.4.2.3 Modelo .....	59
2.4.3 Balance de líneas .....	61
2.4.3.1 Definición .....	61
2.4.3.2 Tiempo estándar de las operaciones .....	64
2.4.3.3 Control de eficiencia .....	68
2.4.3.4 Criterio basándose en el tiempo de cuello de botella .....	68
2.4.4 Costo de producción .....	69
2.4.4.1 Definición .....	69

2.4.4.2	Costos, gastos y pérdidas .....	71
2.4.4.3	Modelo .....	74
2.4.5	Estudio de impacto ambiental .....	75
2.4.5.1	Definición .....	75
2.4.5.2	Consideraciones generales .....	75
2.4.5.3	Objetivos del estudio de impacto ambiental .....	76
2.4.5.4	Caracterización de los impactos .....	77
2.4.5.5	Métodos de aplicación .....	78
<b>3.</b>	<b>SITUACIÓN PROPUESTA DE LA INGENIERÍA A LA CAFICULTURA</b>	
3.1.	Aplicaciones de ingeniería .....	81
3.1.1.	Pronósticos .....	81
3.1.1.1.	Métodos de evaluación .....	82
3.1.1.1.1.	Métodos de la producción estable .....	83
3.1.1.1.2.	Métodos de la producción cíclica .....	86
3.1.2.	Diagramas de recorrido, ensamble y flujo .....	90
3.1.3.	Balace de líneas .....	96
3.1.4.	Costo de producción .....	99
3.2.	Estudio de impacto ambiental .....	101
3.2.1	Aplicación .....	101
<b>4.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DE LOS MODELOS DE INGENIERÍA</b>	
4.1.	Cuantificación previa de una cosecha de café .....	109
4.2.	Visualización detallada en el proceso de producción de café .....	111
4.3.	Trabajadores necesarios en el beneficiado de café .....	112
4.4.	Situación económica del café .....	113
4.5.	Forma de realizar un estudio de impacto ambiental	
	en un sector cafetalero .....	114
4.5.1	Decisión de realizar el estudio de impacto ambiental .....	114

4.5.2 Reunión del grupo de trabajo multidisciplinar que va a afrentar el estudio de impacto ambiental .....	115
4.5.3 Estructura metodológica de un estudio de impacto ambiental	115
4.5.4 Contenido de un estudio de impacto ambiental .....	117
<b>5. ANÁLISIS DE LA INGENIERÍA EN LA CAFICULTURA</b>	
5.1 Verificación del pronóstico de cosecha contra la cosecha real .....	118
5.2 Evaluación de cada operación en el proceso de producción de café .....	123
5.3 Evaluación del número de trabajadores utilizados en el beneficiado de café .....	125
5.4 Análisis de la situación económica del café .....	126
5.5 Análisis de cada aspecto que interviene en el estudio de impacto ambiental cafetalero. ....	127
<b>CONCLUSIONES</b> .....	131
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	133
<b>REFERENCIAS</b> .....	134
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	135
<b>ANEXOS</b> .....	136

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Variedad Bourbon	2
2	Variedad Maragogype	3
3	Variedad Caturra	4
4	Variedad Mundo Novo	5
5	Variedad Catuaí	6
6	Variedad Pacas	7
7	Variedad Robusta	8
8	Variedad Pache	9
9	Variedad Catimor	9
10	Roya del cafeto	10
11	Mancha de hierro	12
12	Koleroga	13
13	Antracnosis	14
14	Ojo de gallo	15
15	Fumagina	16
16	Phoma o derrite	17
17	Mal rosado	18
18	Cáncer del tronco	19
19	Semillero de café injertado	21
20	Ordenamiento de bolsas en el almacigo	23
21	Sombra de los almacigos	24
22	Gráfica de producción de café	82

## TABLAS

I	Símbolos de diagramas	59
II	Resumen diagramas	61
III	Definición de tiempos de trabajo	67
IV	Modelo costo de producción	74
V	Producción histórica finca Izabal	81
VI	Método último período	83
VII	Método promedio aritmético	83
VIII	Método media móvil	84
IX	Método media móvil ponderada	84
X	Método ponderado exponencial $\alpha = 0.01$	85
XI	Método ponderado exponencial $\alpha = 0.05$	85
XII	Método ponderado exponencial con ajuste de tendencia	86
XIII	Método de índices	87
XIV	Método combinado	89
XV	Diagrama de recorrido: Beneficiado de café	91
XVI	Diagrama de ensamble: Beneficiado de café	92
XVII	Diagrama de flujo: Beneficiado de café	94
XVIII	Tiempo en áreas de beneficiado de café	98
XIX	Número de operarios real	99
XX	Costo de producción finca Izabal	100
XXI	Métodos de producción estable	119
XXII	Método media móvil	120
XXIII	Métodos de producción cíclica	120
XXIV	Método combinado	122
XXV	Estado de pérdidas y ganancias finca Izabal	127

## **GLOSARIO**

Acequía	Zanja por donde se conduce agua para regar.
Defoliación	Caída prematura de las hojas.
Diseminación	Sembrar y esparcir.
Eutroficación	Estado normal de nutrición de un tejido, órgano o ser vivo.
Fermentar	Degradación anaeróbica de los compuestos orgánicos realizada por las enzimas de ciertos microorganismos.
Hacinamiento	Amontonar, acumular, juntar sin orden.
Holgura	Espacio vacío que queda entre dos piezas que han de encajar una en otra.
Infusión	Acción de extraer de las sustancias orgánicas las partes solubles en agua, a una temperatura mayor que la del ambiente y menor a la del agua hirviendo.
Metabolismo	Conjunto de reacciones químicas a que son sometidas las sustancias ingeridas o absorbidas por los seres vivos hasta que suministran energía o hasta que pasan a formar parte de la propia arquitectura estructural.

Micelial	Cuerpo vegetativo de los hongos, formado por multitud de filamentos aislados.
Mucílago	Sustancia de naturaleza viscosa que producen diversas plantas, algas y las bacterias.
Sinergia	Interacción entre dos o más tipos de organismos, de modo que por lo menos uno de ellos se nutre o crece transformando productos del metabolismo de los demás, utilizando como vitamina alguna sustancia de desecho.

## RESUMEN

El café es el producto que con el transcurso del tiempo ha ido en decadencia, debido principalmente a las bajas en los precios, lo cual ha provocado que la mayor parte de la población de nuestro país se encuentre viviendo un gran desequilibrio económico. Un gran número de fincas dedicadas a la producción del café no tuvieron la capacidad para hacerle frente a esta problemática, buscando reemplazar dicha producción; caso contrario, es la finca San Bartolomé Izabal, que ha sabido salir adelante, tomando muy en cuenta la calidad del café, cuidando cada una de las etapas en su producción, tomando como base la aplicación de las herramientas básicas de la ingeniería.

La ingeniería en la producción cafetalera, es un trabajo donde se aplican algunas herramientas de la ingeniería, como las siguientes: pronósticos, que brindan un número aproximado en la producción de café para el siguiente período, tomando como referencia las producciones anteriores; diagramas de operaciones, se incluyen los diagramas de recorrido, de ensamble y de flujo, que nos permiten visualizar detalladamente el proceso de producción de café; balance de líneas, nos ayuda a predecir el número adecuado de operarios, que son necesarios en cada área de trabajo; costo de producción, nos proporciona información acerca del nivel económico en que se encuentra la empresa en un momento determinado; estudio de impacto ambiental, actualmente es necesario que todas las empresas lo realicen, no sólo las cafetaleras, pues de esta forma se busca erradicar los daños que se le causan a nuestro medio ambiente, se incluyen los lineamientos que se deben tomar en cuenta en su desarrollo.



## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Contribuir con el desarrollo de una caficultura eficiente, buscando mejorar la situación problemática que se está viviendo actualmente a nivel nacional.

### **ESPECÍFICOS**

1. Adquirir un conocimiento básico sobre el origen del café y la importancia que fue adquiriendo a nivel de nuestra economía.
2. Analizar la situación actual del café, elementos que intervienen en el proceso de producción y las condiciones factibles para obtener una buena calidad del grano.
3. Conocer los métodos que se pueden aplicar para pronosticar una cosecha de café.
4. Analizar cada uno de los pasos que se realizan en el proceso de producción de café.
5. Detallar en forma concreta la administración de la producción de café.
6. Describir los pasos necesarios en un estudio de impacto ambiental a nivel de la caficultura.
7. Definir algunas normas que se pueden aplicar para mejorar el rendimiento en la producción cafetalera.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente en nuestro medio, al hablar de la caficultura, viene rápidamente a nuestro pensamiento el problema que éste ha provocado, principalmente en el ámbito de nuestra economía; pues ya todos conocemos del desequilibrio económico que se ha originado debido a la baja internacional de los precios, reducidas alternativas de financiamiento, tasas de interés altas, políticas gubernamentales salariales (incremento al salario mínimo y bonificación incentivo), que hacen de la administración de la empresa una actividad difícil para tener costos competitivos y de esta forma mantenerse en el mercado del café.

Las consecuencias que ha provocado el café son muy severas, por lo mismo se ha buscado un producto sustituto, que pueda favorecer a nuestro medio y así mismo a la población, lo cual ha sido muy difícil pues hasta ahora no se han encontrado resultados favorables, de tal forma que los problemas tanto económicos como sociales se han ido incrementando con el transcurrir del tiempo y sin llegar a una solución.

Sin embargo, hay empresas cafetaleras que han sabido hacerle frente a este problema, tal es el caso de la finca San Bartolomé Izabal, ubicada en el municipio de El Tumbador, departamento de San Marcos, que tomando algunas medidas en lo referente a la producción del café y fijándose principalmente en su calidad, ha podido salir avante, sin sentirse afectada por las consecuencias surgidas ante dicha situación.

Gracias al permiso que me ha otorgado la finca San Bartolomé Izabal, es posible hacer estudios sobre diversos factores que intervienen en la producción del café, aplicando algunos conceptos de ingeniería; tales como la forma de realizar un pronóstico o estimado de cosecha, la forma de elaborar un diagrama de flujo, en el cual veremos las operaciones que se realizan desde el momento de corte de café hasta el despacho de café pergamino; la forma de hacer un balance de líneas, para conocer el número de trabajadores que se requieren en el proceso de transformación del café en uva a café pergamino; los costos que se tienen en toda la producción y un estudio de impacto ambiental; al final, por medio de un análisis cuantitativo como cualitativo, llegar a proponer medidas que conduzcan a mejorar los rendimientos.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA CAFICULTURA**

## **1.1 Origen del café**

El café es originario de Etiopía; la especie arábica se encuentra en la región que circunda el lago Tana, del África, el café pasó al Asia por el mar Rojo y el golfo de Adén. Los árabes exportaban su café, primero a Siria, Persia (Irak), Turquía y luego a Europa, especialmente a islas que eran posesión de los holandeses, cuidando de que el grano perdiera su viabilidad como semilla para evitar su diseminación.

A principios del siglo XVIII, los holandeses llevaron el café de Java a Holanda, a sus invernaderos del jardín botánico de Amsterdam de donde lo distribuyeron a otros jardines botánicos de Europa, incluyendo el país de Francia. A partir de entonces ocurren hechos muy significativos en la historia del café como cultivo.

### **1.1.1 ¿Cómo llegó a nuestro país?**

Los padres Jesuitas reciben el crédito de haber introducido el café a Guatemala por el año 1760, quienes lo trajeron como planta ornamental para sus jardines de Antigua Guatemala. El primer registro de café en plantación data de 1800, como un cultivo en las orillas de la Ciudad de Guatemala, sembrado por don Juan Rubio y Gemir. Poco después de 1800, el padre Juarros se refiere al café como un cultivo de la provincia de la Verapaz. El 15 de noviembre de 1803, por Real Orden se impulsa el cultivo de café al otorgar exoneración de cualquier impuesto durante 10 años a la producción de café.

### **1.1.2. Variedades de café**

En Guatemala, en forma comercial se cultiva una variedad de la especie de café, entre ellas: variedades de Bourbon, Mararogype, Caturra, Mundo Novo, Catuaí, Pacas, Robusta, Pache y Catimor.

#### **1.1.2.1 Variedad Bourbon**

En los ensayos de Chocolá en los años cuarenta sobresalieron cinco variedades entre las cuales se destacó una selección de café Bourbon. Fruto de trabajos sucesivos fue la selección Bourbon Chocolá, que es el fundamento de muchos Bourbones actuales. Es un arbusto de porte alto con ramas secundarias que el de Typica, las ramas laterales tienen un ángulo más cerrado. Los brotes son de color verde, la hoja es más ancha y sus bordes son más ondulados, el fruto es de menor tamaño y un poco más corto. Su mayor vigor, mejor conformación y mayor número de yemas florales le da una capacidad superior de producción. Varias fincas han sido consistentes con sus cafetales de Bourbon. Aunque el Bourbon se ha cultivado a diferentes altitudes en Guatemala, da mejores resultados en zonas medias y altas.

Fig. 1 Variedad Bourbon



### 1.1.2.2 Variedad Maragogype

Es una mutación de Typica, descubierta en 1870 en la provincia de Bahía, Brasil. Entre sus características se pueden mencionar: superior en tamaño al Typica y Bourbon, las ramas laterales forman un ángulo de 75 grados aproximadamente con el eje principal, las hojas son laceoladas no elípticas, cerca de la base son mucho más anchas y regularmente se doblan hacia abajo. Los brotes son largos y puntiagudos, la característica principal es que los frutos tienen el “ombligo” saliente y desarrollado, las semillas son de un mayor tamaño, pero su producción es muy baja.

Fig. 2 Variedad Maragogype



### 1.1.2.3 Variedad Caturra

Descubierta en el estado de Minas Gerais, Brasil, como resultado de una mutación de Bourbon. Fue introducida en Guatemala en la década de los cuarenta. Es un cafeto de porte bajo, eje principal grueso, con ramas secundarias abundantes. Hojas grandes y anchas, con bordes ondulados y brotes de color verde. El verde de las hojas es más oscuro y acentuado que las del Bourbon y también más grandes y gruesas.

La silueta del Caturra es ligeramente angular y el aspecto general del cafeto es compacto y de mucho vigor. Su producción es alta y requiere un buen manejo cultural y adecuada fertilización, de lo contrario se resiente mucho bajo condiciones adversas del suelo y del ambiente. En Guatemala, en altitudes mayores de 3,500 pies y con lluvias menores de 1,500 mm (60 pulgadas) al año merece más atención y mejor cuidado.

Fig. 3. Variedad Caturra



#### **1.1.2.4 Variedad Mundo Novo**

Originario del municipio de Urupés, que antes se llamaba “Mundo Novo”, en el estado de Sao Pablo, Brasil. Se destacó en 1943 en una plantación del cultivar “Sumatra”. Se cree que es una hibridación o cruce natural entre “Sumatra” y la variedad Bourbon, pero hay cafetos que muestran brotes bronceados, y en general, heredaron características deseables de ambos padres. Hubo varias introducciones en Guatemala durante 1963 a 1964. Es un café de porte alto con gran vigor vegetativo y con mucha capacidad de producción.

Su maduración es un poco tardía con relación a las secciones comunes de Bourbón en Guatemala. Se cultiva con éxito en las diferentes regiones de Guatemala, pero es de particular interés su adaptación a la región del Centro y a la de Oriente donde hay limitaciones de lluvias; responde mejor que otras variedades a las presiones de la sequía. En un principio el Mundo Novo tuvo mucha tendencia a la producción de granos vanos y defectuosos. Tuvo gran auge en Guatemala durante los años sesenta, luego, se detuvo su disseminación en favor de nuevas variedades introducidas.

Fig. 4. Variedad Mundo Novo



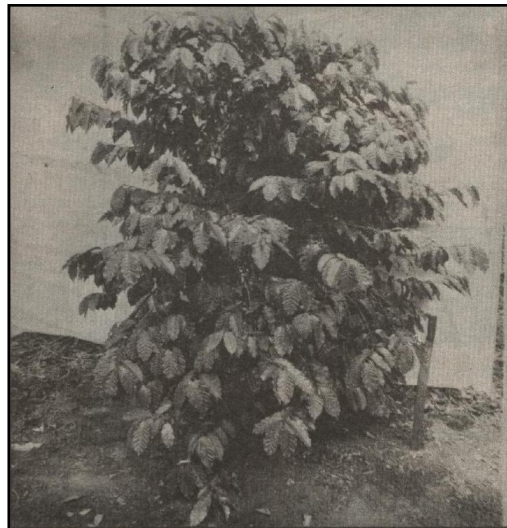
#### **1.1.2.5 Variedad Catuaí**

Se originó en el Instituto Agronómico de Campinas en Sao Paulo, Brasil, en 1949, como fruto de los trabajos de un grupo de investigadores. Es el resultado del cruzamiento intervarietal con los progenitores Mundo Novo y Caturra. Su comportamiento le hace honor a su nombre que es una voz Tupi-Guaraní que no tiene superlativos y en forma repetitiva dice: muy muy bueno.



En Guatemala ha mostrado un comportamiento excelente con producciones altas de manera consistente, a pesar de que a partir de su introducción formal en 1970, se ha descuidado la selección de sus progenies, su popularidad ha provocado que muchos caficultores compren y vendan semillas de Catuaí con mucha facilidad. Su vigor vegetativo, aunque muy bueno ya no tiene la gran pujanza que lo caracteriza. El Catuaí es una variedad de porte bajo, la silueta del cafeto es casi cilíndrica. La copa del cafeto aunque más angosta que la base, no acusa una punta sino un cono comprimido. El fruto no se desprende fácilmente de la rama.

Fig. 5. Variedad Catuaí



#### **1.1.2.6 Variedad Pacas**

Se originó en El Salvador; es una mutación del Bourbon, muy parecida al caso de Caturra, con cuyo cafeto tiene características muy similares. Es de porte bajo, sus entrenudos son cortos, ramas secundarias y follaje abundantes. Responde muy bien a condiciones de suelo arenoso y regiones relativamente secas donde otras variedades se resienten. Este comportamiento es parecido al del Mundo Novo.

Sus producciones son bastante buenas y estables y se mantiene bajo condiciones adversas sin deterioro del cafeto. Es una variedad de comportamiento consistente. Los cafetos de Pacas tienden a madurar con cierta anticipación a las demás variedades de la zona. Cultivado en suelos con alta fertilidad los cafetos se desarrollan de manera extraordinaria, responden a la recepa con vigor vegetativo agresivo y altas producciones.

Fig. 6. Variedad Pacas



#### **1.1.2.7 Variedad Robusta**

Ocupa un mínimo porcentaje en la producción por variedad de todas las que se cultivan en Guatemala. Se ha constituido en un valioso recurso para el café injertado como patrón de las otras variedades, con el propósito de hacerle frente a las plagas del suelo. Es un arbusto grande y vigoroso que a libre crecimiento rebasa los 4 metros, los brotes de recepa alcanzan los 3.5 metros antes de 3 años. Los cafetos después de unos años emiten de tres a cinco ejes verticales con cierta inclinación lateral.

Las ramas laterales son largas con poca ramificación basal secundaria, hojas de forma variable, entrenudos largos y agudos con bordes ondulados. Flor blanca con cinco o seis pétalos, fruto pequeño casi esférico en nudos apretados con 15 a 25 cerezos. La pulpa es bastante delgada. El Robusta se comporta muy bien en las altitudes mínimas donde se cultiva el café en Guatemala.

Fig. 7. Variedad Robusta



#### **1.1.2.8 Variedad Pache**

Tiene su origen en Guatemala, en la finca Brito, de Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa, en 1949 fue descubierta y luego fue identificada como una mutación de Typica. Es un café de porte bajo con buena ramificación secundaria de entrenudos cortos y abundante follaje, termina en una copa bastante plana, pache. Su aspecto y características generales se parecen al Villalobos que también es una mutación de Typica. Las plantaciones de Pache se ha establecido en su mayoría en fincas de la región de Oriente donde su comportamiento y producción ha satisfecho a los caficultores. Se ha observado un mejor comportamiento en fincas medianas y altas, con precipitaciones menores de 2000 mm/año.

Fig. 8. Variedad Pache



#### 1.1.2.9 Variedad Catimor

Fue creado en el Centro de Investigaciones sobre las royas del cafeto. Se caracterizó por ser vigoroso, de baja producción y con resistencia a todas las razas de roya. De acuerdo al resultado de algunas investigaciones, también manifiesta resistencia a otros problemas fitosanitarios del café. El material original utilizado fue semilla de Caturra Rojo de Angola. Se caracterizó por ser muy vigoroso, de baja producción. El objetivo del Centro fue obtener una variedad de alta producción resistente a la Roya.

Fig. 9. Variedad Catimor



### 1.1.3 Enfermedades del café

#### 1.1.3.1 Roya

En general los síntomas de esta enfermedad se presentan como manchas con un tono de verde pálido a verde amarillo en el haz de las hojas; en el envés se pueden notar manchas anaranjadas que es la muestra de los cuerpos fructíferos del hongo al alcanzar su madurez. Las hojas severamente atacadas se desprenden del árbol y en consecuencia este no produce frutos o produce muy pocos. Bajo condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad puede llegar a provocar defoliación total y muerte del cafeto. La gran variación de clima en las diferentes regiones de Guatemala hace difícil y poco práctico hacer recomendaciones generales. Lo más adecuado es que el caficultor se familiarice con las condiciones de las diferentes plantaciones en el transcurso del año, debido a que la Roya no se comporta igual en toda la extensión de una finca por que pueden encontrarse variaciones marcadas de un lugar a otro.

Fig. 10. Roya del cafeto



Entre los métodos para el control de la roya están: control cultural, que consiste en reducir factores que predisponen al cultivo a contraer la enfermedad, lo cual se logra mediante la regulación de sombra, control de malezas, manejo del tejido productivo, densidad de siembra, etc.; y el control químico, la severidad de la roya puede reducirse con aspersiones oportunas de fungicidas protectivos o sistémicos, en general, se recomiendan los cobres, principalmente por su bajo costo; sin embargo, no se descarta el uso de fungicidas sistémicos para controlar o bajar el nivel infeccioso de focos renuentes.

#### **1.1.3.2 Mancha de hierro**

En muy fácil de distinguir, en su fase inicial se presentan manchas circulares de 3 a 10 mm de diámetro, con 3 colores concéntricos bien definidos; una mancha circular cenicienta oscura en el centro, con diminutos puntos negros, luego un anillo café rojizo y en toda la orilla un halo amarillo. La enfermedad completa, es el resultado de un complejo de los siguientes factores: un debilitamiento natural en el cafetal después de terminada la cosecha, cierta presión sobre las funciones del cafeto con la entrada del verano, el aumento de la temperatura del ambiente y de sus hojas, reducción de la humedad en el suelo y en el ambiente a la salida del invierno, el desombrado drástico a la entrada del verano intensifica las condiciones señaladas. Estos factores en un cafetal bien manejado, provocan las condiciones favorables y predispone a los cafetos para que el hongo encuentre la situación óptima para su ataque; la enfermedad se vuelve severa provocando defoliación y pérdida del fruto. Lo mismo puede pasar en los viveros donde la situación es más delicada. En los almácigos no entra en juego la fructificación, pero sí se hacen más sensibles los cambios del ambiente del suelo al salir del invierno y entrar en el verano, combinados con el tamaño y etapa de crecimiento de los cafetos.

Cambios drásticos de temperatura y humedad en el ambiente y en el suelo, acompañados de una pobre fertilización de los cafetos del almácigo, pueden provocar su defoliación, debilitamiento, un marcado deterioro en su forma y crecimiento y aún muerte de las plantitas. La mancha de hierro es una enfermedad provocada por un hongo y por un desequilibrio fisiológico del cafeto. En un control cultural hay que evitar desombrados repentinos en los almácigos a la entrada del verano y procurar que baje la humedad en el suelo, se debe contar con un programa de riego adecuado y aplicar un buen programa de fertilización para los almácigos desde su inicio hasta el final. Es de especial importancia el control de la sombra. Para un control químico se deben aplicar los fungicidas siguientes: Ferbam, Óxido Cuproso, Benomyl, Clorotalonil y Carbendazym.

Fig. 11. Mancha de hierro



### 1.1.3.3 Koleroga

La enfermedad se caracteriza por dañar las hojas, ramas y frutos, una vez que el organismo penetra en los tejidos celulares, las hojas pierden su turgencia y viene una necrosis de la lámina foliar; sus efectos en principio son visibles, en la parte inferior de las hojas se nota una red micelial de color blanquecina y finalmente, las hojas mueren y cuelgan dando un aspecto de hilachas, de donde se deriva su nombre común.

Bajo condiciones favorables al patógeno, los cuerpos infectivos son activos y penetran en el tejido celular deteniendo el desarrollo normal de la planta. El control de la enfermedad se logra llevando a cabo prácticas agronómicas como el manejo de la sombra, tejido productivo y adecuados programas de fertilización y/o enmiendas, de tal manera que se permita mayor penetración de luz, circulación de aire dentro de la plantación y una eficiente nutrición mineral. El uso de productos químicos, debe ser dirigido a focos de infección, al iniciarse el período lluvioso, con un número máximo de dos aspersiones a intervalos de 30 días.

Fig. 12. Koleroga



#### **1.1.3.4 Antracnosis**

La enfermedad es conocida como muerte descendente debido a que la infección se inicia en la parte terminal de las ramas y avanza hacia el eje central del tallo; está considerada como una enfermedad de los frutos, no obstante, puede causar daños a la flor, bandolas y hojas. Los síntomas en las hojas se presentan en forma de manchas concéntricas que pueden ir de los bordes hacia la parte central de la hoja, la infección en frutos se presenta como puntos negros no concéntricos sobre la pulpa, lo cual detiene su crecimiento y la tendencia es a momificarse.



Entre los factores que predisponen a la planta al ataque del patógeno destacan: períodos prolongados de lluvia, exposición directa a la luz solar y suelos con desequilibrios nutricionales. El control de la enfermedad debe estar enfocado a mantener una adecuada fertilización del suelo y nutrición del cafeto. Deberá también evitarse en lo posible la exposición del cultivo al sol y el anegamiento. El uso de productos químicos como el Benlatey Daconil, en dosis de 120 gramos y 1 kilogramo respectivamente, para un tonel de 50 galones de agua, pueden recomendarse para su control, aplicados a intervalos de 30 días. Además pueden usarse otros productos como: Captan, Captafol y cobres. La aplicación de productos químicos puede realizarse al inicio de las lluvias y durante el desarrollo del fruto, en una, dos o tres aspersiones, dependiendo de la incidencia y severidad de la enfermedad.

Fig. 13. Antracnosis



### 1.1.3.5 Ojo de gallo

Esta enfermedad se caracteriza por la presencia de numerosas manchas en las hojas, más o menos circulares de 5 a 15 mm de diámetro y de color gris ceniciento; en brotes tiernos y frutos tienden a ser ovaladas, inicialmente negruzcos, luego aumentan de tamaño y cambian a color café y más tarde a gris. En cierto estado de desarrollo del hongo, aparecen unos hilitos amarillos sobre las manchas, estos parecen diminutos alfileres, unos erguidos y otros doblados. Estos alfileres o gemas son los cuerpos fructíferos por medio de los cuales se propaga la enfermedad. Este hongo prospera bajo condiciones de alta humedad de temperatura relativamente baja y en plantaciones con abundante maleza y sombra muy densa. La enfermedad causa principalmente perforaciones a la hoja, defoliación y caída de frutos. En el control cultural lo constituyen mejor las limpiezas óptimas, el manejo adecuado del tejido productivo y principalmente la correcta regulación de la sombra. Hay focos difíciles de erradicar en áreas que favorecen el desarrollo del hongo como rejoyas, laderas poco iluminadas y próximas a riachuelos o tomas de agua, principalmente en fincas altas, con nublados frecuentes.

Fig. 14. Ojo de gallo

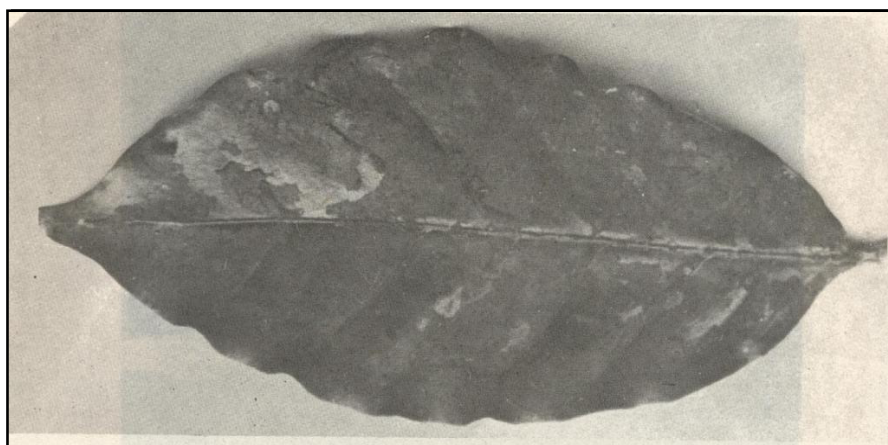


En los focos renuentes, complementar el buen manejo del cafetal con el control químico y según las experiencias que se han obtenido se recomienda el uso de ALTO 100 SL a razón de 210 cc/mz en zonas donde la precipitación sea menor de 2,500 mm por año y 280 cc/mz donde la precipitación sea mayor de 2,500 mm por año. Realizar como máximo dos aplicaciones por año, a intervalos de 45 días principiando con la entrada del invierno. Otra alternativa en el control químico podría ser el uso de ANVIL 5 SC a razón de 700 cc/mz en la misma época y frecuencia del caso anterior.

### 1.1.3.6 Fumagina

Prospera sobre las excreciones y secreciones de insectos chupadores como las escamas, las cochinillas del follaje y los pulgones. Los hongos que la forman tienen una tela negra que parece tizne u hollín. Crece encima de las hojas, el fruto y los brotes del cafeto. Cuando la invasión del hongo es severa, interfiere con las funciones de la hoja y afecta el desarrollo normal de los brotes, provoca amarillamiento y debilitamiento del cafeto. Hay que eliminar los insectos con insecticidas y aceite agrícola.

Fig. 15. Fumagina

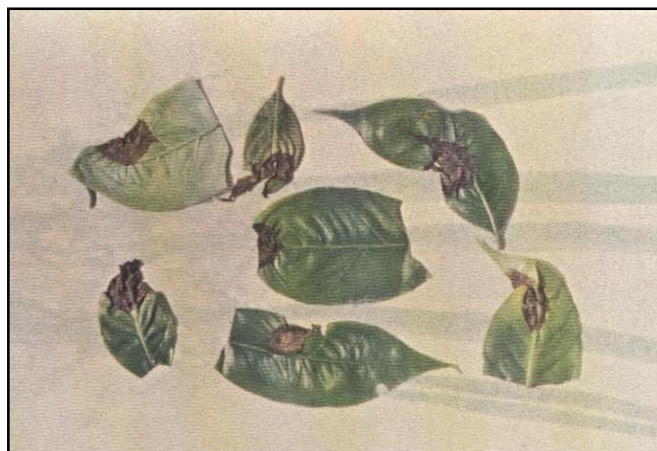


Las aspersiones deben hacerse cuidando de cubrir bien los brotes, ramas tiernas y las hojas en el haz y el envés. Una sola aplicación bien hecha puede destruir una infestación de insectos y eliminar el hongo. Una segunda aplicación procede, si persiste la presencia de la plaga. Insecticidas recomendables mezclados con aceite agrícola para el control de la enfermedad: *a.* MALATHION (350 cc), aceite mineral (0.5 litro), agua (50 galones); *b.* LEBAYCID 500 EC (300 cc), aceite mineral (0.5 litro), agua (50 galones).

### 1.1.3.7 Phoma o derrite

Entre los factores que favorecen el desarrollo del hongo para provocar esta enfermedad están: las temperaturas bajas, alta humedad en el ambiente y días nublados. La enfermedad se manifiesta inicialmente con la presencia de manchas de un color negro mate, con apariencia de papel quemado en el ápice de las hojas tiernas. En hojas jóvenes aparecen manchas semicirculares de color negro, éstas se arrugan y pliegan en torno a éstas. En las ramitas tiernas, las manchas que se iniciaron en la punta de las hojas terminales pronto invaden toda la hoja y avanzan por el tejido nuevo hacia la base y se detienen al encontrar el tejido leñoso.

Fig. 16. Phoma o derrite



El ataque de esta enfermedad se limita casi exclusivamente al tejido joven, es decir, a las hojas nuevas terminales, a los brotes y a los frutos tiernos. Para controlar la enfermedad en cafetales en donde los hijos de recepa son afectados se aconseja no deshijar hasta que éstos logren lignificarse, de tal manera que se detenga el avance en forma natural. Según las experiencias obtenidas se ha demostrado que la enfermedad puede ser controlada indistintamente por los fungicidas siguientes: Orthocide, Clorotalonil y Óxido Cuproso.

#### **1.1.3.8 Mal rosado**

Esta enfermedad es causada por un hongo que en estados avanzados toma una coloración rosada, invadiendo tejidos conductores, marchitamiento en el follaje, en ramas secundarias y terciarias. Al atacar plantas en producción, los frutos son invadidos por el micelio del hongo semejjando una telaraña. Ataca el tejido leñoso joven de ramas principales, causando lesiones grandes que parecen heridas hechas por un animal roedor. Es más común a alturas entre 1500 y 3000 pies a temperaturas que no alcanzan extremos, lluvias frecuentes y abundantes y mañanas soleadas. Hacia el final de las lluvias es cuando el caficultor nota la presencia de esta enfermedad, lo cual se debe a las lesiones grandes y a su coloración rosada.

Fig. 17. Mal rosado



El control comprende dos aspectos: la eliminación del tejido infectado y las aspersiones. En el primer caso puede llegar a erradicarse de los cafetales si se sigue un programa cuidadoso de eliminación de ramas afectadas, es importante limpiar los machetes, tijeras podadoras y sierras que se usan para cortar las partes enfermas, con una solución desinfectante, para no llevar el hongo de un lugar a otro; en el segundo caso, aplicación de un fungicida a base de cobre (1.5 a 2 litros), adherente (100 cc) y agua (50 galones).

#### **1.1.3.9 Cáncer del tronco**

El hongo infecta el cafeto a través de una herida; ésta es necesaria para que penetre; luego avanza dentro del tejido y deja a su paso una mancha negra en forma de anillos concéntricos. Va invadiendo el tejido sano hasta rodear el tallo por completo. Cuando la mancha ha alcanzado unos 8 cm de diámetro, la corteza que la cubre principia a agrietarse; después se revienta y abre. El tejido morroñoso y agrietado de la corteza es un síntoma claro para guiarse en la identificación de los cafetos afectados por Cáncer. Al remover la corteza con navaja o cuchillo se comprueba si hay manchas de tejido infectado. Cuando la enfermedad se encuentra en estado avanzado, las hojas se vuelve amarillo pálido y el cafeto presenta un aspecto marchito y decaído, poco tiempo después, las hojas caen, la planta se seca y muere.

Fig. 18. Cáncer del tronco



## **1.2 Ciclo de vida del café**

### **1.2.1 Lanzamiento**

Es la primera etapa en el ciclo de vida del café, es decir, la selección de la fuente de semilla. El semillero consiste en una área especial para iniciar a preparar las nuevas plantitas de cafeto, es aquí donde se debe tener un cuidado mayor, porque de aquí se obtendrá la calidad de los cafetales. Ésta se puede comprar o producir por el mismo caficultor. Cuando se compra la semilla, el caficultor debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

1. El productor de la semilla conoce de café y sabe lo que está haciendo.
2. Tiene las plantaciones de cafetos de donde sale la semilla y éstos, son un modelo de la variedad, de su producción y comportamiento.
3. Le da el adecuado procesamiento y cuidado al fruto y a la semilla.
4. La semilla está cuidadosamente seleccionada.

Si el caficultor, decide producir su propia semilla, deberá observar los aspectos siguientes:

1. Seleccionar el cafetal de donde coleccionará el fruto, tratando que los cafetales seleccionados sean representativos de la variedad, de alta producción y que su comportamiento en la finca haya sido satisfactorio.
2. Colectar el fruto en el punto óptimo de maduración.
3. Hacer la primera selección de fruto sano en estado de cereza.
4. Hacer la segunda selección de vanos en estado de pergaminos.
5. El despulpado del fruto debe hacerse con el cuidado de no lastimar la semilla. Para cantidades pequeñas, se puede hacer a mano, para medianas con pulpero accionado a mano; cantidades mayores exigen el mecánico, que habrá de calibrarse con precisión, revisando con frecuencia su funcionamiento.

6. Después de fermentado y lavado, el secamiento debe hacerse a la sombra. Resulta mejor hacerlo en parihuelas con marco de madera y cama de material plástico tejido; esto permite un secamiento más uniforme con mejor ventilación. La semilla debe quedar entre 25 a 28% de humedad.
7. Hacer la selección de la semilla, eliminando las siguientes: caracol, triángulos, elefantes, grano negro, muy pequeñas o picadas y lastimadas.
8. Si la semilla se va a utilizar dentro de unos 30 días a partir de su preparación, puede envasarse en costales comunes de yute o kenaf.

Fig. 19. Semillero de café injertado



### 1.2.2 Crecimiento

La segunda etapa del ciclo de vida del café se da en los almácigos, lugar destinado para el crecimiento del café hasta el momento en que se llevan para sembrarlos en los cafetales. La elaboración de un buen almácigo, es parte fundamental en el éxito de la futura plantación. En Guatemala existen dos sistemas: el almácigo en bolsas de polietileno y en el suelo; ambas son adecuadas, por lo que caficultor debe analizar las condiciones propias de su finca, al momento de decidirse por cualquiera de las opciones.



Cuando el almácigo se hace en bolsa, se debe tener en cuenta diversos factores: el lugar para hacer el almácigo, la bolsa, el suelo, el ordenamiento de las bolsas, el trasplante del semillero al almácigo, la sombra, el riego, la fertilización, la protección fitosanitaria y el control de maleza.

**Lugar para hacer el almácigo:** se debe cumplir con los siguientes aspectos: de fácil acceso, protegido del viento, topografía plana a moderadamente inclinada, con buen drenaje, con facilidad de riego y de fácil protección contra el vandalismo y daño por animales.

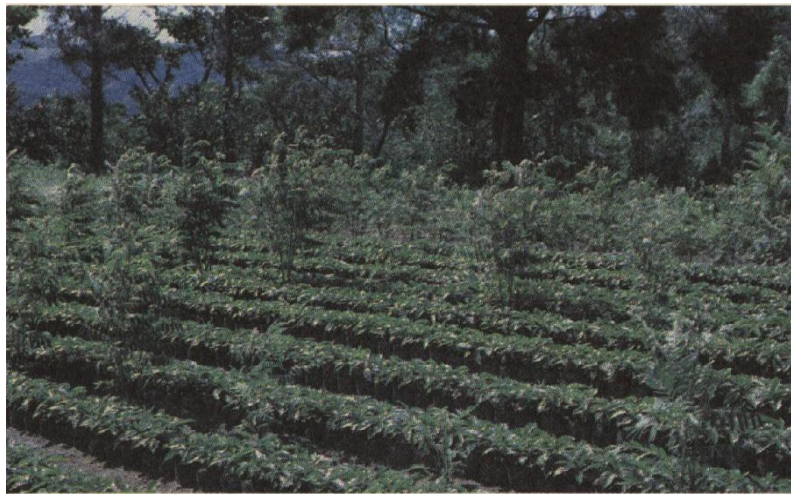
**La bolsa:** según las experiencias, la bolsa más adecuada es la de polietileno negro, perforada, no menor de 2 milésimas de grosor y de 7 x 10 pulgadas, para 1 cafeto y de 8 x 10 para 2 cafetos.

**El suelo:** no es necesario el extremo cuidado que ponen muchos caficultores en el uso del suelo superficial para llenar las bolsas. Esto es una depredación de un recurso valioso y permanente de la finca, tanto más importante cuanto más pequeña. Implica mayores costos y en muchos casos diseminación de microorganismos que provocan nuevas plagas y enfermedades.

**Ordenamiento de las bolsas:** Se colocan en hileras con calles de 40 a 50 cm de ancho. Si se tiene preferencia por sembrar 2 cafetos por bolsa, conviene alinearlos en la misma dirección de las hileras de bolsas. Éstas deben enterrarse a una profundidad que depende de la temperatura y humedad del ambiente y del suelo. Entre más caliente y seco mayor la profundidad a que se entierran las bolsas. La facilidad de riego y regulación de la sombra permitirá menor profundidad con ahorro de trabajo y costos.

La profundidad, la textura del suelo, el agua de lluvia o de riego y la exposición al sol, determinan el grado de compactación de las bolsas, lo cual afecta mucho al cafeto; el suelo debe de mantenerse suelto y la bolsa ceder a la presión de los dedos.

Fig. 20. Ordenamiento de bolsas en el almácigo



**Trasplante del semillero al almácigo:** el tiempo óptimo, es cuando la plantita está en la etapa de soldadito. En el trasplante se deben cuidar los aspectos siguientes: a. Selección de plantulas sanas, vigorosas y bien conformadas. B. Evitar la deshidratación. C. En la siembra, enterrar la plantula hasta el cuello de la raíz, lo más a plomo posible.

**Sombra:** dependiendo de las condiciones que presenta la finca, se puede utilizar sombra viva o sombra muerta. Si es viva, las plantas deben ser de rápido crecimiento, fácil de manejar y que permita una uniforme penetración de la luz. Conviene sembrar la sombra en filas paralelas a las bolsas, intercalándolas cada 1 ó 2 hileras según follaje y la densidad de sombra deseada.

En zonas donde se carece de agua de riego y época seca prolongada, se recomienda que la sombra provenga de enramados y ramas de plantas, propias de la región. Se pueden hacer almácigos a plena exposición solar, siempre que se cuente con suficiente agua y un buen diseño de riego. Este sistema tiene la ventaja de producir plantas más vigorosas en menos tiempo, siempre y cuando se establezca un buen programa de fertilización y control de enfermedades.

Fig. 21. Sombra de los almácigos



**Riego:** la época más adecuada para establecer los almácigos es al inicio de la época de las lluvias; para la mayoría de las regiones, a partir de mayo. El agua es de vital importancia y la de lluvia, se complementa con el riego, en los días secos de invierno, así mismo durante todo el verano. Se recomienda la supervisión del riego, para que se haga en forma correcta.

**Fertilización:** es el método o la práctica de aplicar los fertilizantes, los abonos orgánicos y/o enmiendas basándose en un programa elaborado con base en la investigación o una larga experiencia, para lo cual se hace necesario conocer previamente el estado de fertilidad del suelo y los requerimientos nutrimentales del cultivo en función de su edad, potencial de rendimiento y las prácticas de manejo que se utilizarán. La fertilización no debe introducir desequilibrios nutricionales y muchos menos afectar el medio ambiente.

**Protección fitosanitaria:** se inicia más o menos a la semana de abrirse la mariposa. En la primera aspersión se aplica Ferbam o Fermate (2 libras), adherente, dispersante (125 cc) y agua (50 galones); para la segunda aspersión (2 semanas después) se aplica Difolatán o Captafol (1.5 libras), adherente, dispersante (125 cc) y agua (50 galones); para la tercera aspersión (15 días después de la segunda) se repiten los fungicidas de la primera y segunda aspersión cada 2 ó 3 semanas.

**Control de maleza:** se considera como mala hierba aquella o aquellas plantas que se desarrollan dentro del área del terreno y que son ajenas al cultivo que se está explotando. Se puede hacer a mano, con machete o con herbicidas. Un recurso valioso para ayudar en el control de las malezas, es el uso de coberturas en las calles entre las bolsas.

Cuando los almácigos se hacen en el suelo se deben considerar los siguientes aspectos: el suelo, principal elemento, donde se debe tomar en cuenta su textura, la materia orgánica y el tratamiento que recibe; los tablonces que se utilizan deben ser de unos 35 cm de espesor, deben tener un buen drenaje, es de vital importancia; los riegos debe de programarse para abastecer los tablonces del agua necesaria, pero evitando su sobresaturación; control de malezas que se logra con la cobertura vegetal picada, sobre el suelo en estos almácigos, esta cobertura se corre un poco hacia los lados antes de la aplicación de fertilizantes granulados al suelo; protección de las raíces de los cafetos y por último, ver el estado y las condiciones de los cafetos para el trasplante al campo.

### **1.2.3 Estabilidad**

La tercera etapa del ciclo de vida del café se da con el establecimiento de cafetales. Un alto porcentaje de los cafetales en Guatemala se caracterizan por sus condiciones de cultivo extensivo, con bajos rendimientos causados por el uso de variedades no mejoradas, baja densidad de siembra, sombra excesiva, sin prácticas de manejo de tejido productivo y además, no se cuenta con una balanceada fertilización.

Aún cuando la siembra de una nueva plantación de café, puede realizarse en un lugar donde ha existido o existe una plantación que se desea sustituir, el establecimiento se refiere a iniciar una siembra en un área donde no existe café y que puede tener una cubierta vegetal diversa como: potreros, montaña o labranza. Los aspectos a tomar en cuenta en el establecimiento de un cafetal son: preparación del terreno, trazado y marcado, ahoyado, variedad, distancia de siembra, densidad de siembra, número de plantas por postura, control de maleza, fertilización, sombra, control fitosanitario y el viento.

### **1.2.4 Declive**

La cuarta etapa del ciclo de vida del café se da con el manejo del tejido productivo o lo que se conoce como “poda”, es decir que la planta de café ya no está rindiendo como al inicio, su producción empieza a disminuir, entonces viene el corte sistemático de su tallo y ramas. La palabra poda se asocia con cortar partes del cafeto para que crezcan nuevos ejes y ramas.

Existen diferentes tipos de poda, entre ellas tenemos:

- a) Poda baja o recepa: consiste en podar el cafeto a una altura de 25-35 cm del nivel del suelo, con el fin de provocar la emisión de brotes nuevos que habrán de reemplazar al tallo cortado. Una investigación realizada por Anacafé determinó que es la más conveniente por las razones siguientes: 1- esta altura de poda da un área suficiente de tejido vegetativo con abundantes yemas para producir brotes, 2- con mayor altura hay muchos más brotes, con frecuencia más de 25, lo cual es innecesario para llegar a seleccionar sólo unos tres, 3- se reduce el tamaño y el área del tronco viejo.
- b) Poda alta o descope: consiste en suspender el desarrollo vertical del cafeto, mediante la poda ejecutada a una altura de 1.00 metro para variedades de porte bajo y a 1.20 metros para variedades de porte alto, con el propósito de estimular el crecimiento, en ramas secundarias y terciarias; así como la formación de un segundo estrato de producción o segundo piso.
- c) Poda Guatemala o de agobio: la práctica por agobio tuvo su auge durante la primera mitad del siglo XX, su práctica se impuso en casi la totalidad de los cafetales de Guatemala. Este tipo de poda consiste en inclinar el cafeto hasta formar un ángulo con el suelo de aproximadamente 45 grados, el cual se mantiene en posición mediante un gancho de madera o garabato enclavado en el suelo.

### **1.2.5 Muerte**

Es la última etapa del ciclo de vida del cafeto y consiste en la renovación de cafetales e implica las condiciones siguientes:

1. Sustitución de la variedad o variedades que están ya en el cafetal por la nueva o nuevas que serán introducidas.
2. Posible sustitución de los árboles de sombra deteriorados y viejos, por vigorosos y nuevos.
3. Cambio de las distancias de siembra y del número de cafetos por manzana.
4. Decidir si el cambio se hará por secciones o en todos los cafetales por igual. La decisión de renovar el cafetal nace por necesidad o por entusiasmo. Necesidad de cambiar porque el cafetal se está deteriorando y las cosechas son bajas, o entusiasmo para lanzarse a una caficultura moderna, más avanzada, más productiva.

### **1.3 Elementos del proceso de producción**

En el proceso de producción de café se presentan varios elementos que son importantes para poder transformar el grano en bebida, éstos son:

#### **1.3.1 Mano de obra**

La mano de obra se considera el elemento más importante en el proceso de producción de café, pues sin éste no se puede llevar nada a cabo. La recolección es el trabajo más costoso en la producción del café, haciéndose cada vez más difícil el disponer de la mano de obra necesaria en el momento oportuno. También se hace presente la mano de obra en la etapa de beneficiado, donde se realiza la transformación del café en uva a café en oro.

### **1.3.2 Maquinaria**

Otro elemento esencial en el proceso de producción de café, es la maquinaria, la cual, facilita más el trabajo; el proceso inicia con la recibida de café, utilizando la romana y una tolva para medir el peso de lo que ha recolectado una persona; seguidamente viene la despulpada a través de pulperos y un motor diesel para quitarle la cáscara al café para luego éste pasar a las pilas donde tiene un tiempo de fermentación y luego ser lavado para después pasar al secado. El secado se puede llevar a cabo de dos formas, una es el tendido de café en los patios, y la otra a través de secadoras; las secadoras pueden ser estáticas o dinámicas, entre las dinámicas están las Guardiolas que son las más recomendadas para el secamiento.

### **1.3.3 Técnicas**

Las técnicas son procedimientos que ayudan a obtener un café de muy buena calidad. La primera técnica que se aplica es en el lavado de café en los correteos, antes se lavaba el café sólo una vez y se sacaba al patio para su secamiento, pero ahora cuando se lava el café, éste se deja en los correteos para volverlo a lavar al siguiente día, esto hace que se desprendan del café más impurezas. Existen otras técnicas que se emplean en el manejo de cafetales y que involucran la poda del cafeto básicamente, entre ellas, la poda por surco en un ciclo de tres años, la poda en rosabal que consiste en podar en grupos para que logren un mejor desarrollo y últimamente, se ha introducido un tipo de poda que se llama esqueleteado, consistente en cortar las puntas de las ramas a una altura de 1.40 metros y luego despuntar las bandolas lateralmente y después viene el deshijado a los 4 meses, dejando una o dos ramas en el tronco.



#### **1.4 Importancia**

Con el paso del tiempo, el café fue adquiriendo una gran importancia, básicamente para nuestra economía, pues la mayor parte de fincas que se encuentran en nuestro país se dedicaron a la producción de café. Nuestro país se encontraba estable, para los habitantes, el trabajar en el proceso de producción de café era suficiente para obtener un salario adecuado para poder sostener a la familia y no pasar situaciones problemáticas, es decir, no abastecer sus necesidades. Guatemala era uno de los países catalogado como el productor de café de calidad no de cantidad, pues hay otros países como Brasil y Colombia que todavía producen café en cantidad y de alguna manera esto ha venido a perjudicar a nuestro país, con la caída de los precios, lo cual ha provocado un caos terrible, del cual no se ha podido salir.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA CAFICULTURA**

### **2.1 Beneficio húmedo**

El sistema de beneficiado o preparación del café por vía húmeda produce los cafés conocidos en el mercado como “lavados o suaves”; son los que principalmente se producen en Centroamérica; pero además está el beneficiado por vía seca, con el cual se obtienen los llamados cafés “naturales o fuertes”. Básicamente nos referiremos al beneficio húmedo.

#### **2.1.1 Recolección del fruto**

La recolección es el trabajo más costoso en la producción del café, haciéndose cada vez más difícil el disponer de la mano de obra necesaria en el momento oportuno. Resulta afectada definitivamente por las prácticas culturales aplicadas en la finca y a su vez por la forma de llevar a cabo la misma cosecha, lo cual afecta directamente la calidad final del producto. El fruto del cafeto da su mayor calidad inherente cuando alcanza al máximo de madurez, su corte en este punto es indispensable para preparar un café lavado de primera.

La cosecha resulta lenta o costosa sobre todo, donde por razones de clima, se encuentran en el mismo cafeto fruto verde y maduro. Aunque por otro lado, en regiones donde la maduración se efectúa de golpe, la dificultad de obtener y manejar grandes conjuntos de cosechadores complica la operación. La práctica continua de podas que mantienen los arbustos de poca altura y produciendo a su máxima capacidad, facilita el trabajo, porque una buena parte del fruto es cortado con ambas manos cuando los trabajadores utilizan el canasto amarrado a la cintura.

En cambio, en lugares donde los cafetos alcanzan mucho desarrollo o simplemente donde se dejan a libre crecimiento, se pierde tiempo al utilizar escaleras para cosechar las ramas productivas más altas. El fruto maduro debería cortarse, a ser posible, sin arrancar el pedúnculo y desde luego con el cuidado de reducir al mínimo las hojas desprendidas o lastimadas.

### **2.1.2 Recibo del café**

El café recolectado en el día, debe de permanecer el menor tiempo posible en los recibidores en seco o sifones, en estos últimos se aprovecha para la primera limpieza de materiales extraños y para la separación del fruto anormal liviano. En las fincas donde se recibe el café directamente del cortador, se mide la cosecha de cada uno, por medio del volumen cuando se mide por cajas o por peso.

La primera práctica es la más antigua y que aún se usa mucho en Guatemala; es un sistema poco recomendable, sobre todo por la falta de uniformidad en la medida, ya que no se trata de una medida de volumen fijo, sino basada en determinado peso. Aparentemente, el origen de tal medida fue el muy relativo control que el productor podía llevar de sus rendimientos.

Cuando se recibe el café directamente de los cortadores, éstos se ordenan en fila y van entregando el café, el cual es medido y anotado en la tarjeta correspondiente. Para facilitar esta operación, se puede construir una mesa larga inclinada, sobre la cual se instala una doble fila de rodos, de manera que, cuando el cortador se acerca a la romana para la entrega de su café, lleva el saco de café simplemente empujando y deslizándose debido a la inclinación que posee la mesa en cuestión.

El tanque receptor tiene por objeto almacenar en el período inmediato a su despulpado el café cereza que se cosechó en el día, el cual se puede construir para ser usado con agua, es necesario mencionar también que en el tanque hay frutos de café que flotan, los cuales se conocen como banos, se benefician aparte, y se puede decir que es el café que consume la mayoría de gente de esta región. Está comprobado que mientras más corto sea el período previo al despulpado, mejor será la calidad y peso del café en oro obtenidos. Por otra parte, si por circunstancias especiales no puede despulparse el café cortado el mismo día, el almacenamiento del mismo debe hacerse bajo de agua. Después de 24 horas de almacenamiento, aún cuando éste sea debajo de agua, el pergamino del café empieza a colorearse e indudablemente también se corre el riesgo de que resulte alterada la bebida.

### **2.1.3 Despulpado de café**

El despulpado se facilita por la acción lubricante de la “miel” o “mucílago” que envuelve al grano con su pergamino. Un quintal de cereza da 60 libras de café despulpado y 40 libras de pulpa. Los pulperos de uso común en Guatemala son:

- a. Pulpero de tambor, de camisa con pecho de hierro. Despulpa de 40 a 50 quintales por hora, es el de mayor uso, de buen rendimiento y confiable si se da mantenimiento.
- b. Pulpero de tambor, de camisa con pecho de hule. Despulpa de 70 a 80 quintales por hora, se recomienda para fincas altas, ya que da problemas con el café verde que no lo despulpa.

- c. Pulpero de disco. Viene de 1, 2, 3 ó 4 discos, despulpan 25 quintales por hora cada disco. Su uso ha ido disminuyendo debido a los problemas para su graduación y porque rompen mucho el café.
- d. Pulpero de tambor, con camisa vertical. Despulpa 45 quintales por hora. Es muy liviano y su mejor eficiencia se logra con café bien clasificado.

#### **2.1.4 Fermentación del café**

El fruto despulpado queda envuelto por una cubierta de miel que representa el 20% de su peso maduro. El mucílago, es rico en pectinas y azúcares que deben ser eliminados con la fermentación, ésta merece mucho cuidado para conservar y resaltar la alta calidad de los cafés suaves. Aquí actúan las enzimas del fruto y las producidas por los microorganismos en el material recién despulpado. La fermentación debe ser uniforme en toda la masa de café; si es una pila, tiene mal drenaje, diferencias de nivel, capas llenas de agua y capas húmedas; la fermentación es muy dispareja.

La altitud y la temperatura afectan el tiempo de fermentación, el café de cada región tiene enzimas que actúan de manera diferente. En fincas bajas la fermentación requiere de 24 a 36 horas, en las altas desde 36 horas hasta un máximo de 80 horas, lo cual exige la construcción de menor o mayor número de tanques. El tiempo de fermentación varía conforme la época de la cosecha, prolongándose en los meses de temperaturas más bajas. Es indudable que la calidad del grano viene del árbol; en los tanques de fermentación probablemente no puede mejorarse, pero está comprobado que en ellos fácilmente puede perderse.

### **2.1 5 Lavado del café**

El café fermentado y que está a “punto de lavado”, debe someterse a una operación que elimine los materiales sueltos y los residuos del mucílago, así como las sustancias solubles formadas durante la fermentación, con el objeto de obtener un pergamino áspero, muy blanco, y sin restos de miel en la hendidura del grano. El lavado puede efectuarse en las instalaciones muy pequeñas, aprovechando la fuerza humana por el primitivo sistema de pataleo o por medio del batido con palas de madera; sin embargo en una finca que despulpe más de 50 quintales de maduro al día, se debe hacer mecánicamente.

- a. El lavado en tanques es la forma más sencilla y apropiada para el lavado de pequeñas partidas de café; cuando se emplea el pataleo la operación se efectúa directamente en los tanques de fermentación. En este caso, cuando el café está de punto, se bailotea sobre él cambiando dos o tres veces el agua, de acuerdo con la facilidad con la que suelte la miel. Es indispensable dotar de botas al personal encargado de esta operación. Cuando se emplean las paletas de madera, entonces generalmente se pasa la partida fermentada, por partes, a un tanque de forma alargada donde se bate hasta que está completamente limpio; de una vez se aprovecha el cambio de agua para ir eliminando los materiales que flotan.
  
- b. Cuando se emplea el “correteo”, el cual consiste esencialmente en un canal de longitud variable y con anchos que usualmente van de 45 a 60 cm y profundidad media de 50 cm, el café fermentado se alimenta al principio del canal, en el que se han instalado previamente y a distintos intervalos, por lo menos tres tabiques hechos con reglas de madera, cuya altura se gradúa añadiendo o quitando las mencionadas reglas.

El paleteo de café, con cierto flujo de agua, a la vez que elimina paulatinamente los residuos, provoca la eliminación por arrastre del agua de los materiales más livianos, los cuales se van acumulando conforme avanza el trabajo. En la forma más simple de usar el “correteo” puede obtenerse: una primera clase de pergamino, una segunda o “punto de correteo” y “natas”, o sea el material más liviano y flotante. Los frutos anormalmente livianos o “natas” flotan completamente, los frutos con pulpa adherida, la “bolita” o café reseco originado por enfermedades y plagas son más livianos que el café lavado normal y al agitar la masa dentro del agua se suspenden y flotan por un instante. Entre el café lavado aparentemente normal existen granos con diferente densidad, y por lo tanto, que pueden separarse en el trabajo del correteo.

### **2.1.6 Secamiento del café**

El café lavado y recién escurrido tiene un contenido de humedad que está alrededor del 55% sobre la base húmeda, es decir, que cada 100 quintales de café en ese estado contiene 55 de agua y 45 de café completamente seco. Sin embargo, en la práctica comercial se rebaja el contenido de humedad del café hasta un punto comprendido entre el 9 y el 12%, así se almacena el café en pergamino para venderlo o trillarlo posteriormente. El secamiento se hace en patios y en secadoras. El secamiento en patios es tradicional en Centroamérica, para pequeños productores ha sido el secar en parihuelas de madera o en petates, lo que desaparece progresivamente. Mayores producciones, lluvias y días nublados han obligado a complementar el secamiento en las secadoras. En los patios se requiere de una semana al sol, con mínimo de 5 días y máximo de 15. Esto propicia el excelente aspecto del grano y su color verde azulado y hendidura blanca, característica que favorece a los cafés finos de altura y de alta calidad.

Para el secamiento en secadoras, se presentan varias clases, entre ellas:

- a. Las rotatorias: la Guardiola, diseñada y desarrollada por José Guardiola en Chicolá, Guatemala (patentada en 1882), es la precursora de las secadoras rotatorias. Es muy conocida por el caficultor y consta esencialmente de un tambor cilíndrico montado sobre un eje hueco por donde circula el aire caliente, de allí pasa al interior del tambor por medio de tubos perforados y colocados opuestos dos a dos. Para ahorrar combustible y ganar tiempo se recomienda hacer el secamiento en dos etapas. Primero un pre – secamiento de unas 8 horas para bajar la mayor parte de humedad del grano, luego de 12 a 24 horas de descanso y después continuar con 12 a 14 horas, hasta que dé el punto de secamiento y la temperatura usual debe ser de 60 a 80 grados centígrados.
- b. Las verticales: son secadoras que se hicieron para otros granos, no para café, se recomienda usarse como presecadoras, puede haber un presecado de 8 horas y continuar en una guardiola o en los patios.
- c. Las estáticas con aire caliente: son secadoras antiguas, sencillas y poco costosas que se están instalando de nuevo como consecuencia del alto costo de las rotatorias y verticales. Los modelos más comunes se construyen de ladrillo y de block. Son unas cajas rectangulares con un fondo falso de lámina perforada, una caja de aire caliente de un quemador directo de kerosina o aceite Diesel o de intercambiadores de tubos de leña como combustible. Pueden ayudar al caficultor, pero no son muy eficientes. Si el café entra mojado directamente del correteo, no funcionan; tienen diferentes estratos de secamiento, generalmente 3 secciones; por esto hay que meter el café con dos días de sol, de preferencia removerlo cada 4 ó 6 horas para unificar el secamiento en todas sus capas.



Para la comercialización, el café pergamino debe tener de 10 a 12% de humedad y para determinar estos porcentajes puede hacerse de la siguiente manera:

- 1. Determinación empírica.** A) **Apreciación visual:** a un puñado, se le quita el pergamino; el grano en oro debe tener un color de gris claro a verde azulado según su altitud. B) **Con el diente:** al morder el grano con los dientes no debe ceder ni ofrecer resistencia sólida, sino permitir una leve marca. C) **Con el martillo:** al pegarle al grano en oro un golpe suave y seco si se aplasta le falta secamiento, si se quiebra está reseco, si queda marcado o roto está de punto. D) **Con navaja o cuchillo:** si se puede cortar con nitidez y las dos mitades saltan a los lados, está de punto.
- 2. Determinación con aparatos:** se hace con medidores de humedad específicos para café. El “Steinlite” ha sido de uso común por largo tiempo, pero ha subido mucho su costo, pero el más común es el “Dole 400”.

### **2.1.7 Almacenamiento del café**

Es un hecho conocido el deterioro que sufre el grano de café cuando se alarga su permanencia en las bodegas de los puertos o en los almacenes; si éstos no se mantienen con ambientes artificialmente controlados, es rápido el apareamiento del sabor a cosecha vieja en el café almacenado. Se conserva bien en mayor o menor grado, según la temperatura y humedad a la que se mantenga durante el almacenamiento. En general, se puede decir que el café resulta afectado, más o menos rápidamente, en ambientes con humedad de más del 65%. El resultado es el blanqueamiento del grano y la pérdida de las buenas características de la bebida.

Posteriormente aparecen olores y sabores objetables, especialmente es inmediato el aparecimiento del sabor a cosecha vieja y en los casos más graves aparece el “moho”, principalmente en los sacos que están sobre el piso. El deterioro es mucho más lento en el café pergamino que en el café en oro; sin embargo, en las fincas productoras donde se almacena en pergamino, a menudo no se tienen bodegas adecuadas, sobre todo, si se toma en cuenta que la mayor producción del país está en zonas con fuerte precipitación pluvial, en algunos casos hasta con cuatro meses de lluvia anual y donde la temperatura del año pasa de los 25 °C.

### **2.1.8 Trillado**

Es la última etapa en el proceso de producción del café, que consiste en la transformación del café en pergamino a café en oro. Esta última operación, la mayor parte de fincas no la realizan, sino envían el café en pergamino, a la planta que se encarga principalmente de este proceso. El café en pergamino es el fruto que todavía está cubierto por una cascarilla, la cual, por medio de la operación de trillado se elimina. Se pueden distinguir según el proceso que se le ha dado al café, varias formas de pergamino así: a) Café pergamino de primera, es el grano de café procedente de frutos maduros, bien despulpados, con fermentación adecuada, lavado, de coloración blanco gris o amarillo claro, no contaminado y color característico; b) Café pergamino pinto, es el grano de café procedente de frutos que no han completado su maduración o por leves ataques de enfermedades o plagas; c) Café pergamino de segunda, es el grano de café procedente en su mayoría de frutos maduros, mal procesados, de coloración amarillo claro a gris no uniforme, con olor a moho y daños físicos. Por medio del proceso de trillado obtenemos el café en oro, que es el grano al que se le han separado las distintas envolturas.

## 2.2 Determinación de la calidad de café

Para determinar la calidad de café, se hace en base a las siguientes características:

1. Aspecto del café en oro
2. Tamaño del grano
3. Color en oro y tostado
4. Aspecto externo
5. Abertura de la hendidura del grano
6. Apariencia de la superficie del grano tostado "Carácter"
7. Evaluación de la infusión
  - a. Aroma
  - b. Intensidad del cuerpo
  - c. Acidez
  - d. Sabor en general
  - e. Presencia de aromas y sabores defectuosos

En Guatemala se presentan básicamente, siete clasificaciones: bueno lavado, prima, extra prima, duro, semiduro, estrictamente duro y calidad antigua.

### 2.2.1 Bueno lavado

En verde, grano pequeño, ranura bastante recta y abierta. Tostado se presenta liso, claro, con la ranura bastante abierta, disparejo sin carácter. Rápido en el punto de tueste. Aroma tenue apagado, limpio. Cuerpo y acidez, muy suaves (taza suave o desabrida). El **extra bueno lavado** es un bueno lavado de mejor calidad, con una taza más limpia y menos áspera, con mejores características de tamaño y carácter del grano.

### **2.2.2 Prima**

En verde, un grano más grande, la ranura aún bastante abierta y recta. En tostado, grano liso, un poco más oscuro y parejo que el bueno lavado, la ranura aún bastante abierta; principios de carácter, rápido en el punto de tueste. Aroma limpio y principia la fragancia. Cuerpo y acidez aún suaves, medianos y ligeros, delgados para algunos y perceptibles con cierta facilidad.

### **2.2.3 Extra prima**

Comparado con el prima, desarrolla un poco más de carácter en el tueste, grano un poco mayor y con aroma, cuerpo y acidez más pronunciados. Es un prima de mayor tamaño.

### **2.2.4 Duro**

En verde, grano de buen tamaño, puede ser el más grande según la zona, la ranura comienza a verse cerrada y con cierta curvatura en uno de sus extremos. Tostado, con apariencia compacta, aunque no tanto como un estrictamente duro; buen carácter, pero aún con partes lisas en el grano; de color un poco más oscuro que el prima, la ranura bastante cerrada. Aroma limpio, dulzón y agradable, fragante y pronunciado.

Cuerpo y acidez bastante pronunciados, fuertes, sin dejar de ser finos; acidez persistente, no tanto como es un estrictamente duro, pero mucho más intensa que en los tipos descritos anteriormente.

### **2.2.5 Semiduro**

En verde, en la región Sur Occidental es el grano de mayor tamaño, en sus características es un tipo anterior al duro. Un buen semiduro suele dar un tueste más flojo y una taza más apagada que la del duro.

### **2.2.6 Estrictamente duro**

En verde, un grano pequeño, con la ranura bien cerrada y con una curvatura bien pronunciada en uno de sus extremos. Tostado, grano completo rugoso, con carácter, color oscuro, casi negro, con la ranura bien cerrada, tueste generalmente uniforme. El aroma es más agradable, fragante y dulzón, penetrante y limpio; son los más pronunciados y fuertes en cuerpo y acidez, sin dejar de ser finos; acidez más persistente y agradable. El **Duro de fantasía**, es un tipo intermedio entre el duro y el estrictamente duro; se exige un tamaño de grano mayor que el tipo normal.

### **2.2.7 Calidad Antigua**

Son exclusivos de Guatemala, similares a un estrictamente duro en apariencia, pero con características de taza (aroma, cuerpo y acidez) muy diferentes e inconfundibles. El Antigua su aroma es mucho más dulce, fino y agradable que el de cualquier estrictamente duro; cuerpo y acidez únicos, la acidez con una tendencia aparente a lo vinoso y con una persistencia como la del estrictamente duro.

## **2.3 Problemas sociales y económicos**

Son muchos los problemas sociales y económicos en la actualidad que se han originado debido a la problemática que se ha dado con la producción de café, principalmente la disminución de los precios a dicho producto. Entre los principales problemas podemos mencionar el desempleo, la migración, la pobreza y la delincuencia.

### **2.3.1 Desempleo**

El desempleo, es un problema económico que se ha dado debido a que muchas de las empresas dedicadas a la producción de café han cesado de trabajar sus tierras, es decir, que ya no es rentable trabajar con dicha producción. Tal problema se ha originado principalmente en las áreas rurales del interior de nuestro país. Era en esta área de trabajo donde se tenía la mayor parte de mano de obra, pues en el proceso de producción se requería mucho de ella, y por lo mismo, la tasa de desempleo ha venido creciendo en forma constante sin poder encontrar la solución que permita contrarrestar tal situación problemática.

### **2.3.2 Migración**

La migración es el movimiento de la población básicamente del área rural hacia el área urbana y esta situación se ha venido acrecentando día con día; esto se está dando como consecuencia de la falta de trabajo en sus lugares de origen, es decir, que la forma de abastecer sus necesidades ya no es posible, por lo cual deciden trasladarse hacia los lugares donde ellos consideran poder encontrar un trabajo que les permita satisfacer dichas necesidades. Principalmente en el área rural se trabaja con la producción de café, y como la mayoría de fincas han parado su producción, entonces no le queda más a la población que recurrir a la migración.

### **2.3.3 Pobreza**

Aquellas personas que no tienen lo necesario para vivir están incluidas en el círculo de la pobreza. Éste es un problema social que se ha generado por la situación económica que vive actualmente nuestro país. Antiguamente la pobreza estaba conformada por una pequeña parte de la población, pero con el paso del tiempo, ahora se dice que es la mayor parte de la población quien se encuentra viviendo en esta situación. La caída de los precios del café ha provocado en su gran mayoría tal situación, por lo tanto, es de suma importancia encontrar un producto que sustituya al café, siendo ésta una de las soluciones que permitiría hacer más pequeños este círculo de pobreza.

### **2.3.4 Delincuencia**

La delincuencia es cometer crímenes y delitos en el plano social y que en la actualidad es uno de los caminos más fáciles que ha encontrado una pequeña parte de la población, en su gran mayoría, jóvenes, para poder satisfacer sus necesidades. Un gran número de jóvenes integran grupos pandilleros denominados “maras” que tienen como actividad realizar robos y hasta llegar a matar si es posible. El desempleo es el principal factor que ha dado origen a esta situación, todos buscan obtener dinero, y como no lo pueden hacer trabajando honradamente, entonces recurren a la delincuencia para obtenerlo. Sí no se encuentra rápidamente una solución al desempleo, la delincuencia va a ir creciendo, hasta terminar con nosotros mismos.

## **2.4 Aspectos de ingeniería**

La ingeniería presenta muchos aspectos que pueden ser muy bien aplicados a la producción cafetalera, en forma concreta, en el sector del beneficio húmedo, y que de alguna manera ayudarían a que el trabajo sea un poco más fácil.

### **2.4.1 Pronósticos**

#### **2.4.1.1 Definición**

Es el arte y la ciencia de predecir acontecimientos futuros. Puede suponer la toma de datos históricos y su proyección hacia el futuro con algún tipo de modelo matemático, puede ser una predicción subjetiva o intuitiva del futuro. Una planificación eficiente, tanto a corto como largo plazo, está en función del pronóstico de la demanda de los productos de una empresa.<sup>1</sup>

Las organizaciones utilizan principalmente tres tipos de pronósticos en las planificación del futuro de sus operaciones:

- a) Pronósticos económicos: dirigidas al ciclo empresarial; predicen las tasas de inflación, masa monetaria, construcción de primeras viviendas y otros indicadores económicos.
- b) Pronósticos tecnológicos: referentes al ritmo de progreso tecnológico, que puede provocar el nacimiento de interesantes productos que necesitan nuevas plantas y equipo.



- c) Pronósticos de demanda: son proyecciones de la demanda de los productos o servicios de la empresa. Estos pronósticos, también denominados pronósticos de ventas, determinan la producción de las empresas, su capacidad y los sistemas de planificación, y sirven como *inputs* de cara a la planificación financiera, de *marketing* y de personal.

Los buenos pronósticos son de gran importancia en todos los aspectos de un negocio: el pronóstico es la única estimación de demanda hasta que se conozca la demanda real. Además, los pronósticos de demanda determinan las decisiones en muchas áreas. Veamos el impacto de los pronósticos de producto en dos actividades:

- a) Recursos humanos: contratar, formar y despedir a los trabajadores depende de la demanda esperada. Si el departamento de recursos humanos debe contratar nuevos trabajadores sin previo aviso, la cantidad de formación disminuye, y la calidad de la plantilla sufre.
- b) Capacidad: cuando la capacidad es insuficiente, el déficit resultante puede traducirse en una entrega no fiable, pérdida de clientes y pérdida de una parte del mercado. Por otra parte, cuando se trabaja con exceso de capacidad, el coste puede subir bruscamente.

#### **2.4.1.2 Métodos de evaluación**

La estimación del cuál será la continuidad de la curva de la producción de café se conoce como pronóstico y éste es considerado como el hecho más probable que suceda, es en sí la producción que se espera que ocurra para el período venidero.

De acuerdo a lo anterior se pueden describir dos tipos de pronóstico:

- a) **Pronóstico de evaluación:** es aquel pronóstico que se encuentra o determina con el fin de compararlo con el valor real correspondiente; el cual servirá para evaluar el método con el que se obtuvo el dato; para tener un mejor parámetro y poder decir qué método es el de más aplicación, se debe considerar realizar la evaluación de más de un período, para así, de acuerdo al error acumulado que cada uno presente, se pueda estimar el mejor. Este tipo de pronóstico termina con el último valor de la producción real que se tenga en el historial.
  
- b) **Pronóstico de riesgo:** se conoce éste como aquel estimativo de producción futura que se puede tener del fruto de café. A diferencia del anterior, este pronóstico no tiene un valor real con qué compararse. Este se debe calcular luego que se ha encontrado el mejor método de evaluación, lo que garantiza que se estará lo más cercano a la realidad cuando se tenga que decir la cantidad de producción que se obtendrá la próxima cosecha.

Para determinar los métodos de evaluación que se utilizarán para obtener un pronóstico aceptable se debe de seguir los siguientes pasos:

1. **Graficar:** utilizando el gráfico de líneas, localizar las diferentes producciones en los diferentes períodos, para luego unir los puntos marcados.
  
2. **Análisis primario:** hacer un análisis cuantitativo, es decir, relacionar el modelo gráfico a un tipo de producción, la cual puede ser: producción estable, producción ascendente o descendente o producción cíclica.

3. **Análisis secundario:** hacer un análisis cualitativo, es decir, emplear los diferentes modelos para la producción que se haya estimado anteriormente.
4. **Pronosticar:** el pronóstico de riesgo, es el que se calcula de acuerdo al mejor método detectado en la etapa anterior, el cual determinará la producción que se obtendrá para el próximo período.

#### **2.4.1.2.1 Métodos de producción estable**

Este tipo de producción se identifica por tener su historial de cosechas, una tendencia a una recta horizontal y para hacer una consideración bastante acertada, se establece un rango del cual no deben salir las producciones que se tengan en estudio. La palabra estable lo dice todo, prácticamente si se llega a la conclusión de que la producción es de este tipo, el pronóstico de riesgo de éste, no correrá ningún peligro de salirse de la realidad.

##### **a) Último período**

Este método posee tal nombre debido a que se considera como pronóstico el período anterior al que se va a pronosticar, dicho de otra manera, el pronóstico será el valor de la última producción a partir de donde se encuentren ubicados al momento de pronosticar, de la misma manera se procede para obtener el pronóstico de riesgo.

### **b) Promedio aritmético**

Este método de pronosticar no es más que realizar la sumatoria de todas las producciones de los períodos anteriores donde se encuentran ubicados y dividirla entre el número de períodos que se están considerando; de la misma manera se procede para la obtención del pronóstico de riesgo.

### **c) Media móvil**

Es un método de pronóstico que utiliza la media de los n períodos de datos más recientes para hacer el pronóstico del período siguiente.

La media móvil es útil si se puede suponer que las producciones de café serán estables a lo largo del tiempo. Este modelo tiende a alisar las irregularidades a corto plazo en las serie de datos.

Matemáticamente, la media móvil se expresa como:

$$\text{Media móvil} = \frac{\Sigma \text{demanda de n períodos previos}}{N}$$

De la misma manera se procede para obtener el pronóstico de riesgo.

### **d) Media móvil con ponderaciones**

Cuando se presenta una tendencia o modelo detectable, se pueden utilizar ponderaciones para enfatizar más los valores recientes. Esta práctica hace que la técnica de pronóstico sea más sensible a los cambios, porque los períodos más recientes se ponderan con un mayor peso. La elección de las ponderaciones es algo arbitrario, ya que no existe ninguna fórmula para determinarlos. Por tanto, decidir qué ponderaciones utilizar requiere alguna experiencia.

La media móvil ponderada se puede expresar matemáticamente como:

$$\text{Media móvil ponderada} = \frac{\sum (\text{ponderación para el período } n) (\text{demanda en el período } n)}{\sum \text{ponderaciones}}$$

De la misma manera se procede para calcular el pronóstico de riesgo.

### e) Alisado exponencial

El alisado exponencial es uno de los métodos sofisticados de pronóstico a través de medias móviles ponderadas, pero que todavía es relativamente fácil de utilizar. Necesita un pequeño número de datos antiguos. La fórmula base del alisado exponencial puede ser expresada de forma matemática como:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1}) \quad \text{donde,}$$

$F_t$  = Nuevo pronóstico

$F_{t-1}$  = Pronóstico del último periodo

$\alpha$  = Ponderación o constante de alisado entre 0 y 1

$A_{t-1}$  = Demanda real del último periodo

El método de alisado exponencial es fácil de utilizar, y se ha aplicado con éxito en casi todo tipo de negocios. El valor apropiado de la constante de alisado ( $\alpha$ ); sin embargo, puede marcar la diferencia entre un pronóstico preciso y uno impreciso. A la hora de escoger el valor de la constante de alisado, el objetivo es obtener el pronóstico más preciso. La precisión global de un modelo de pronóstico puede determinarse comparando los valores previstos conocidos de períodos del pasado con la demanda real u observada para estos períodos. El error de pronóstico se define como:

$$\text{Error de pronóstico} = \text{demanda} - \text{pronóstico}$$

Para evaluar la exactitud de cada constante de alisado, pueden calcularse los errores del pronóstico en términos de desviaciones absolutas y la desviación absoluta media (DAM) que no es más que una medida del error global de un modelo de pronóstico. Este valor se calcula sumando los valores absolutos de los errores del pronóstico individuales y dividiendo por el número de períodos de los datos (n):

$$DAM = \frac{\sum | \text{errores de pronóstico} |}{n}$$

#### f) Alisado exponencial con ajuste de tendencia

Para mejorar el pronóstico, se presenta un modelo más complejo de alisado exponencial: uno que se ajuste a las tendencias. La idea es calcular una media de los datos alisada exponencialmente, y luego ajustarla para desfases positivos o negativos en la tendencia. De aquí se describe la nueva fórmula para calcular el pronóstico, la cual es:

$$FIT_t = F_t + T_t \quad \text{donde:}$$

$FIT_t$  = Pronóstico incluyendo la tendencia

$F_t$  = Pronóstico alisado exponencialmente

$T_t$  = Tendencia alisada exponencialmente

Con el alisado exponencial con el ajuste de tendencia, las estimaciones, tanto para la media como para la tendencia, están alisadas. Este procedimiento requiere dos constantes de alisado:  $\alpha$  para la media, y  $\beta$  para la tendencia, entonces se calcula la media y la tendencia en cada período como sigue:

$$F_t = \alpha (A_{t-1}) + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1}) \quad \text{donde:}$$

$\alpha$  = Constante de alisado para la media

$A_{t-1}$  = Demanda real del último período

$F_{t-1}$  = Pronóstico del último período

$T_{t-1}$  = Estimación de la tendencia del último período

$$T_t = \beta (F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)(T_{t-1}) \quad \text{donde:}$$

$\beta$  = Constante de alisado para la tendencia

Por tanto, las tres etapas para calcular un pronóstico con ajuste de tendencia son:

Etapa 1 = Calcular  $F_t$       Etapa 2 = Calcular  $T_t$       Etapa 3 = Calcular  $FIT_t$

#### 2.4.1.2.2 Métodos de producción ascendente o descendente

El historial de cosechas es lo que da la idea de la tendencia de las producciones; es muy sencillo ver gráficamente una tendencia ascendente o descendente, pues esto se reduce a decir que la primera será aquella donde las producciones van subiendo a medida que transcurre el tiempo y la segunda opción será todo lo contrario, es decir, que disminuirá a través del tiempo. También se puede considerar dentro de esta familia a las producciones que en algún momento forman curvas especiales, pero su tendencia siguen siendo de crecimiento o de decrecimiento y a las cuales, se les aplican los llamados métodos de regresión.

Para aplicar los métodos de regresión y obtener un pronóstico aceptable para la producción ascendente o descendente se debe completar la tabla siguiente:

<b>X</b>	Y	XY	X <sup>2</sup>	1/Y	X.(1/Y)	Log X	Log Y
LogX.LogY	(Log X) <sup>2</sup>	X. Log Y	1/X	(1/X).Log Y	(1/X) <sup>2</sup>		

**a) Método de línea recta**

$$Y_i = a + b X_i$$

$$a = \frac{\Sigma Y [\Sigma (X^2)] - \Sigma X [\Sigma (XY)]}{N [\Sigma (X^2)] - [\Sigma X]^2}$$

$$b = \frac{N [\Sigma (XY)] - \Sigma X \Sigma Y}{N [\Sigma (X^2)] - [\Sigma X]^2}$$

**b) Método geométrico**

$Y_i = a X^b$	Aplicando logaritmos se tiene →	$\text{Log } Y_i = \text{Log } a + b \text{Log } X_i$
---------------	---------------------------------	---

$$\text{Log } a = \frac{\Sigma (\text{Log} Y) [\Sigma (\text{Log} X)^2] - \Sigma (\text{Log} X) [\Sigma (\text{Log} X \cdot \text{Log} Y)]}{N [\Sigma (\text{Log} X)^2] - [\Sigma (\text{Log} X)]^2}$$

$$b = \frac{N [\Sigma (\text{Log} X \cdot \text{Log} Y)] - \Sigma (\text{Log} X) \Sigma (\text{Log} Y)}{N [\Sigma (\text{Log} X)^2] - [\Sigma (\text{Log} X)]^2}$$



**c) Método semilogarítmico exponencial**

$Y_i = a b^x$	Aplicando logaritmos se tiene →	$\text{Log } Y_i = \text{Log } a + X_i \text{Log } b$
---------------	---------------------------------	---

$$\text{Log } a = \frac{\Sigma (\text{Log}Y) [\Sigma (X^2)] - \Sigma X [\Sigma (X.\text{Log}Y)]}{N [\Sigma (X^2)] - [\Sigma X]^2}$$

$$\text{Log } b = \frac{N [\Sigma (X.\text{Log}Y)] - \Sigma(X) \Sigma(\text{Log}Y)}{N [\Sigma (X^2)] - [\Sigma X]^2}$$

**d) Método del logaritmo inverso**

$$\text{Log } Y_i = a - b / X_i$$

$$a = \frac{\Sigma (\text{Log}Y) [\Sigma (1/X)^2] - \Sigma (1/X) [\Sigma ((\text{Log}Y)/(X))]}{N [\Sigma (1/X)^2] - [\Sigma (1/X)]^2}$$

$$b = \frac{N [\Sigma ((\text{Log}Y)/(X))] - \Sigma(1/X) \Sigma(\text{Log}Y)}{N [\Sigma (1/X)^2] - [\Sigma(1/X)]^2}$$

**e) Método hiperbólico**

$$Y_i = 1/a + b x$$

$$a = \frac{\Sigma (1/Y) [\Sigma (X)^2] - \Sigma X [\Sigma X/Y]}{N [\Sigma (X)^2] - [\Sigma X]^2}$$

$$b = \frac{N [\Sigma (X/Y)] - \Sigma X \Sigma(1/Y)}{N [\Sigma (X)^2] - [\Sigma X]^2}$$

### 2.4.1.2.3 Métodos de producción cíclica

Para todos es común la palabra ciclo, lo cual da idea de repetición; para el presente caso, el significado es muy similar, ya que se tomará en consideración que una producción es cíclica cuando en determinadas épocas o períodos las ventas son casi las mismas o tienen un tipo de relación que las hace pertenecer a esta familia. De aquí resulta la utilización de algunos métodos particulares para determinar pronósticos, lo cual dará la oportunidad en primer lugar de evaluar, para luego estimar un riesgo; por esto se da a continuación una descripción breve de algunos métodos empleados para tal caso.

#### a) Método de índices

Este método da la oportunidad de trabajar en forma horizontal, lo que significa que los valores similares dentro del ciclo se trabajan de forma paralela. Dentro de este método se tienen varias maneras de pronosticar, pero todas ellas se basan en el mismo procedimiento hasta antes del cálculo del pronóstico; aquí sólo se presenta un tipo de fórmula para el desarrollo, la cual se representa así:

$$P_{(i)} = I_i V_i \quad \text{Donde:}$$

$P_{(i)}$  = Pronóstico en el período  $i$

$V_i$  = Ventas del período  $i$  del último juego de datos

$I_i$  = Índice correspondiente al período  $i$

En resumen, este método es llamado de índices porque emplea un valor  $I$ , que resulta ser un indicador de la relación horizontal que poseen algunos períodos, respecto al valor medio de todos los datos de producción.

b)

Mét

odo cíclico combinado

Este método lo que tiene de peculiar es que se basa en la relación de un método cíclico con una tendencia extraída de algún método de regresión. Al igual que el método de índices, éste posee un indicador que se calcula en forma similar, con la única variante que aquí se trabaja con valores ajustados de ventas. La relación que se mencionaba anteriormente no es más que el asociar al período del pronóstico una pendiente detectada por alguno de los métodos de regresión y sumarle el valor correspondiente del promedio general ajustado de las producciones asociado también con el valor del indicador horizontal. La fórmula a utilizar para este caso es:

$$P_{(i)} = b t_i + I_i V_A \quad \text{Donde:}$$

$P_{(i)}$  = Pronóstico para el período  $i$

$b$  = Valor de la pendiente de todos los datos originales hasta antes de pronosticar

$t_i$  = Período  $i$  correspondiente al pronóstico

$I_i$  = Índice correspondiente al período  $i$

$V_A$  = Promedio general de las ventas ajustadas

Los métodos de pronósticos nos brindan una información que está más o menos cerca de lo que pasará en un futuro, no descartando que por situaciones que no están previstas, un pronóstico esté muy lejos de la realidad. Pero de alguna manera, éstos nos permiten tomar decisiones necesarias para el buen funcionamiento de un empresa o negocio.

## **2.4.2 Diagramas de recorrido, ensamble y flujo**

### **2.4.2.1 Definición**

El diagrama de recorrido es poner sobre una planta de la fábrica todos los procesos que se indican en un diagrama de flujo. Su objetivo es detectar los movimientos poco eficientes, cruces de flujo, distancias demasiado largas y mejorar la distribución en plantas, también podemos decir que es un complemento del análisis de procesos.

El diagrama de ensamble es una representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales; puede además comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis, por ejemplo, el tiempo requerido, la situación de cada paso si sirven los ciclos de fabricación.

Los objetivos de este diagrama son:

- Dar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso.
- Estudiar las fases del proceso en forma sistemática.
- Mejorar la disposición de los locales y el manejo de materiales. Esto con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos, estudiar las operaciones, para eliminar el tiempo improductivo.
- Estudiar las operaciones y las inspecciones en relación unas con otras dentro de un mismo proceso.

El diagrama de flujo es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis, por ejemplo, el tiempo necesario y la distancia recorrida. Sirve para las secuencias de un producto, un operario, una pieza, etc.<sup>2</sup>

Los objetivos de este diagrama son:







- Proporcionar una imagen clara de toda la secuencia de acontecimientos del proceso.
- Mejorar la distribución de los locales y el manejo de los materiales.
- Para disminuir esperas, estudiar las operaciones y otras actividades en su relación recíproca.
- Comparar métodos, eliminar el tiempo improductivo y escoger operaciones para su estudio detallado.

Para construir un diagrama de flujo es preciso que se obtenga un plano del lugar en donde se efectúe el proceso seleccionado. En el plano deben estar representados todos los objetos permanentes como muros, columnas, escaleras, etc., y también los semipermanentes como hacinamiento del material, banco de servicio, etc. En el mismo plano debe estar localizado, de acuerdo con su posición actual, todo el equipo de manufactura, así como lugares de almacén, bancos de inspección y, si se requiere, las instalaciones de energía. Igualmente, debe decidirse a quién se va a seguir: al hombre o al material, pero sólo a uno. El plano puede ser o no a escala, esto depende de los requerimientos para el análisis y de lo detallado del problema.

### 2.4.2.2 Simbología

La simbología a emplear se consigna en la tabla I.

Tabla I. Símbolos de diagramas

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	RESULTADO PREDOMINANTE
OPERACIÓN		Se produce o se realiza algo.
INSPECCIÓN		Se verifica la calidad o cantidad del producto.
OPERACIÓN E INSPECCIÓN		Se produce o se realiza algo y además, se verifica.
TRANSPORTE		Se cambia de lugar o se mueve un objeto
DEMORA		Se interfiere o se retrasa el paso siguiente.
ALMACENAJE		Se guarda o se protege el producto de los materiales.

### 2.4.2.3 Modelo

#### a) Encabezado

En el encabezado se detalla toda la información necesaria con la que se debe identificar todo diagrama.

<i>Fecha:</i>	<i>Hoja No. _____ de _____</i>
Fábrica:	Diagrama:
Operación:	Planta:
Diagramado por:	Dibujo No.:
Máquina tipo:	Método: (actual o mejorado)

## **b) Cuerpo**

La construcción del diagrama de flujo es sumamente fácil e interesante. Se trata de unir con una línea todos los puntos en donde se efectúa una operación, un almacenaje, una inspección o alguna demora, de acuerdo con el orden natural del proceso. Esta línea representa la trayectoria usual que siguen el material o el operario que los procesa, a través de la planta o taller en donde se lleva a cabo.

Una vez que se ha terminado el diagrama de flujo, podemos darnos cuenta del transporte de un objeto, el camino de algún hombre, durante el transporte, aún en lugares pequeños, llega a ser algunas veces de muchos kilómetros por día que calculados anualmente representan una pérdida considerable en tiempo, energía y dinero.

Cuando se sospecha que se tiene un número bastante grande de transportes, almacenamientos y demoras en un proceso, es necesario realizar un diagrama de proceso del recorrido con el fin de visualizar y reducir el número de ellos, y con esto disminuir los costos. Este diagrama se realiza generalmente donde tenemos una parte o componente de ensamble general en fabricación.

## **c) Resumen**

Al final del cuerpo del diagrama se hace un resumen donde aparece cada símbolo de operación, inspección, transporte, demora y almacenaje, con el número de veces que aparece en el diagrama; además el tiempo que ocupa cada uno de ellos para luego sumar todos los tiempos y obtener el total de la duración del proceso, para el transporte se toma en cuenta la distancia. La tabla II muestra más claro estos aspectos.

Tabla II. Resumen diagramas

S	TIEMPO (min)	DISTANCIA (mts)	CANTIDAD
○	33		14
□	11.5		7
⇒	5.5	31	9
D	2		2
▽			1
SUMATORIA	52	31	

### 2.4.3 Balance de líneas

#### 2.4.3.1 Definición

Es el proceso de ordenamiento de las tareas en secuencia de acuerdo con los trabajos, de forma tal, que se obtenga un flujo uniforme con una utilización óptima de la fuerza de trabajo y equipo. La esencia del problema del balance de líneas consiste en agrupar o dividir las actividades o tareas, en tal modo, que en todas las estaciones haya una cantidad igual de trabajo a realizar de acuerdo con el tiempo requerido para ejecutar las tareas. Cuando se logra esta igualdad, suponemos que existe un balance perfecto y se espera un flujo uniforme cuando no se logra, la operación más lenta de la secuencia regirá la secuencia del flujo en toda la línea de producción (convirtiéndose en el tiempo



del ciclo) y originará un cuello de botella que restringirá la salida del producto. Como resultado, una estación de trabajo se utiliza al máximo, mientras que las demás no trabajan a plena capacidad. Esto ocasiona tiempo ocioso o muerto, aunque los operarios sigan trabajando lo hacen más lentamente, ajustándose al ritmo de la línea. Esto último no siempre es evitable y no impide un balance de líneas, aunque no altamente eficiente.

El balance de líneas es el proceso de ordenamiento de las tareas en secuencia de acuerdo con los trabajos: con el objetivo de que se obtenga un flujo uniforme con una utilización óptima de la fuerza de trabajo y/o equipo.**3**

El balance de líneas es un factor crítico para la productividad de una empresa. Balance, esta palabra en sí ya nos da una idea de la situación a tratar. Se dice que una línea de producción está balanceada cuando la capacidad de producción de cada una de las operaciones del proceso tienen la misma capacidad de producción. En cada etapa (operación) del proceso debe existir la misma capacidad de procesamiento para lograr el balance. Existe un balance de diseño y un balance real.

El balance de diseño es aquel que se obtiene al calcular el número de máquinas y/o operarios que se requieren para las diferentes operaciones del proceso, tomando la eficiencia 100% como base o tomando una eficiencia máxima normal viable, que podría ser 80% (es variable) de acuerdo al proceso.

El balance de línea real resulta de la puesta en marcha del balance teórico. La máquina falla, ausentismo del personal, eficiencia baja en algunas operaciones, materiales de mala calidad, fallas de programación. Estos problemas ocasionan cuellos de botella en el proceso y afectan la producción esperada. Estos problemas son, con los que el administrador de la producción

tiene que trabajar día a día, hora tras hora, para darle solución oportuna a dichos problemas. Esto implica una organización de la producción efectiva.

Si bien es cierto que hay que organizarse bien para darle respuesta rápida a una falla de maquinaria. Ésta debe ir acompañada con un programa de mantenimiento programado que trate de minimizar las fallas accidentales o imprevistas de la maquinaria.

La ausencia elevada de personal implica desmotivación del mismo, lo cual debería llevar a analizar las causas de desmotivación y aplicar una política de personal atractiva, y no sólo a aplicar medidas de presión o castigo. La eficiencia baja de producción en las operaciones, muchas veces es originada por mal entrenamiento del personal, abastecimiento irregular de materiales al área de trabajo, falla frecuente de la maquinaria, equipo y herramientas de mala calidad, deficiente supervisión o desmotivación del personal.

La mala programación de la producción, puede originar falta de abastecimiento de trabajo ocasionando los famosos cuellos de botella en las líneas de producción, disminuyendo la fluidez de los materiales y bajando la eficiencia del proceso, lo que nos lleva a costos más elevados y fallas en las entregas. La administración de la producción debe realizarse en una forma más dinámica, con controles que nos permitan determinar en todo momento cómo se está desarrollando el proceso. Controles que nos permitan saber cómo va la producción por lo menos cada hora y poder aplicar correcciones oportunas y poder al final del día decir felizmente “misión cumplida”.

Existen básicamente, dos situaciones típicas de balance de líneas, una es cuando se tiene que estandarizar un proceso en donde existe una operación muy lenta, en la cual se origina el cuello de botella y se necesita que el proceso sea lo más continuo posible, y la otra situación, donde en una fábrica se

necesita producir cierto número de piezas en un tiempo determinado con base en un pedido de producción.

### **2.4.3.2 Tiempo estándar de las operaciones**

El tiempo estándar de una operación, es el tiempo que debería tardarse un operario calificado en realizar una operación, utilizando un método definido, a una velocidad normal y trabajando en condiciones normales de operación (iluminación, ventilación, ambiente). Muchas veces nos preguntamos por qué un operario no cumple su estándar. La definición podría ayudarnos a darle respuesta:

- a) ¿Es un operario calificado, o le falta experiencia?
- b) ¿Está utilizando el método correcto?
- c) ¿Está trabajando a una velocidad normal?
- d) Las condiciones de trabajo (iluminación, ventilación, ruido, etc.), ¿son aceptables?

Al darle respuesta a las preguntas anteriores, tendríamos una buena base para comenzar a hacer mejoras en las operaciones.

Algunos métodos para calcular tiempos estándares son los siguientes:

- a) Tiempos históricos
- b) Tiempos estimados

- c) Tiempos sintéticos o predeterminados
- d) Tiempos con cronómetro

#### **a) Tiempos históricos**

Están basados en registros de tiempos que tenemos de trabajos anteriores y que podrían aplicarse al nuevo trabajo u operación. Este método puede resultar bueno siempre que la operación nueva sea igual a la que tenemos registrada, el tiempo que tenemos haya sido bien tomado y el método no se haya modificado. Si se cumplen las condiciones anteriores podemos aplicar con razonable seguridad el tiempo histórico.

#### **b) Tiempos estimados**

Está basado principalmente en la experiencia de trabajos similares, no necesariamente iguales. Para poner el estándar estimado, se compara el tiempo de una actividad realizada anteriormente, con la nueva operación; si son iguales, se le pone el mismo tiempo, si existe variación se hace el ajuste, de acuerdo a dicha variación. Este método es muy utilizado para cálculos rápidos, debe acompañarse con registros históricos y con estudio de tiempos con cronómetro, para operaciones nuevas o que exista algún tipo de dudas.

#### **c) Tiempos sintéticos o predeterminados**

Es una técnica de medición del trabajo que utiliza los tiempos predeterminados para los movimientos básicos humanos (clasificados según su

naturaleza y condiciones en que se realizan) a fin de establecer el tiempo requerido por una tarea efectuada según una norma de ejecución definida (método). Algunos movimientos básicos son los siguientes:

Estirar el brazo	Agarrar	Trasladar
Colocar	Soltar	Mover el cuerpo

La importancia de los tiempos predeterminados es que se puede efectuar independientemente de la realización de la operación en estudio. Se requiere personal muy especializado para un estudio de esta naturaleza. Su desarrollo debido a su amplitud está fuera del alcance de este estudio.

#### **d) Tiempos con cronómetro**

Este sistema de cálculo de tiempos estándares, es el más utilizado por la industria, debido a su relativa simplicidad, exactitud y no requiere de personal altamente especializado para su aplicación. Puede ser utilizado por las micro-empresas, hasta las mega-empresas. Consiste en la utilización de un cronómetro, de preferencia centesimal, para medir el tiempo de las operaciones.

Se puede clasificar en dos tipos:

- a) Método sencillo o global
- b) Método analítico o detallado

El método sencillo o global, consiste en hacer tomas de tiempo de la operación completa; es decir, desde que inicia su operación hasta que hace su movimiento final, en forma "global".

El método analítico, consiste en hacer una descomposición de la operación en sus movimientos básicos y cronometrar cada uno de ellos de forma independiente y valorándolos de esa misma forma, y con la sumatoria de los resultados individuales llegar hasta el tiempo global.

Fórmula para calcular el tiempo estándar:

TE = tiempo estándar

TN = tiempo normal

TP = tiempo promedio

Fv = factor de valoración

% Tol = Porcentaje de tolerancia (del tiempo normal)

**TE = TN + % Tol.**

**TN = TP x Fv.**

La tabla III muestra algunas clases de tiempos.

**Tabla III. Definición de tiempos de trabajo**

( TE )	Tiempo estándar =	Se obtiene agregándole al tiempo normal un % de tolerancias.
( TN )	Tiempo normal =	Se obtiene sacándole un promedio de los tiempos cronometrados (TP) y multiplicado por su (Fv) factor de valoración.
( TP )	Tiempo promedio =	Sumatoria de los tiempos cronometrados y dividido por el número de tiempos tomados.
( Fv )	Fact. Valoración =	Se le llama valoración del esfuerzo o calificación del esfuerzo que hizo el operador cuando realizó la operación o el trabajo. Generalmente se trabaja con un rango del 50% al 150%. Si un trabajo se hizo con una velocidad considerada por el analista como normal se califica con 100%. Si lo hizo más rápido 105%, 110%, 115% ...

		Si lo hizo más lento 95%, 90%, 85%, 80% ...
%	Porcentaje de tolerancia =	Margen de tiempo que se le agrega al tiempo normal calculado como una concesión para las necesidades del operador. Fatiga (5%-10%), necesidades personales (5-15%), maquinaria e instrucciones (5%-15%) Así tenemos un rango general que oscila del 15% 40%. El más usado es del 20 – 25%

### 2.3.4.3 Control de eficiencia

El conocer las eficiencias nos permite premiar a los buenos operarios. Para premiar el buen trabajo existen muchas formas, algunas de ellas son las siguientes:

Seleccionar el nivel de eficiencia base. Es decir, el nivel al cual deberían estar nuestros operarios como mínimo normal, bajo condiciones normales. Este nivel depende del tipo de empresa, complejidad del proceso y regularidad de las operaciones. Las decisiones críticas para que sea efectivo son tres:

- a) Eficiencia mínima normal
- b) Monto del incentivo por 1% de eficiencia
- c) Salario básico (puede ser el mínimo o uno mayor de acuerdo a la política de la empresa)

La situación fundamental es: “cómo premiar la buena eficiencia de mis operarios”. Otra utilidad de los estándares es la programación del trabajo.

### 2.4.3.5 Criterio basándose en el tiempo de cuello de botella

Este tipo de balance se utiliza mucho en operaciones donde existen muchas operaciones de tipo manual y semiautomático. Este tipo de balance da solución a problemas donde se desea comprimir el proceso a causa de que en ciertas partes estén presentes tiempos de holgura y hay operaciones que pueden ser realizadas por una misma estación de trabajo.

El objetivo del balance será, entonces, agrupar las operaciones que pueden ser realizadas por una misma estación de trabajo, teniendo en cuenta que se tomará como patrón la agrupación de operaciones que proporcione el sistema lo más continuo posible. Esto se logrará agrupando operaciones donde la suma de sus tiempos estándar sean lo más cercanos al tiempo de cuello de botella, que, en este caso, será el tiempo estándar en la operación más lenta.

#### **2.4.4 Costo de producción**

##### **2.4.4.1 Definición**

Es un conjunto sistemático de procedimientos para registrar, reportar mediciones de costos de artículos manufacturados y servicios realizados y que incluye métodos para reconocer, clasificar, asignar, acumular y reportar los costos comparados con el costo estándar. También se puede decir que es una serie de procedimientos que determinan el costo de un producto y de los distintos activos que requieren su fabricación y venta, así como para planear y medir la ejecución del trabajo.

Los costos son utilizados básicamente en cuatro aspectos: 1) Planificar, es decir, tomar cursos de acción en el corto, mediano y largo plazo. 2) Controlar,



es decir que debemos estimar un estándar arriba y abajo para culpar a alguien. 3) Medir ingreso, es decir que se debe conocer el estado de manufactura para saber cuánto gana. 4) Toma de decisiones, tanto en políticas de precio como decisiones de inversión.**4**

Fabricar es consumir o transformar insumos para la producción de bienes o servicios. La fabricación es un proceso de transformación que demanda un conjunto de bienes y prestaciones, denominados **elementos**, y son las partes con las que se elabora un producto o servicio:

- Materiales directos
- Mano de obra directa
- Gastos indirectos de fabricación

La registración de estos elementos consta de dos partes:

- Concentración de los costos por elementos (el debe de la cuenta)
- Transformación de los elementos por su incorporación a los procesos (haber de la cuenta)

La administración, planeamiento y control hacen a otra función: la coordinación, que está especialmente referida a:

- Número y calidad de las partes componentes
- Niveles de inventarios (recursos físicos) o de disponibilidad (recursos humanos)

- Políticas de compras o aprovisionamiento y de contratación

Otra distinción importante es:

- Gastos: partidas o conceptos que demanda un proceso de producción y venta. Se considera un resultado negativo del período al cual corresponden (gastos de administración, que no se activan).
- Costos: partidas o conceptos consumidos por la producción de un bien o la prestación de un servicio. Son activables hasta el período de su venta, en el que se transforman en un resultado negativo, que comparado con el ingreso que genera la venta, determina la utilidad bruta.

Los devengamientos activables son un costo y los que no reúnen esta condición constituyen un gasto. El costo de un bien es el necesario para ponerlo en condiciones de ser vendido o utilizado, según corresponda en función de su destino. Por lo tanto, incluye la porción asignable de los costos de los servicios externos e internos necesarios para ello (por ejemplo: fletes, seguros, costos de la función de compras, costos del sector producción), además de los materiales o insumos directos e indirectos requeridos para su elaboración, preparación o montaje. Las asignaciones de los costos indirectos deben practicarse sobre bases razonables que consideren la naturaleza del servicio adquirido o producido y la forma en que sus costos se han generado. Esta definición supone adoptar el concepto de costo integral o por absorción. En el largo plazo, todos los costos tienen el mismo destino: resultado negativo. La diferencia radica en el período en que se imputan como resultados, por haberse consumido su potencialidad de servicio. Mientras posean capacidad de generar un ingreso – a través de la venta – constituyen un activo. En cambio, los gastos son conceptos o desembolsos que se agotan en el mismo ejercicio de su

devengamiento, y en consecuencia, no tienen capacidad para generar ingresos futuros.

#### **2.4.4.2 Costos, gastos y pérdidas**

Los costos representan una porción del precio de adquisición de artículos, propiedades o servicios, que ha sido diferida o que todavía no se ha aplicado a la realización de ingresos (activo fijo e inventarios).

Los gastos son costos que se han aplicado contra el ingreso de un período determinado (salarios de oficina).

Las pérdidas son reducciones en la participación de la empresa por las que no se ha recibido ningún valor compensatorio, sin incluir los retiros de capital (destrucción de una planta por huracán o incendio).

La utilidad del período se deriva de la siguiente fórmula:

$$U = V - C_{pr} - C_{pe}$$

Donde,

U = utilidad

V = ventas

C<sub>pr</sub> = costos del producto

C<sub>pe</sub> = costos del período

Los costos del producto son los costos de fábrica que se asignan a las utilidades producidas, se cargan a los inventarios y se convierten en gastos después de venderse los productos; hasta entonces se mantienen cuentas en inventario y aparecen en el balance y no en el estado de resultados. Los costos del período o gastos, no corresponden al proceso mismo de la fabricación y se

cargan a cada período a medida que se producen. En general, cuanto mayor sea la proporción de costos totales asignados a los productos, más preciso será el proceso de igualación para medir la utilidad. Las razones por las cuales los costos que no son de fabricación se excluyen de los productos son:

- Los costos que no son de fabricación no se identifican tan fácilmente con los productos, como los costos de fabricación.
- Los gastos que no son de fabricación suelen producirse en algún momento después de haberse fabricado e inventariado los productos.
- Los costos que no son de fabricación tienden a permanecer relativamente constantes de un período a otro, o al menos no fluctúan en relación con los niveles variables de producción de la fábrica.
- Si se trataran los costos que no son de fabricación como costos de producto que pueden inventariarse, se obtendría como resultado un aumento en los valores del inventario.

La determinación del costo de los productos es uno de los tres objetivos de la contabilidad de costos. A falta del sistema de contabilidad de costos, es necesario considerar los inventarios físicos iniciales y finales para determinar cuáles, entre los costos de productos incurridos durante el período, son asignables a las ventas y cuáles se aplican a las existencias no vendidas.

Factores importantes en un sistema de costos:

1. Hacer un inventario físico es costoso y requiere bastante tiempo.

2. Aún si se hace un inventario físico, la ausencia de datos acerca del costo del producto requiere estimaciones de costos, para valorizar los inventarios. En estos casos, usualmente se utiliza la técnica de estimar los inventarios finales sobre la base de un supuesto índice de utilidad bruta aplicado a las ventas. El uso de este índice de utilidad bruta estimada puede conducir a serios errores de cálculo. La verdadera utilidad bruta puede diferir de la estimada debido a fluctuaciones en los precios de venta y en los costos en la mezcla de productos vendidos, es decir, algunos productos pueden lograr una utilidad bruta superior o inferior al promedio de la compañía.

#### 2.4.4.3 Modelo

El modelo de costo de producción se muestra en la tabla IV.

Tabla IV. Modelo costo de producción

Costo de producción		
Costo primo		gastos indirectos de fabricación
Materia prima	Mano de obra Directa	

- ◆ Costo primo: es la suma de la materia prima con la mano de obra directa.
- ◆ Materia prima: son aquellas sustancias usadas en producción, que se transforman en artículos terminados. Los materiales pueden ser directos, si se identifican directamente con el producto; o indirectos, si no lo podemos identificar directamente con el producto.

- ◆ Mano de obra directa: es el esfuerzo físico y mental gastado en la producción y se involucra directamente con la elaboración de un producto determinado, es fácilmente identificable.
- ◆ Gastos indirectos de fabricación: son parte de un objeto de costo, pero darle seguimiento no es económico ni práctico.

## **2.4.5 Estudio de impacto ambiental**

La contaminación en el área que comprende la finca se da por la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes, o cualquier combinación de ellos, que perjudiquen o molesten la vida, la salud y el bienestar humano, la flora y la fauna, o degraden la calidad del aire, del agua, de la tierra, de los bienes, de los recursos de la nación en general, o de los particulares.

### **2.4.5.1 Definición**

Es un proceso de análisis comparativo, científico – técnico, biótico y abiótico, económico, social y financiero, legal y multidisciplinario, de las relaciones de un proyecto, obra o actividad de desarrollo con el ambiente. Incluye una propuesta de un programa de gestión ambiental con las medidas y acciones para prevenir, corregir o minimizar y compensar los efectos sobre el ambiente.<sup>5</sup>

### **2.4.5.2 Consideraciones generales**

- ◆ Se considera como la identificación y valoración de los impactos (efectos) potenciales, planes, programas o acciones normativas, relativa a los componentes físico – químicos, bióticos, socioeconómicos y culturales del entorno.
- ◆ Incluye una descripción medioambiental del proyecto y de la situación preoperacional del medio que puede ser afectado.
- ◆ Un elemento de “modelo racional”, en el proceso de planificación y toma de decisiones.
- ◆ Herramienta útil para informar a los interesados de la probabilidad de ocurrencia de impactos ambientales de un proyecto propuesto y sus alternativas.
- ◆ Sirve para diseñar diferentes alternativas del proyecto y realizan estudios para predecir los potenciales impactos para evaluar y escoger una de ellas.

#### **2.4.5.3 Objetivos del estudio de impacto ambiental**

- ◆ Evaluar en forma oportuna las implicaciones de la actividad humana sobre los componentes biofísicos, social, económico y cultural.
- ◆ Minimizar los efectos negativos y maximizar los beneficios que la actividad genera en el medio social y natural del área de influencia, asegurando la óptima asignación y utilización de las inversiones y de los recursos existentes.
- ◆ Preservar la diversidad biológica.

- ◆ Mantener los procesos ecológicos que sustentan la vida.
- ◆ Contribuir al uso racional e integrado de los recursos naturales, para optimizar su permanencia y aprovechamiento.

#### **2.4.5.4 Caracterización de los impactos**

- ◆ Impactos positivos (+): son aquellos impactos aceptados como convenientes, tanto en su magnitud, como por su importancia.
- ◆ Impactos negativos (-): son aquellos impactos que se traducen en bajas de la calidad ambiental, sea por pérdidas de recursos naturales o de la diversidad biológica, por degradación estética o paisajista, por procesos de contaminación o eutroficación.
- ◆ Impactos directos o primarios: son aquellos que tienen una incidencia inmediata sobre un factor ambiental específico.
- ◆ Impactos indirectos o secundarios: son aquellos que a diferencia de los anteriores, suponen una incidencia inmediata no sobre un factor ambiental, sino sobre la relación de un factor ambiental con otro.
- ◆ Impactos sinérgicos: son aquellos que se producen cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone



una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales consideradas aisladamente.

- ◆ Impactos acumulativos: son aquellos en los cuales el efecto de la acción, al prolongarse en el tiempo incrementa progresivamente su gravedad.
- ◆ Impactos latentes (corto, mediano o largo plazo): son aquellos que se manifiestan al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad, como consecuencia de una potenciación progresiva con otras sustancias o agentes degradantes.
- ◆ Impactos temporales: se dan cuando la alteración del medio no permanece en el tiempo y dura un lapso que puede establecerse con alguna precisión.
- ◆ Impactos permanentes: son aquellos que suponen una alteración indefinida en el tiempo.
- ◆ Impactos reversibles: se dan cuando la alteración puede ser asimilada naturalmente por el medio ambiente, en el corto, mediano o largo plazo.
- ◆ Impactos irreversibles: son aquellos que suponen una dificultad extrema, sea técnica o financiera, para revertir una situación de degradación ambiental debida a una acción natural o una acción humana.
- ◆ Impacto continuo: son aquellos cuyos efectos se presentan de manera regular (continua) durante el desarrollo de la correspondiente fase del proyecto.
- ◆ Impacto discontinuo: son aquellos que se presentan irregularmente, y solo en ciertas fases del proyecto.

#### **2.4.4.5 Métodos de aplicación**

##### **a) Matriz interactiva de causa y efecto**

La matriz interactiva de causa y efecto fue la primera metodología del estudio de impacto ambiental que surgió. Ésta muestra las acciones del proyecto o actividades en un eje y los factores ambulantes pertinentes en el otro factor. Básicamente se aplican tres pasos:

- ◆ Primer paso: listado de acciones y elementos ambientales.
- ◆ Segundo paso: describir las acciones y elementos ambientales.
- ◆ Tercer paso: escribir la magnitud e importancia.

##### **b) Diagrama de redes**

Es un método que integra las causas de los impactos y sus consecuencias a través de la identificación de las interrelaciones que existe entre las acciones causales y los factores ambientales que reciben el impacto, incluyendo aquellos que representan sus efectos secundarios y terciarios.

Las utilidades de los diagrama de redes son:

- ◆ Identificar los impactos previstos asociados a posibles proyectos.
- ◆ Organizar el debate de los impactos previstos.

- ◆ Comunicar al público interesado sobre los impactos ambientales.

Pero también presenta limitaciones, las cuales son:

- ◆ Mínima información sobre medios para evaluar y comparar los impactos de alternativas.
- ◆ La presentación de las redes puede volverse compleja.

### **c) Listas de control**

Varían desde listados de factores ambientales hasta sistemas muy elaborados que incluyen la ponderación de importancia para cada factor ambiental.

### **d) Listas de control descriptivas**

Listado de acciones y proyectos y para cada uno de los elementos se proporciona información sobre el impacto ambiental y posibles cambios.

### **3. SITUACIÓN PROPUESTA DE LA INGENIERÍA A LA CAFICULTURA**

#### **3.1 Aplicaciones de ingeniería**

##### **3.1.1 Pronósticos**

Por medio de las cosechas históricas de café en uva obtenidas por la finca San Bartolomé Izabal, se hace un estimado de cosecha para el año 2003, aplicando los métodos de pronósticos vistos en el capítulo 3. La tabla V muestra los datos de los 10 años anteriores de producción:

Tabla V. Producción histórica finca Izabal

<b>AÑO</b>	<b>PRODUCCIÓN (Quintales café cerezo)</b>
1991	38,578
1992	50,236

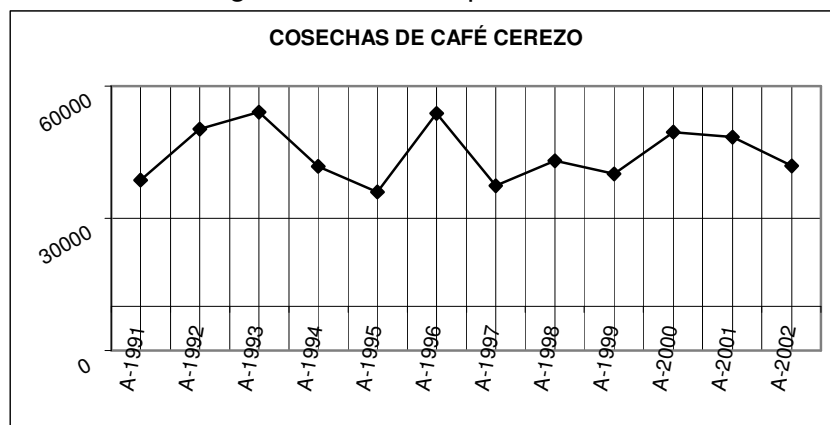
1993	54,013
1994	41,721
1995	35,932
1996	53,754
1997	37,324
1998	43,001
1999	40,061
2000	49,501
2001	48,453
2002	41,837

### 3.1.1.1 Métodos de evaluación

Para aplicar los métodos de pronósticos se deben de seguir los siguientes pasos:

#### a) Graficar

Fig. 22. Gráfica de producción de café



#### b) Análisis primario

Con la gráfica que se muestra, podemos tomar dos puntos de vista; primero se relaciona con una producción estable a simple vista, hay un rango del cual no se sale; seguidamente, haciendo un análisis más completo, se puede concluir que tiene relación con la producción cíclica.

### c) Análisis secundario

Según el análisis primario, se aplicarán los métodos de la producción estable y los de la producción cíclica, para poder obtener un pronóstico aceptable, tomando como política de evaluación, cuatro períodos.

#### 3.1.1.1 Métodos de la producción estable

##### a) Último período

Tabla VI. Método último período

Año	Producción			
1991	38,578			
1992	50,236			
1993	54,013			
1994	41,721			
1995	35,932			
1996	53,754			
1997	37,324	<b>Pronóstico de evaluación</b>	<b>Error</b>	<b>Error acumulado</b>
1998	43,001			
1999	40,061	43,001	-2,940	2,940
2000	49,501	40,061	9,440	12,380
2001	48,453	49,501	-1,048	13,428
2002	41,837	48,453	-6,616	20,044

##### b) Promedio aritmético

Tabla VII. Método promedio aritmético

Año	Producción
1991	38,578
1992	50,236

1993	54,013			
1994	41,721			
1995	35,932			
1996	53,754			
1997	37,324	<b>Pronóstico de evaluación</b>	<b>Error</b>	<b>Error acumulado</b>
1998	43,001			
1999	40,061	44,320	-4,259	4,259
2000	49,501	43,847	5,654	9,913
2001	48,453	44,307	4,146	14,059
2002	41,837	44,083	-2,246	16,305

c) **Media móvil**

Tabla VIII. Método media móvil

<b>Año</b>	<b>Producción</b>			
1991	38,578			
1992	50,236			
1993	54,013			
1994	41,721			
1995	35,932			
1996	53,754			
1997	37,324	<b>Pronóstico de evaluación</b>	<b>Error</b>	<b>Error acumulado</b>
1998	43,001			
1999	40,061	42,346	-2,285	2,285
2000	49,501	42,014	7,487	9,772
2001	48,453	44,728	3,725	13,497
2002	41,837	43,668	-1,831	15,328

Ciclo de 5 períodos

d) **Media móvil ponderada**

Tabla IX. Método media móvil ponderada

<b>Año</b>	<b>Producción</b>	Ciclo de 5 períodos	
1991	38,578	Ponderación	A = 0.25

1992	50,236		B = 0.50	
1993	54,013		C = 1.00	
1994	41,721		D = 1.25	
1995	35,932		E = 2.00	
1996	53,754		5.00	
1997	37,324	<b>Pronóstico de evaluación</b>	<b>Error</b>	<b>Error acumulado</b>
1998	43,001			
1999	40,061	42,961	-2,900	2,900
2000	49,501	41,411	8,090	10,990
2001	48,453	44,836	3,617	14,607
2002	41,837	45,935	-4,098	18,705

e) Ponderado exponencial

Tabla X. Método ponderado exponencial  $\alpha = 0.01$

<b>Año</b>	<b>Producción</b>			
1991	38,578			
1992	50,236			
1993	54,013		$\alpha = 0.01$	
1994	41,721			
1995	35,932			
1996	53,754			
1997	37,324	<b>Pronóstico de evaluación</b>	<b>Error</b>	<b>Error acumulado</b>
1998	43,001			
1999	40,061	42,344	-2,283	2,283
2000	49,501	42,357	7,144	9,427
2001	48,453	42,428	6,025	15,452
2002	41,837	42,488	-651	16,103

Tabla XI. Método ponderado exponencial  $\alpha = 0.05$

<b>Año</b>	<b>Producción</b>	$\alpha = 0.05$	
1991	38,578		
1992	50,236		
1993	54,013		
1994	41,721		



1995	35,932			
1996	53,754			
1997	37,324	<b>Pronóstico de evaluación</b>	<b>Error</b>	<b>Error acumulado</b>
1998	43,001			
1999	40,061	42,570	-2,509	2,509
2000	49,501	42,695	6,806	9,315
2001	48,453	43,035	5,418	14,733
2002	41,837	43,306	-1,418	16,202

**f) Ponderado exponencial con ajuste de tendencia**

Tabla XII. Método ponderado exponencial con ajuste de tendencia

<b>Año</b>	<b>Producción</b>			
1991	38,578			
1992	50,236			
1993	54,013			
1994	41,721			
1995	35,932			
1996	53,754			
1997	37,324	<b>Pronóstico de evaluación</b>	<b>Error</b>	<b>Error acumulado</b>
1998	43,001			
1999	40,061	43,177	6,324	12,025
2000	49,501	43,503	4,950	16,975
2001	48,453	43,950	-2,113	19,088
2002	41,837			

$$\alpha = 0.2 \text{ y } \beta = 0.4$$

**3.1.1.1.2 Métodos de producción cíclica**

**a) Método de índices**

**Ciclo 1**

**Ciclo 2**

**Ciclo 3**

1	1991	38,578	5	1995	35,932	9	1999	40,061
2	1992	50,236	6	1996	53,754	10	2000	49,501
3	1993	54,013	7	1997	37,324	11	2001	48,453
4	1994	41,721	8	1998	43,001	12	2002	41,837

Promedio general = P = Ciclo 1 y Ciclo 2 =

$$354,559 / 8 = 44,320$$

Promedios anuales

$$P1 \quad Pp = ( 38,578 + 35,932 ) / 2 = 37,255$$

$$P2 \quad Pp = ( 50,236 + 53,754 ) / 2 = 51,995$$

$$P3 \quad Pp = ( 54,013 + 37,324 ) / 2 = 45,669$$

$$P4 \quad Pp = ( 41,721 + 43,001 ) / 2 = 42,361$$

Índices anuales

$$P1 \quad I = 37,255 / 44,320 = 0.8406 \quad P2 \quad I = 51,995 / 44,320 = 1.1732$$

$$P3 \quad I = 45,669 / 44,320 = 1.0304 \quad P4 \quad I = 42,361 / 44,320 = 0.9558$$

Pronósticos anuales

$$P1 \quad Pr = 35,932 \times 0.8406 = 30,204$$

$$P2 \quad Pr = 53,754 \times 1.1732 = 63,064$$

$$P3 \quad Pr = 37,324 \times 1.0304 = 38,459$$

$$P4 \quad Pr = 43,001 \times 0.9558 = 41,100$$

Tabla XIII. Método de índices

Ciclo 3	Promedio	Índice	Pronóstico	Error	Error acum.
40,061	37,255	0.8406	30,204	9,857	9,857
49,501	51,995	1.1732	63,064	-13,563	23,420
48,453	45,669	1.0304	38,459	9,994	33,414
41,837	42,361	0.9558	41,100	737	34,151

**b) Método cíclico combinado**

Ciclo 1			Ciclo 2			Ciclo 3		
1	1991	38,578	5	1995	35,932	9	1999	40,061
2	1992	50,236	6	1996	53,754	10	2000	49,501
3	1993	54,013	7	1997	37,324	11	2001	48,453
4	1994	41,721	8	1998	43,001	12	2002	41,837

$$P = n a + b t$$

$$Pxt = a t + b t^2$$

donde:

P = Suma de las producciones del ciclo 1 y ciclo 2

n = Número de períodos

t = Suma de los períodos

Pxt = Suma del producto de producción por período

t<sup>2</sup> = suma de períodos al cuadrado

$$354,559 = 8 a + 36 b$$

$$a = 46,471.571$$

$$1,575,433 = 36 a + 204 b$$

$$b = - 478.155$$

Producciones ajustadas:

$$P1 = 38,578 - (-478.155)(1) = 39,056.155$$

$$P2 = 50,236 - (-478.155)(2) = 51,192.310$$

$$P3 = 54,013 - (-478.155)(3) = 55,447.465$$

$$P4 = 41,721 - (-478.155)(4) = 43,633.620$$

$$P5 = 35,932 - (-478.155)(5) = 38,322.775$$

$$P6 = 53,754 - (-478.155)(6) = 56,622.930$$

$$P7 = 37,324 - (-478.155)(7) = 40,671.085$$

$$P8 = 43,001 - (-478.155)(8) = 46,826.240$$

Promedio general ajustado =  $P = \text{Ciclo 1 y Ciclo 2} =$

$$371,772.580 / 8 = 46,471.5725$$

Promedios anuales ajustados

$$P1 \quad Pp = (39,056.155 + 38,322.775) / 2 = 38,689.465$$

$$P2 \quad Pp = (51,192.310 + 56,622.930) / 2 = 53,907.620$$

$$P3 \quad Pp = (55,447.465 + 40,671.085) / 2 = 48,059.275$$

$$P4 \quad Pp = (43,633.620 + 46,826.240) / 2 = 45,229.930$$

Índices ajustados

$$P1 \quad I = 38,689.465 / 46,471.5725 = 0.8325$$

$$P2 \quad I = 53,907.620 / 46,471.5725 = 1.1600$$

$$P3 \quad I = 48,059.275 / 46,471.5725 = 1.0342$$

$$P4 \quad I = 45,229.930 / 46,471.5725 = 0.9733$$

Pronósticos anuales

$$P1 \quad Pr = 0.8325 (46,471.571) + (-478.155)(9) = 34,384$$

$$P2 \quad Pr = 1.1600 (46,471.571) + (-478.155)(10) = 49,125$$

$$P3 \quad Pr = 1.0342 (46,471.571) + (-478.155)(11) = 42,801$$

$$P4 \quad Pr = 0.9733 ( 46,471.571 ) + ( -478.155 )( 12 ) = 39,493$$

Tabla XIV. Método combinado

Ciclo 3	Promedio ajustado	Índice ajustado	Pronóstico	Error	Error acum.
40,061	38,689.465	0.8325	34,384	5,677	5,677
49,501	53,907.620	1.1600	49,125	376	6,053
48,453	48,059.275	1.0342	42,801	5,652	11,705
41,837	45,229.930	0.9733	39,493	2,344	14,049

### 3.1.2 Diagramas de recorrido, ensamble y flujo

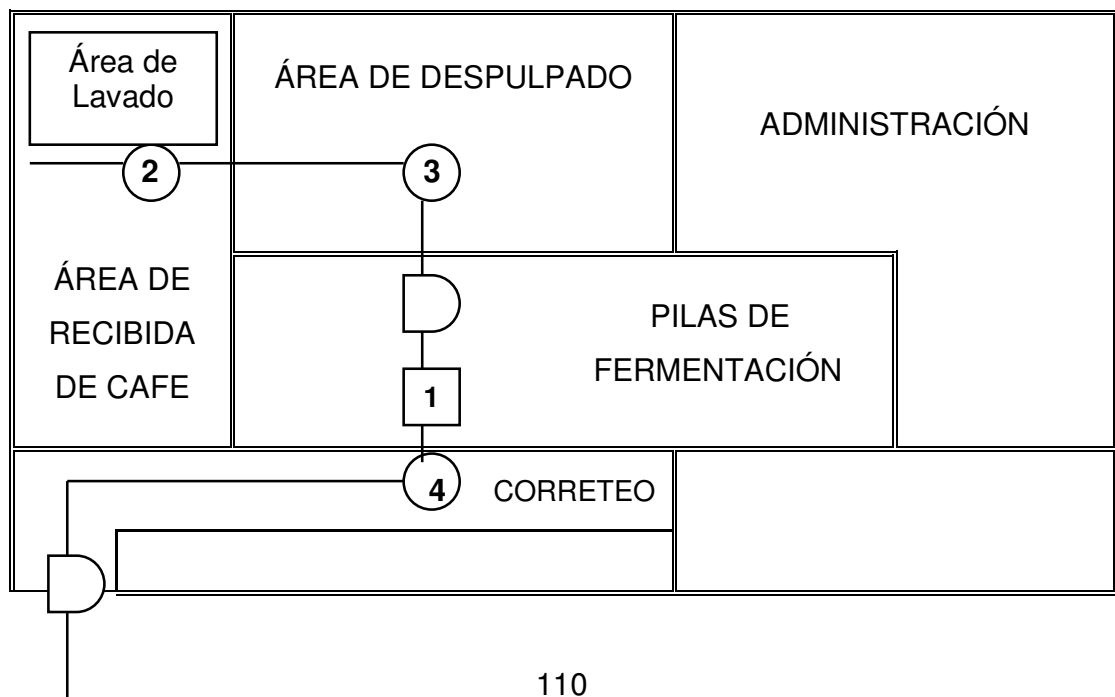
La finca San Bartolomé Izabal quiere visualizar el proceso de producción de café, desde el momento del corte en los cafetales hasta el momento de almacenamiento en las bodegas, tomando en cuenta que la finca transforma el café hasta obtenerlo en café pergamino; luego es despachado para transportarlo en camiones fleteros hacia un beneficio ubicado en el departamento de Escuintla, el cual se encarga de trillararlo para luego obtener ya el café en oro. Para realizar los diagramas de flujo y recorrido del proceso, la finca nos presenta la siguiente información.

El proceso de producción de café se inicia con el corte en los cafetales, abarcando en promedio un tiempo de 8 horas; enseguida se traslada al lugar de recibida en 0.50 horas, una distancia promedio de 970 metros; luego viene la recibida en un tiempo de 4 horas; después el despulpado de café con un tiempo de 8 horas; luego viene la etapa de fermentación en donde el café se deposita en unas pilas, donde se mantiene en reposo un tiempo promedio de 36 horas; se revisa que se encuentre en su punto de fermentación en un tiempo de 0.20 horas; seguidamente viene el lavado de café en un tiempo de 5 horas; después de lavado el café se queda en el correteo para volverlo a lavar un tiempo de 24 horas; se vuelve a lavar el café en 3 horas; se bota al patio para el inicio de su

secamiento en un tiempo de 4 horas; se levanta del patio en un tiempo de 3 horas, luego se traslada a las secadoras en un tiempo de 1 hora a una distancia promedio de 25 metros; enseguida viene el proceso de enjutado en las secadoras con un tiempo de 60 horas; se revisa que el café esté en su punto de secamiento en un tiempo de 0.20 horas; a continuación se descarga el café de las secadoras en un tiempo de 1 hora; luego se traslada hacia las bodegas de almacenamiento en 0.75 horas a una distancia de 10 metros, y por último, se almacena en bodega en un tiempo de 1 hora. El diagrama de recorrido se presenta en la tabla XV, el de ensamble en la tabla XVI y flujo en la tabla XVII.

Tabla XV. Diagrama de recorrido: Beneficiado de café

Fecha: 18/12/2003	Hoja No.
<u>1 de 1</u>	
Fábrica: Finca San Bartolomé Izabal	Diagrama: Recorrido del proceso
Operación: Producción de café	Planta: Principal
Diagramado por: Ing. Roy Morales	Dibujo No.: 1
Método: Actual	



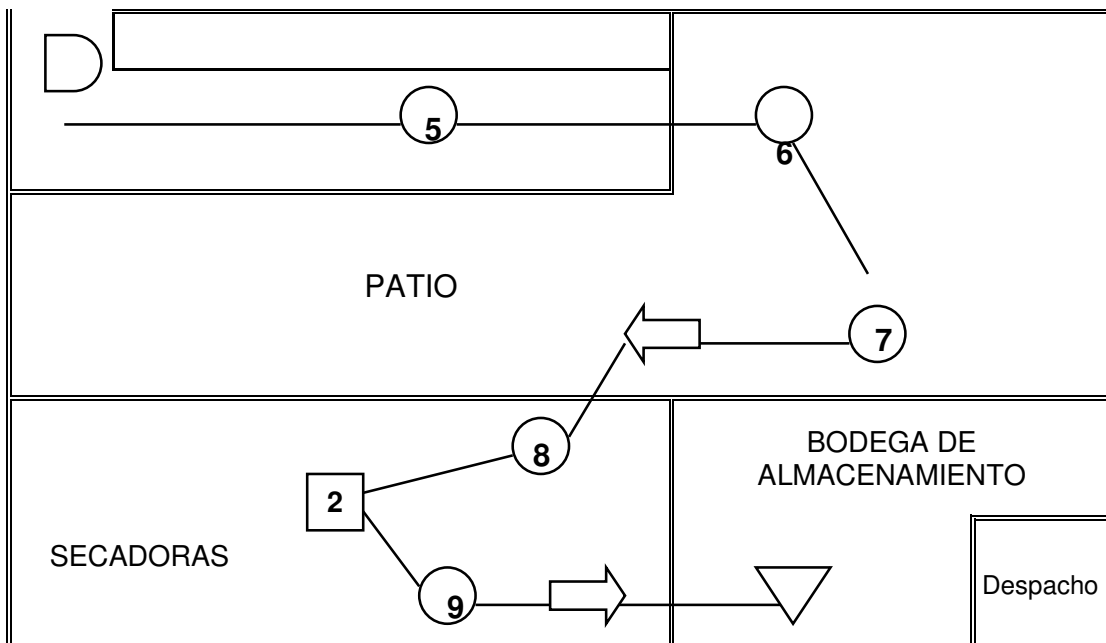


Tabla XVI. Diagrama de ensamble: Beneficiado de café

Fecha: 18/12/2003		Hoja No.
<u>1</u> de <u>2</u>		
Fábrica: Finca San Bartolomé Izabal		Diagrama: Ensamble
Operación: Producción de café		Planta: Principal
Diagramado por: Ing. Roy Morales		Dibujo No.: 1
Método: Actual		
8 horas	①	Corte de café en los cafetales (en promedio 975 quintales)
4 horas	②	Recibida del café (se pesa y se deposita en el tanque de lavado)
8 horas	③	Despulpado de café
0.20 horas	①	Revisión del café, que esté en su punto de fermentación
5 horas	④	Lavado del café

3 horas	⑤	Nuevo lavado de café
4 horas	⑥	Se bota al patio para el inicio de su secamiento
3 horas	⑦	Se levanta el café del patio
60 horas	⑧	Proceso de enjutado del café en las secadoras
0.20 horas	□ 2	Revisión del café que esté en su punto de secamiento
1 hora	⑨	Se descarga el café de las secadoras
	■	

Fecha: 18/12/2003

Hoja No.

2 de 2

Fábrica: Finca San Bartolomé Izabal

Diagrama: Ensamble

Operación: Producción de café

Planta: Principal

Diagramado por: Ing. Roy Morales

Dibujo No.: 1

Método: Actual

Resumen










S	TIEMPO (hora)	CANTIDAD
○	96.00	9
□	0.40	2
SUMATORI A	159.65	



Tabla XVII. Diagrama de flujo: Beneficiado de café

<i>Fecha:</i> 18/12/2003		<i>Hoja No.</i>
<u>1 de 2</u>		
Fábrica: Finca San Bartolomé Izabal		Diagrama: Flujo de operaciones
Operación: Producción de café		Planta: Principal
Diagramado por: Ing. Roy Morales		Dibujo No.: 1
Método: Actual		
8 horas	①	Corte de café en los cafetales (en promedio 975 quintales)
0.50 horas, 970 metros	→	Traslado del café al lugar de recibida
4 horas	②	Recibida del café (se pesa y se deposita en el tanque de lavado)

8 horas	③	Despulpado de café
36 horas	D	Etapas de fermentación, depósito del café en pilas
0.20 horas	1	Revisión del café, que esté en su punto de fermentación
5 horas	④	Lavado del café
24 horas	D	El café se queda en el correteo para volverlo a lavar
3 horas	⑤	Nuevo lavado de café
4 horas	⑥	Se bota al patio para el inicio de su secamiento
3 horas	⑦	Se levanta el café del patio
1 hora, 25 metros	⇒	Se traslada el café hacia las secadoras
	⊙ A	
<p>Fecha: 18/12/2003 <span style="float: right;">Hoja No. <u>2</u> de <u>2</u></span></p> <p>Fábrica: Finca San Bartolomé Izabal <span style="float: right;">Diagrama: Flujo de operaciones</span></p> <p>Operación: Producción de café <span style="float: right;">Planta: Principal</span></p> <p>Diagramado por: Ing. Roy Morales <span style="float: right;">Dibujo No.: 1</span></p> <p>Método: Actual</p>		
	⊙ A	
60 horas	⑧	Proceso de enjutado del café en las secadoras

0.20 horas		Revisión del café que esté en su punto de secamiento	
1 hora		Se descarga el café de las secadoras	
0.75 horas, 10 metros		Se traslada el café hacia las bodegas de almacenamiento	
1 hora		Almacenamiento	
Resumen			
S	TIEMPO (hora)	DISTANCIA (mts)	CANTIDAD
	96.00		9
	0.40		2
	2.25	1,005	3
	60.00		2
	1.00		1
SUMATORI A	159.65	1,005	

### 3.1.3 Balance de líneas

Para realizar un balance de líneas es necesario tener conocimiento de las jornadas de trabajo, y darlo a conocer a los operarios, para que no piensen que se les está explotando, sino de acuerdo a la jornada así se debe cumplir con el tiempo de actividad.

La jornada diurna comprende ocho horas de trabajo de lunes a viernes, y cuatro horas el día sábado, haciendo un total de cuarenta y cuatro horas a la semana, pero realmente se pagan cuarenta y ocho horas de trabajo; la jornada mixta comprende siete horas diarias, haciendo un total de cuarenta y dos horas de tiempo efectivo a la semana; y la jornada nocturna que comprende seis horas diarias, haciendo un total de treinta y seis horas de tiempo efectivo a la semana. Aparte de las jornadas de trabajo, también es muy importante los pagos, pues se debe cumplir con los salarios que están establecidos en el código de trabajo y de esta forma estamos cumpliendo con la ley.

El no cumplir con estas disposiciones que ya se encuentran establecidas, puede originar paros laborales. Cuando se actúa de una forma incorrecta, los operarios se dan cuenta de lo que se está haciendo, y son ellos los que pueden tomar la decisión de no cumplir con sus actividades, hasta que se llegue a un acuerdo entre las dos partes.

Por medio de un balance de líneas podemos obtener el número de operarios necesarios en cada área dentro del proceso de producción de café, por lo mismo la finca San Bartolomé Izabal, nos proporciona la siguiente información para poder obtener estos resultados (la conversión de café en uva a café pergamino es de 5:1).

Con un cronómetro en mano, se tomó tiempo en cada área de trabajo diez veces, y a base de ello, se obtuvo lo siguiente:

- ◆ Inicialmente se encuentran los trabajadores en el lugar de recibida de café, se recibe a cada trabajador en promedio de 1 minuto por quintal de café en uva, (1 x 5) 5 minutos por quintal en pergamino.

- ◆ Luego el café es despulpado, en promedio se tiene 1.2 minutos por quintal de café en uva, (1.2 x 5) 6 minutos por quintal en pergamino.
- ◆ Seguidamente el café es lavado en un tiempo promedio de 2.6 minutos por quintal de café en uva, (2.6 x 5 ) 13 minutos por quintal en pergamino.
- ◆ Al terminar de lavar el café, éste se tiende a los patios para su inicio de secamiento, en promedio 9 minutos por quintal de café en pergamino.
- ◆ Y al final se levanta el café de los patios y se lleva a las secadoras para llevar a cabo el proceso de enjutamiento en promedio 9 minutos por quintal de café en pergamino.

Según lo que se pudo observar, el trabajo no se hace tan rápido, por lo que se le asigna a cada área de trabajo un factor de valorización del 95%, además por las necesidades personales de los obreros, se les da un porcentaje de tolerancia del 15%.

Se desea una producción de 175 quintales al día, es decir, 35 quintales de café pergamino. ¿Cuántos trabajadores son necesarios en cada una de estas áreas? El resumen de los datos se muestra en la tabla XVIII.

Tabla XVIII. Tiempo en áreas de beneficiado de café

Estación	T.P.C. (min)	T.N.(min) TPC x Fv	T.E.(min) TN + TN x %TOL	T.E.P(min)
1	5	5 x 0.95 = 4.75	4.75 + 4.75(0.15) = 5.46	14.20
2	6	6 x 0.95 =5.70	5.7 + 5.7(0.15) = 6.56	14.20
3	13	13 x 0.95 =12.35	12.35 + 12.35(0.15) = 14.20	14.20
4	9	9 x 0.95 = 8.55	8.55 + 8.55(0.15) = 9.83	14.20
5	9	9 x 0.95 =8.55	8.55 + 8.55(0.15) = 9.83	14.20
Sumatoria	42	39.90	45.88	71.00

TPC = Tiempo promedio cronometrado  
 TN = Tiempo normal  
 Fv = Factor de valorización  
 %TOL = Porcentaje de tolerancia  
 TEP = Tiempo estándar permitido

$$\text{Eficiencia (E)} = ( T.E. / T.E.P ) \times 100 = ( 45.88 / 71.00 ) \times 100 = 64.62 \%$$

$$\text{Tasa de producción (R)} = 175 / ( 8.5 \times 60 ) = 0.343$$

Tiempo laborado = 8 hrs. ordinarias / día +  
                           2 hrs. extras / día  
                           10 hrs./día – 1 hr. de descanso = 9 hrs./día  
                           Lunes a Viernes = 45 hrs

Sábado = 4 hrs + 2 extras = 6 hrs

Total = 45 + 6 = 51 hrs / semana

Promedio = 51 / 6 = 8.5 horas diarias.

Número de operarios (N) = 0.343 x ( 45.88 / 0.6462 ) = 24.35 ≈ 25 operarios

Constante ( C ) = 0.343/0.6462 = 0.531      Operario + lento = T.E. / No. Oper.

Los resultados se describen en la tabla XIX.

Tabla XIX. Número de operarios real

Constante	T.E. (min)	No. Op. Real	No. Oper.	Op. + lento
0.531	5.46	2.899	3	1.820
0.531	6.56	3.483	4	1.640
0.531	14.20	7.540	8	1.775
<i>0.531</i>	<i>9.83</i>	<i>5.220</i>	<i>5</i>	<i>1.966</i>
<i>0.531</i>	<i>9.83</i>	<i>5.220</i>	<i>5</i>	<i>1.966</i>
Sumatoria		----->	25	

### 3.1.4 Costo de producción

La finca San Bartolomé Izabal, nos ha proporcionado los costos que se han tenido durante la cosecha del año 2002, al igual que se tiene la cosecha de café en uva que se tuvo en ese año que fue de 41,837 quintales. Durante la producción de ese año, se tuvo que por cada quintal de café pergamino que se obtenía se procesaban 5 quintales de café en uva, lo que quiere decir que al final de la cosecha se obtuvieron 8,367.4 quintales de café pergamino, lo cual nos permite encontrar el costo de producción por quintal de café recolectado. Claramente lo podemos observar así:

Cosecha del año 2002		
Café cerezo	Factor de conversión	Café pergamino
41,837 quintales	5 : 1 Por 5 quintales de café cerezo se obtiene 1 quintal de café pergamino	8,367.4 quintales

Únicamente se nos proporcionó el total que concierne a cada uno de los elementos del costo de producción, como ejemplo, la materia prima, que tiene un costo de Q 526,560.00.

La tabla XX nos muestra la forma de obtener el costo de producción.

Tabla XX. Costo producción finca Izabal

COSTO DE VENTA	
Costo de producción	Variaciones de café
Q 1,765,417.27	

<b>Costo primo</b>		<b>Gastos indirectos de fabricación</b>	Producto en proceso
<b>Q 1,537,007.32</b>			
<b>Materia prima</b>	<b>Mano de obra directa</b>	Administración Gastos taller mecánico Viáticos Supervisores Prestaciones Depreciación Maquinaria	<b>Q 62,304.42</b>
Trabajos de campo Abono Fertilizantes Fungicidas Herbicidas	Cortadores Fumigadores Patieros		Producto terminado
<b>Q 526,560.00</b>	<b>Q 1,010,447.32</b>	<b>Q 228,409.95</b>	<b>Q 56,236.24</b>

$$\begin{aligned}
 \text{Costo de venta} &= \text{Q. } 1,883,957.93 \\
 \text{Costo de venta x quintal} &= \text{Q. } 1,883,957.93 / 8,367.4 \\
 &= \text{Q. } 225.15
 \end{aligned}$$

Para obtener el costo de venta se resta el total del costo de producción y las variaciones de producto en proceso y producto terminado. Todos los rubros que se encuentran en la tabla anterior, son necesarios para obtener al final un café de muy buena calidad. Recordemos que la labor como ingenieros es minimizar costos, pero sin afectar el producto, porque no sirve de nada que los costos sean mínimos, si el producto que se está obteniendo es de muy baja calidad y por la misma razón el precio de venta no estará de acuerdo a la calidad.

## 3.2 Estudio de impacto ambiental

### 3.2.1 Aplicación

Para realizar un estudio de impacto ambiental, requisito para instalar o mejorar una empresa, hay instituciones que se dedican especialmente a esto.



La finca San Bartolomé Izabal fue escenario para realizar un estudio de impacto ambiental y basándose en las consideraciones que se tomaron se hacen las siguientes recomendaciones para la evaluación de un programa en un sector cafetalero.

#### Criterios ambientales

- Control de la erosión: es recomendable que la plantación tenga estructuras de conservación de suelos como terrazas, acequias de infiltración, barreras, cultivos en contorno o a nivel.

Esto permitiría que la plantación no corra el riesgo de perderse a causa de posibles derrumbes, los cuales pueden ser ocasionados por distintas situaciones, como temblores, lluvias muy frecuentes, vientos fuertes, etc.

- Mejorar la estructura del suelo: aplicación de materia orgánica, mantenimiento de cobertura natural del suelo, uso de abonos verdes.

Es indispensable darle un buen mantenimiento al suelo, pues lógicamente, éste forma parte fundamental del buen desarrollo de la plantación.

- Mejorar la fertilidad del suelo: aplicación de materia orgánica, uso de abonos orgánicos, uso de abonos verdes, programas de fertilidad con base a las necesidades de la planta y deficiencias del suelo.

No hay que esperar que la plantación se encuentre en una etapa de decadencia, es decir, que se encuentre en mal estado, sino, en todo momento cumplir con el programa de fertilidad que se ha elaborado.

#### Reducción del consumo de agua

- Preferentemente uso de recibidores secos

Son los que más se utilizan, no sólo por el no consumo de agua, sino por el fácil manejo que tiene.

- Sistemas de no contaminación a los volúmenes de agua utilizados para transporte

Este aspecto es muy importante, pues el uso de agua no contaminada en el proceso del café, aumenta el nivel de calidad del fruto.

- Re-circulación de agua de lavado

Muchas fincas no lo hacen de esta forma, utilizan el agua una sola vez, y es aquí donde el consumo es mucho mayor, cuando se debería de buscar un buen sistema de recirculación.

- Extracción de la pulpa por medios mecánicos

En este aspecto es muy difícil que cumplan las fincas, por el costo que ocasionaría el hacerlo mecánicamente.

#### Limpieza del agua

- Uso de agua no contaminada, pre proceso (análisis de aguas)

Se debe tener un control en el uso de este tipo de agua, si se utiliza con mucha frecuencia, se corre el riesgo de que el café vaya perdiendo su calidad.

- Tratamiento de aguas mieles por medio de pozos, lagunas de oxidación, acequias de ladera con pozos de absorción

Todas las fincas deben de buscar cumplir con este aspecto, y evitar que las aguas mieles se dispersen por lugares que no deben abarcar.

- Uso de agua no contaminada, uso de filtros cuando se reutilice el agua para el proceso de beneficiado

El uso de filtros ha dado buenos resultados, lo cual permite que la confiabilidad en el agua sea grande.

#### Zona de separación de aguas

- Las fuentes de agua existentes deben tener zonas vegetativas de protección de por lo menos 5 metros de ancho con especies arbóreas y arbustivas

Los nacimientos de agua deben de recibir protección y cuidado para su buen mantenimiento, es de suma importancia contar con ellos, pues en algún momento inesperado el agua puede ser de mucho beneficio.

#### Conservación de bosques y biodiversidad

- Tener un plan documentado de conservación de bosques y biodiversidad, el cual debe estar en ejecución

Es necesario que se cuente con algo escrito y seguir las instrucciones al pie de la letra y no estar tomando acciones incorrectas en un momento dado.

- Que el sistema de producción no tenga contemplado el avance de la frontera agrícola y/o que perturbe las zonas de bosque y biodiversidad

Las zonas boscosas deben estar destinadas únicamente para eso, y no interrumpir dicha área con plantaciones de café, pues de alguna forma se estaría incurriendo en faltas a nuestro medio ambiente.

- Existencia de fajas corta fuegos

Se debe estar preparado para situaciones no previstas, como son los incendios, y así evitar situaciones que pueden ser más graves.

Aprovechamiento de la sombra

- La plantación debe tener un mínimo de 40% de cubierta forestal

La sombra que necesita la plantación de café debe ser la necesaria y no únicamente cubrir algunas áreas, sino la cubierta debe ser muy pareja, de esa forma se cumple para obtener una buena producción.

- La sombra debe estar constituida de por lo menos dos estratos y diversas especies de árboles y/o arbustos

Hay diferentes especies de árboles y arbusto que cumplen con la función de brindar sombra, contando con una variedad de éstos, no se provoca daño a nuestro medio, en lugar de eso, se busca mejorarlo.

- En el estrato de sombra deben conservarse especies nativas, preferentemente aquellas en vías de extinción

Las especies en vía de extinción, deben recibir un cuidado especial, no solo porque son originarias del mismo lugar, sino porque su estancia de alguna manera aporta calidad en la producción.

#### Consumo de energía

- Utilizar preferentemente el secado de café en patios bajo el sol

El café que es secado naturalmente, ofrece una mejor calidad, que el café que es secado por medio mecánicos; se debe buscar más áreas de secado natural.

- Uso de otros métodos que utilicen eficientemente la energía

Sin lugar a dudas, como se mencionó anteriormente, el calor que aporta la luz natural, es el mejor método para obtener una mejor calidad en la producción de café.

- En el caso de uso de leña, ésta debe ser proveniente del manejo de la sombra y el cafetal

La mayor parte de leña es el resultado del desombrado de árboles, es decir que cuando los árboles se encuentran muy tupidos, es necesario quitarle algunas ramas; también proviene de plantaciones de café, cuando se necesita cambiar.

### Control de plagas

- Uso de variedades resistentes e injertos

Se deben realizar pruebas de resistencia con los injertos y algunas variedades de café, pues esta prueba nos daría la pauta para poder seguir o cambiar procedimiento.

- Utilizar al mínimo las cantidades de plaguicidas, basadas en dosis recomendadas, conociendo los umbrales económicos y de daño

Se hace necesario el uso de plaguicidas para controlar las enfermedades que atacan al cafeto, pero las instrucciones se deben seguir a cabalidad, para no causar daño a la plantación.

- Utilizar fitosanitarios selectivos y específicos (velar por la sanidad de la plantación)

Los fitosanitarios que se utilicen tienen que ser ya conocidos por parte de la empresa, no utilizar otros de los cuales no se tiene idea, pues si es así, se puede dañar a la plantación de café.

- Los operarios deberán utilizar ropa y equipo de protección para la aplicación de plaguicidas (responsabilidad de la empresa)

Es muy importante que los operarios estén protegidos, para lo cual la finca les brinda todo ese equipo necesario.

#### Manejo de desechos

- La pulpa es tratada para su uso como abono

En la finca es utilizada para el llenado de bolsas, se revuelve con tierra negra, de esa forma se obtiene una bolsa de tierra bien preparada, lo cual permitiría el buen desarrollo de los soldaditos de café en el almacigo.

#### Salarios y beneficios

- Los salarios y trabajadores están acordes al mínimo requerido por la legislación nacional

Para evitar problemas de tipo laboral, la finca cumple con pagar los salarios establecidos en el código de trabajo actual.

- Se cumple con el horario normal de trabajo de 8 horas diarias y 48 semanales o sistemas de productividad

Lo anterior se cumple para los trabajadores que no forman parte de los que cortan el café del campo, ejemplo de ello son los trabajadores del beneficio y del área de administración.

- Pago de séptimo día y periodo de vacaciones

Estos pagos se hace para todos, el código de trabajo lo establece así, y por lo mismo se debe cumplir.

- No existe discriminación por etnia y género

En la finca son recibidas para trabajo todas aquellas personas que lo lleguen a solicitar, más en la cosecha de café, pues se solicita gente del altiplano.

- Acceso a seguro social y/o servicios médicos adicionales

Toda aquella persona que labore en la finca, y que durante su estancia, sufra accidentes imprevistos o alguna enfermedad, tiene derecho al seguro social o a recibir servicios médicos con los cuales cuenta la finca.

- Los trabajadores (permanentes y migratorios) tienen acceso a agua potable, instalaciones sanitarias (letrinas, duchas); vivienda adecuada (con piso, techo, cocina y luz); educación y capacitación (escuelas, cursos, programa de alfabetización); salón comunal, campos deportivos y/o recreativos.

Tener anticipado a la evaluación la siguiente documentación:

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| ▪ Análisis de suelos.            | Análisis de aguas (pre y post proceso). |
| ▪ Plan de manejo de bosques.     | Copia de planillas y prestaciones.      |
| ▪ Organización laboral (si hay). | Organización médica y educativa         |

Mientras más documentadas estén las actividades agrícolas, mejor.

#### **4. IMPLEMENTACIÓN DE LOS MODELOS DE INGENIERÍA**



#### **4.1 Cuantificación previa de una cosecha de café**

La condición más importante para estar en la capacidad de aplicar los métodos de pronósticos descritos anteriormente, es que la finca en estudio nos proporcione los datos históricos de las cosechas de un buen número de años anteriores, para que se pueda obtener un dato más exacto a la realidad sobre la cosecha que viene.

En este caso la finca San Bartolomé Izabal nos ha proporcionado el número exacto de quintales de café en uva que se han recolectado durante los últimos 12 años, de esta forma se puede esperar que los resultados se aproximen a lo que se obtendrá en la realidad, es decir la cosecha de café del año 2003.

El método más fácil de aplicar, en el que no se lleva a cabo ninguna operación es el “último período”, el cual nos dice que el pronóstico que se busca será igual a la producción anterior. Analizando este método, se puede decir que en la mayoría de los casos siempre nos va a dar un error, pues la probabilidad de obtener una cosecha igual a la anterior es muy pequeña.

El método del “promedio aritmético”, toma en cuenta todas las cosechas anteriores que se dan, y en base a su promedio, se obtiene el primer pronóstico que se busca, seguidamente, ya se toma en cuenta la cosecha real del año pronosticado para encontrar el segundo pronóstico, promediando siempre entre uno más, y así sucesivamente, hasta encontrar el último pronóstico.

El método de “media móvil” trata sobre el promedio de un número de cosechas anteriores para obtener el dato actual. Cuando la diferencia entre las

producciones anteriores es muy grande, se obtendrán pronósticos muy lejanos a las producciones reales; este método se utiliza muy bien cuando la producción es estable, es decir, no hay mucha variación.

El método de “media móvil con ponderaciones” se utiliza cuando se le quiere dar importancia a los datos más recientes, con lo cual se quiere que el pronóstico sea más sensible a los cambios y por lo mismo, los datos recientes reciben un mayor peso de ponderación.

En el método de “ponderado exponencial” se utiliza una constante  $\alpha$  (alfa) que según el valor que se le dé, nos puede proporcionar un pronóstico preciso o impreciso, pero por medio del error de pronóstico nos podemos dar cuenta, por lo mismo, se sugiere calcular dos o tres pronósticos, dándole a alfa diferentes valores. El pronóstico de error se obtiene de la diferencia entre la producción real de un período anterior y el pronóstico que se obtuvo de ese mismo período.

Por último, tenemos el método de “ponderado exponencial con ajuste de tendencia” que busca mejorar el pronóstico, utiliza dos constantes, la constante  $\alpha$  (alfa) y la constante  $\beta$  (beta); la primera es la constante de alisado para la media y la otra es la constante de alisado para la tendencia.

## **4.2 Visualización detallada en el proceso de producción de café**

Anteriormente hemos visto en forma detallada la secuencia de las operaciones, de inspecciones, de transportes, de demoras y almacenaje que son necesarios en el proceso de producción de café; cada una de éstas tiene su importancia y utilizando los diagramas de recorrido, de ensamble y de flujo podemos imaginarnos esta situación.

Asimismo, podemos analizar cada una de las situaciones que forman parte de dicho proceso, y además darnos cuenta de la situación que está antes y de la que está después, viendo la forma en que ayudan o provocan problemas de la situación en estudio, y así pues, mejorarla o empezar a buscar una solución para tratar de evitar que siga ocasionando problemas.

Todo diagrama debe empezar con su encabezado, éste debe ser bien claro, pues al momento de que se estudie, no se tenga duda de qué se trata. Se deben utilizar correctamente los símbolos, con esto queremos decir que dependiendo de la actividad en el proceso, así es el símbolo. Al final del diagrama, por medio de un resumen, obtenemos el número total de operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenajes que se tiene en el proceso, y además, el tiempo más o menos exacto que éste dura desde el momento que se inicia hasta obtener el producto terminado. Claro está entonces, la importancia que tienen, la necesidad de una empresa para aplicarlo es grande, pues brinda mucha información de situaciones inadecuadas, que por medio de estos diagramas pueden ser muy bien solucionadas.

#### **4.3 Trabajadores necesarios en el beneficiado de café**

El balance de líneas nos proporciona de una manera exacta el número de trabajadores necesarios en cada una de las operaciones que se llevan a cabo en el proceso de producción de café.

Para llevar a cabo este estudio es necesario cronometrar todos los movimientos que se tienen dentro de cada una de las estaciones de trabajo, pues tiene mucha importancia el tiempo, debido a que todas las estaciones deben estar funcionando equitativamente, basándose en la estación que origina un mayor tiempo provocando retrasos en el proceso. Cada estación de trabajo debe ser supervisada, tomando el tiempo varias veces para verificar que no haya error, es decir, que no haya mucha variación en el tiempo.

También se debe tener presente la forma en que se calcula el tiempo normal (tiempo promedio x factor de valorización), pues en base a este tiempo se calcula el tiempo estándar (tiempo normal x porcentaje de tolerancia). El porcentaje de tolerancia se da por el tiempo no efectivo de trabajo, es decir, cuando los operarios están en su tiempo de receso, de almuerzo y algunas otras situaciones.

A veces se da el caso de que la materia prima no está en buenas condiciones, provocando que el tiempo estándar de las operaciones no sea el mismo. También se da el caso de la maquinaria en uso, puede que esté provocando problemas y por lo mismo se tiene diferencia con el tiempo estándar; y por último, se puede dar el problema con los operarios, pues cuando ellos ven que se les está supervisando, ya no hacen su trabajo en forma normal, ocasionando también el mismo problema con el tiempo.

#### **4.4 Situación económica del café**

Para conocer en forma precisa la situación económica que tiene una empresa, en nuestro caso, la finca San Bartolomé Izabal, es necesario que se tengan todos los costos que son indispensables para llevar a cabo un buen proceso de producción de café.

Dicha finca nos ha proporcionado todos esos costos y basándose en el modelo de costo de producción se ha llegado a obtener el costo que se origina al producir un quintal de café en oro y al final, su costo de venta.

Sin embargo, hay otros gastos que no se incluyen o no participan directamente en el proceso de producción de café; entonces para realmente conocer la situación económica de esta finca se hace necesario el uso de otra herramienta contable como lo es el Estado de Pérdidas y Ganancias, que principalmente de las ventas que se tienen de la cosecha se desprenden todos los costos que se han tenido durante la misma.

Cuando al total de las ventas ya se le han quitado todos los gastos que se han tenido durante dicho período, viene entonces el cumplir con la obligación de toda empresa, que es pagar el Impuesto sobre la Renta (ISR), que actualmente es del 30%.

De esta forma estamos obteniendo la utilidad total de la finca y que nos indica su rentabilidad a la fecha. Esto es muy importante para que cuando una empresa quiera efectuar un préstamo básicamente con un banco, pues es lo primero que pide el banco, dependiendo de su rentabilidad se realiza dicha transacción.

#### **4.5 Forma de realizar un estudio de impacto ambiental en un sector cafetalero**

El estudio de impacto ambiental tiene como finalidad buscar de alguna manera evitar daños al medio ambiente que nos rodea, al mismo tiempo que se busca beneficiar a la comunidad en el sentido de la salud, es decir, que sientan lo que es vivir en una área donde predomina el aire puro. A la hora de llevar a cabo un estudio de impacto ambiental se debe cumplir con los siguientes pasos.

#### **4.5.1 Decisión de realizar el estudio de impacto ambiental**

Se trata de descubrir la necesidad (en general) de realizar un estudio de impacto ambiental para nuestro proyecto de producción cafetalera. En esta decisión intervienen los siguientes factores (situados de mayor a menor importancia porcentual en la decisión de los agentes que intervienen a la hora de realizarse):

- **La legislación vigente:** sobre este tema donde figuran los listados de actividades obligatoriamente sometidas al estudio de impacto ambiental, así como otras de las que se recomienda su inclusión en dicho procedimiento. El hecho de que una actividad no figure en uno de estos listados no implica que no se pueda hacer un estudio de la misma.
- **Exigencia de una administración:** las administraciones públicas a la hora de realizar un concurso para un proyecto propio suelen incluir una serie de requisitos que se ha de cumplir en todo caso, sea cual sea la propuesta, teniendo en cuenta el estudio de impacto ambiental en determinados casos. Esto obliga al promotor a realizar un estudio de impacto ambiental, independientemente de la legislación.
- **Planificación dentro de otra legislación sectorial:** en los instrumentos de planificación de cierta legislación (Ordenación del Territorio, Conservación

de Especies, etc.) se exige la realización de un estudio de impacto ambiental como un instrumento más de planificación.

- **Realización voluntaria:** a veces el propio promotor del proyecto, previendo una serie de conflictos sociales relacionados con su proyecto, decide realizar un estudio de impacto ambiental.
- **Integración en el proyecto:** Integración de Sistemas de Gestión Ambiental dentro de la empresa y dentro de cada proyecto; exigencias de la empresa a sus empresas subcontratadas; propia conciencia ambiental de la empresa con respecto de las consecuencias de sus proyectos sobre el medio ambiente.

#### **4.5.2 Reunión del grupo de trabajo multidisciplinar que va a afrontar el estudio de impacto ambiental**

El coordinador ha de ser capaz de definir la tipología de actividades a analizar, el ámbito territorial (delimitación territorial), y un enfoque del estudio de impacto ambiental, así como de coordinar a todos los elementos humanos que participen en el mismo para lograr los objetivos de éste.

#### **4.5.3 Estructura metodológica de un estudio de impacto ambiental**

Una vez tomada la decisión de realizar el proyecto se pasa a la fase de recogida de información acerca del proyecto y del medio afectado (encontrar factores a analizar y definir el ámbito de trabajo con precisión). Posteriormente se procede a la valoración del inventario realizado y al cruce de impactos con elementos del medio ambiente implicados.

Si se trata de un proyecto en el que existen alternativas, éste sería el momento de la elección de la mejor de las alternativas (o de desestimar el

proyecto por sus altos impactos). Si no existen alternativas tendremos que ponderar los impactos dentro de la alternativa que se nos plantea. El paso siguiente consiste en establecer medidas correctoras; en este proceso hay que tener siempre en cuenta el principio de precaución, es decir, siempre es mejor no causar el impacto y no tener que corregirlo, que causarlo y tener que invertir en medidas correctoras.

La siguiente fase consiste en un plan de seguimiento de las medidas correctoras y de potenciales nuevos impactos que pudieran surgir (desviaciones de nuestro análisis), así como una evaluación de los impactos residuales que se originan en la producción cafetalera y establecimiento de medidas correctoras para dichos impactos; aquí ya no cabe prevención, la cual tendría que haber estado determinada en el estudio de impacto ambiental anterior, que para eso sirve.

También habría que seguir con detenimiento la fase de abandono y recuperación del proyecto de producción cafetalera. Por último, es posible que surgiera la necesidad de la realización de estudios complementarios a raíz de la vigilancia establecida o con el objeto de elaborar un buen seguimiento del proyecto.

Recogida de información	Análisis del proyecto
Análisis de variables	Identificación de acciones
Identificación de elementos	Inventario del medio
Valoración del inventario	Identificación y predicción de impactos
Selección alternativa	Impactos residuales
¿Existen alternativas? SÍ NO	Ponderación de impactos
Medidas correctoras y valoración	Plan de seguimiento

#### **4.5.4 Contenido de un estudio de impacto ambiental**



El contenido mínimo de un estudio de impacto ambiental se contempla en la legislación vigente. Por esto podríamos definir un índice tipo para cualquier estudio de impacto ambiental, el cual podría constar de las siguientes partes:

- Descripción del proyecto.
- Definición del ámbito del estudio.
- Inventario y valoración ambiental, así como síntesis.
- Previsión de impactos.
- Comparación de alternativas.
- Medidas correctoras.
- Impactos residuales.
- Programa de vigilancia y control.
- Memoria de síntesis (resumen).

Además se debe de tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Para tener un ambiente saludable es necesario tomar en cuenta los criterios ambientales, como lo es el control de la erosión, el mejorar la estructura del suelo como también fertilizarlo; la reducción del consumo de agua, con esto se quiere buscar la forma de reutilizar este líquido, además brindarle una limpieza adecuada aplicándole un buen sistema de tratamiento.
  
- Otro aspecto importante para tener un ambiente saludable son los bosques, pues como sabemos, son los árboles los que ayudan a que el aire que

circunda a todo nuestro alrededor sea aire puro, por lo mismo es necesario que los bosques se conserven.

- También se debe pensar en obtener una buena producción, para lograrlo, se debe dar a las plantaciones de café todo lo que necesitan, entre ellas está la sombra que es la que brindan los árboles, además está el secado del café, que preferentemente se busca que sea en patios bajo el sol, y no artificialmente. Básicamente para obtener una buena producción es necesario evitar que las plagas ataquen las plantaciones por lo cual es indispensable tener un buen control de plagas.
- En el aspecto anterior se debe tomar muy en cuenta, que para eliminar las plagas se utiliza la técnica de fumigación, entonces, las personas que realizan esta actividad, deben contar con la seguridad necesaria, es decir, ropa adecuada, mascarilla, etc., para que los herbicidas o fungicidas que se aplican no les causen daño.
- Así también es necesario tener un buen control de desechos, como lo es la pulpa originada por los granos de café al ser despulpado; esta pulpa es utilizada más tarde como abono orgánico. Por último se debe implementar dentro de la finca buenas relaciones laborales con los trabajadores para que ellos se sientan cómodos en aceptar el salario que perciben y además buscar beneficiarlos en cualquier situación no prevista por ellos.

## **5. ANÁLISIS DE LA INGENIERÍA EN LA CAFICULTURA**

## 5.1 Verificación del pronóstico de cosecha contra la cosecha real

Los resultados del pronóstico de cosecha de café en uva para el año 2003 en quintales, calculados en el capítulo 4, se muestran a continuación.

Los métodos de producción estable se muestran en la tabla XXI.

Tabla XXI. Métodos producción estable

<b>Método</b>	<b>Pronóstico 2003</b>	<b>Error acumulado</b>
Último período		20,044
Promedio aritmético		16,305
Media móvil	44,570	15,328
Media móvil ponderada		18,705
Ponderado exponencial $\alpha = 0.01$		16,103
Ponderado exponencial $\alpha = 0.05$		16,202
Ponderado exponencial con ajuste de tendencia		19,088

Según los resultados que se muestran en la tabla, el método de pronóstico, perteneciente a la producción estable que tiene el menor error es el de media móvil, por lo cual, se prosigue a calcular el pronóstico de riesgo, basándonos en dicho método, los resultados se muestran en la tabla XXII.

Tabla XXII. Método media móvil

<b>Año</b>	<b>Producción</b>	Ciclo de 5 períodos
1991	38,578	

1992	50,236			
1993	54,013			
1994	41,721			
1995	35,932			
1996	53,754			
1997	37,324	<b>Pronóstico de evaluación</b>	<b>Error</b>	<b>Error acumulado</b>
1998	43,001			
1999	40,061	42,346	-2,285	2,285
2000	49,501	42,014	7,487	9,772
2001	48,453	44,728	3,725	13,497
2002	41,837	43,668	-1,831	15,328
2003	44,570	Pronóstico de riesgo		

Los métodos de producción cíclica se muestran en la tabla XXIII.

Tabla XXIII. Métodos producción cíclica

<b>Método</b>	<b>Pronóstico 2003</b>	<b>Error acumulado</b>
Índices		34,151
Combinado	37,732	14,049

Según los resultados que se muestran en la tabla, el método de pronóstico, perteneciente a la producción cíclica que tiene el menor error es el combinado, por lo cual, se prosigue a calcular el pronóstico de riesgo, basándonos en dicho método, los resultados se muestran en la tabla XXIV:

<b>Ciclo 1</b>		<b>Ciclo 2</b>		<b>Ciclo 3</b>	
1991	38,578	1995	35,932	1999	40,061
1992	50,236	1996	53,754	2000	49,501
1993	54,013	1997	37,324	2001	48,453
1994	41,721	1998	43,001	2002	41,837
534,411 = 12 a + 78 b			a = 44,882.09		
3,466,019 = 78 a + 650 b			b = - 53.51		

### Producciones ajustadas

$$P1 = 38,578 - (-53.51)(1) = 38,631.51$$

$$P2 = 50,236 - (-53.51)(2) = 50,343.02$$

$$P3 = 54,013 - (-53.51)(3) = 54,173.53$$

$$P4 = 41,721 - (-53.51)(4) = 41,935.04$$

$$P5 = 35,932 - (-53.51)(5) = 36,199.55$$

$$P6 = 53,754 - (-53.51)(6) = 54,075.06$$

$$P7 = 37,324 - (-53.51)(7) = 37,698.57$$

$$P8 = 43,001 - (-53.51)(8) = 43,429.08$$

$$P9 = 40,061 - (-53.51)(9) = 40,542.59$$

$$P10 = 49,501 - (-53.51)(10) = 50,036.10$$

$$P11 = 48,453 - (-53.51)(11) = 49,041.61$$

$$P12 = 41,837 - (-53.51)(12) = 42,479.12$$

Promedio general ajustado =  $P = \text{Ciclo } 1, 2 \text{ y } 3 =$

$$538,584.78 / 12 = 44,882.065$$

### Promedios anuales ajustados

$$P1 \quad P_p = (38,631.51 + 36,199.55 + 40,452.59) / 3 = 38,427.883$$

$$P2 \quad P_p = (50,343.02 + 54,075.10 + 50,036.10) / 3 = 51,484.727$$

$$P3 \quad P_p = (54,173.53 + 37,698.57 + 49,041.61) / 3 = 47,971.237$$

$$P4 \quad P_p = (41,935.04 + 43,029.08 + 42,479.12) / 3 = 42,481.080$$

### Índices ajustados

$$P1 \quad I = 38,427.883 / 44,882.065 = 0.8562$$

$$P2 \quad I = 51,484.727 / 44,882.065 = 1.1471$$

$$P3 \quad I = 47,971.237 / 44,882.065 = 1.0688$$

$$P4 \quad I = 42,481.080 / 44,882.065 = 0.9465$$

Pronósticos anuales

$$P1 \quad Pr = 0.8562 ( 44,882.09 ) + ( -53.51 )( 13 ) = 37,732$$

$$P2 \quad Pr = 1.1471 ( 44,882.09 ) + ( -53.51 )( 14 ) = 50,735$$

$$P3 \quad Pr = 1.0688 ( 44,882.09 ) + ( -53.51 )( 15 ) = 47,167$$

$$P4 \quad Pr = 0.9465 ( 44,882.09 ) + ( -53.51 )( 16 ) = 41,625$$

Tabla XXIV. Método combinado

Ajustados			Promedio ajustado	Índice ajustado	Pronóstico de riesgo
Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3			
38,631.51	36,199.55	40,542.59	38,427.883	0.8562	<b>37,732</b>
50,343.02	54,075.06	50,036.10	51,484.727	1.1471	50,735
54,173.53	37,698.57	49,041.61	47,971.237	1.0688	47,167
41,935.04	43,429.08	42,479.12	42,481.080	0.9465	41,625

La finca San Bartolomé Izabal, nos ha proporcionado el siguiente dato:

Cosecha 2003 = 36,324 quintales de café en uva.

Si nos damos cuenta, el método de pronóstico que más se acercó a la cosecha real fue el combinado, por lo tanto se puede decir que la producción de café es cíclica con un ciclo de cuatro años.

## 5.2 Evaluación de cada operación en el proceso de producción de café

Cada una de las operaciones que se llevan a cabo en el proceso de producción de café son necesarias para obtener al final un producto que sea de buena calidad. Estas operaciones son:

- El corte de café: es la operación más importante dentro de la producción, porque si no hay café, no se puede continuar con el proceso. Cuando se está cortando el café se debe tener cuidado en cortar sólo el grano sin la base que lo sostiene, pues es la base la que produce el grano año con año, si se da así, se perdería un grano de café para la próxima cosecha y en consecuencia ésta disminuiría.
- Recibida de café: cuando se encuentra la mayor parte de cortadores en el lugar de recibida, los encargados inician esta operación, pesando y apuntando lo que cada uno de los cortadores recolectó, teniendo cuidado de revisar que vaya sólo café maduro, y no café que todavía le falte madurar.
- Despulpado de café: consiste en quitarle la cáscara al café, para que éste sea depositado en las pilas e inicie la etapa de fermentación. Los operarios deben estar muy atentos en esta operación para revisar que el café haya perdido completamente la cáscara, si no, se debe ajustar la máquina para no tardarse con el proceso.
- Lavado del café: cuando el café está ya en su punto de fermentación, viene la etapa de lavado, que consiste en quitarle la miel a los granos de café y así obtener una apariencia más limpia; para esto los operarios deben contar con la capacidad necesaria para lavar, pues el café debe perder la mayor parte de sus impurezas.
- Nuevo lavado de café: cuando se ha lavado el café, éste se deja en el correteo durante 24 horas más, para volverlo a lavar, buscando una mejor

calidad; además es aquí donde se separa el café, obteniendo lo que se llama pergamino de primera y segunda y lo que son las natas.

- Se bota el café al patio: cuando el café ya está bien lavado, se bota al patio para que sea tendido e inicie el proceso de secamiento. El café se tiende por medio de unas rastras que son manejadas por tres operarios. Primero caen al patio las natas, seguidamente el café pergamino de segunda y por último, el café pergamino de primera, cada clase de café debe ser tendido en áreas diferentes.
- Se levanta el café del patio: esta operación se da cuando se encuentra libre una secadora, se le ingresa a ella, para que el proceso de secamiento se dé más rápido, teniendo presente que cuando el café completa su secamiento bajo el sol, su calidad es mejor.
- Proceso de enjutado del café: esta operación se da cuando el café se encuentra en la secadora, hay un operario que debe estar pendiente que la temperatura se encuentre entre 60° y 70° centígrados, además del punto del café ya enjutado.
- Descarga del café de las secadoras: cuando el café ya está en el punto de secamiento, entonces se descarga de la secadora, esto se hace en sacos, luego se transporta a la bodega de almacenamiento y se retira del saco, pues en ese momento necesita un poco de aire, teniendo cuidado de no revolver una secadora con otra.

Se debe tener presente, que hasta aquí, el café se encuentra en pergamino; al tener almacenado una buena cantidad de café, éste se prepara



en sacos, para transportarlo por medio de camiones fleteros hacia un beneficio ubicado en el departamento de Escuintla, que se dedica al trillado, es decir, el procedimiento a seguir para obtener el café en oro. Cuando ya ha terminado esta operación, entonces viene lo último, que es venderlo y exportarlo a otros países que paguen una adecuada cantidad de dinero por quintal.

### **5.3 Evaluación del número de trabajadores utilizados en el beneficiado de café**

El balance de líneas nos da la información del número de trabajadores que son necesarios en cada área del proceso de producción de café y con esto buscar el buen funcionamiento de cada una de ellas.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- En el área de recibida de café se necesitan tres operarios, para poder atender a cada uno de los cortadores en una forma eficiente.
- En el área de despulpado de café se necesitan cuatro operarios, para que pueden inspeccionar que el proceso esté en buen funcionamiento.
- En el área de lavado de café se necesitan ocho operarios, cada uno de ellos debe situarse a una distancia de 2.7 metros según la medida del correteo para que se lave varias veces. Además, hay un operario que está sacando el café de la pila de fermentación y otro que lo ingresa al correteo.
- En el área de tendido del café a los patios se necesitan cinco operarios, para que éstos lo distribuyan equitativamente, es decir, que no quede

amontonado, y se dé un buen secamiento por medio de la luz natural del sol, que sería el mejor método para enjutar el café.

- En el levantado del café de los patios se necesitan cinco operarios, tres operarios paletan el café para juntarlo, otro busca los sacos para levantarlo y el otro, por medio de una pala, lo ingresa a los sacos.

#### 5.4 Análisis de la situación económica del café

El costo de producción nos permite conocer la cantidad de dinero que se invierte en producir un quintal de café en pergamino y por lo mismo, nos da una orientación de la utilidad que podemos obtener. Los resultados obtenidos en el capítulo 4 muestran todo aquello en lo que se ha invertido para obtener un café de muy buena calidad:

Costo de venta	=	Q. 1,883,957.93
Costo de venta x quintal	=	Q. 1,883,957.93 / 8,367.4
	=	Q. 225.15

Seguidamente, haciendo uso del Estado de Pérdidas y Ganancias en la tabla XXV, nos daremos cuenta de la situación económica de la finca San Bartolomé Izabal, tomando en cuenta que el precio de venta del café aproximado es de Q 375.00.

Tabla XXV. Estado de Pérdidas y Ganancias finca Izabal

Estado de pérdidas y ganancias Del 01/07/2001 al 30/06/2002 Finca San Bartolomé Izabal				
Ventas	Q	3,137,775.00		
(-) Costo de venta	Q	1,883,957.93		
Utilidad en ventas			Q	1,253,817.07
(-) Gastos de operación				
Gastos de venta				
Fletes	Q	43,000.00		
Comisiones	Q	12,500.00		
Gastos de administración				
Sueldos	Q	189,200.00		
Papelería y útiles	Q	5,000.00		
Servicios	Q	12,720.00		
Seguridad	Q	23,500.00	Q	285,920.00
Utilidad en operación			Q	967,897.07
Otros Gastos				
(-) Impuestos	Q	46,059.03		
(-) Cuota Patronal IGSS	Q	61,896.38	Q	107,955.41
Utilidad antes ISR			Q	859,941.66
(-) Impuesto sobre la Renta (30%)			Q	257,982.50
UTILIDAD NETA			Q	601,959.16

## 5.5 Análisis de cada aspecto que interviene en el estudio de impacto ambiental cafetalero

El estudio de impacto ambiental en un sector cafetalero tiene gran importancia en el ámbito social y económico. En lo primero, quiere decir que los trabajadores del sector en estudio son concientizados en cuidar el ambiente; en lo segundo quiere decir que la misma finca sale beneficiada, puesto que hay recompensas económicas por el hecho de participar en el cuidado de nuestro medio. En el caso de la finca San Bartolomé Izabal, se realizó un estudio de impacto ambiental, siguiendo los pasos descritos en el capítulo 4, obteniendo como resultado una buena calificación, lo cual permitió un beneficio económico, recibir un dólar por cada quintal de café en oro que se produjera.

Para la realización del estudio de impacto ambiental, la finca analizó cada uno de los aspectos a evaluar, de la siguiente forma:

- Criterios ambientales: en las áreas donde puede haber un deslave, se encuentran barreras, para evitar la erosión; siempre se aplica materia orgánica para mejorar la estructura y fertilidad del suelo.
- Reducción del consumo de agua: en este caso, el agua nace precisamente en la finca, porque se encuentra ubicada en una parte alta; es utilizada únicamente en el beneficiado, seguidamente pasa por unas pilas donde se le da un tratamiento especial, por medio de un filtro de tambor, el cual es mecánico y de autolimpieza diseñado especialmente con objeto de alcanzar alto rendimiento en sistemas donde es esencial prevenir las partículas de fragmentación. El filtro trabaja sin presión y tiene un diseño robusto con pocas partes móviles que aumentan la vida y disminuyen los costes de mantenimiento. El líquido se filtra con la periferia del tambor que rota lentamente. Asistido por la estructura especial de los elementos filtrantes, las partículas se separan cuidadosamente del líquido. Los sólidos separados se aclaran de la tela filtrante en la bandeja de la colección de los sólidos y se descargan y de esta forma se va disminuyendo la contaminación de ésta; luego sigue su rumbo hacia otra finca que se encuentra más abajo, para que la vuelva a utilizar.
- Limpieza de agua: en este aspecto, no hay mucho problema, pues como se mencionó anteriormente, el agua nace en la finca, y por lo mismo no está contaminada, es decir, se encuentra en perfectas condiciones para su uso.

- Zonas de separación de aguas: las áreas donde nace el agua, son protegidas con vegetación diferente a las plantas de café, para que las personas al cortar no se acerquen mucho al nacimiento.
- Conservación de bosques y bio - diversidad: la finca por su ubicación, está rodeada de montañas, las cuales son consideradas por parte del gobierno del país, como áreas protegidas, por lo tanto, en estos sectores no se hacen plantaciones de café. Las montañas son las áreas donde reinan los bosques y por lo mismo hay una mayor bio – diversidad.
- Aprovechamiento de la sombra: la sombra es muy importante para las plantaciones de café, y por lo mismo hay plantas diferentes y un poco más altas que se encargan de brindársela.
- Consumo de energía: se utilizan dos métodos, la energía natural proveniente del sol, para el secado de café en los patios, y la energía artificial utilizada en las secadoras.
- Control de plagas: en toda producción de especies vegetales, se dan las plagas, en la finca se utilizan las dosis recomendadas para utilizar al mínimo los plaguicidas, además las personas encargadas de aplicar estas sustancias, utilizan la ropa y equipo de protección para sus cuidados.
- Manejo de desechos: el principal desecho que se obtiene del proceso de producción de café, es la cáscara de la semilla, que se conoce como pulpa; ésta va a un depósito donde se almacena para que después sea utilizado como abono orgánico.

- Salarios y beneficios: los salarios para los trabajadores se basan en la ley nacional que rige estos aspectos. La jornada diurna es la que se utiliza en la finca, es decir que se trabajan 8 horas de lunes a viernes, y el sábado únicamente 4 horas, y si se necesita más tiempo, pues ya se utilizan horas extras. Se cumple con el pago del séptimo día. Cualquier persona que desea trabajar es aceptada en la finca. Las personas que permanecen en la finca gozan de 15 días hábiles de vacaciones pagadas.
- Todos los trabajadores de la finca están afiliados al IGSS. Cuando se produce un accidente de una gravedad mayor, el vehículo de la finca traslada al accidentado inmediatamente al IGSS, y si no hay mucho peligro, se solicita por teléfono la ambulancia del IGSS. En la etapa de la cosecha hay trabajadores migratorios que son muy bien recibidos en la finca, viviendo en lugares de buenas condiciones y teniendo acceso a los principales servicios que se pueden presentar.

La finca tomó muy en serio todos estos aspectos, lo cual ayudó a obtener un muy buen resultado de dicho estudio, y por lo mismo se han presentado beneficios tanto sociales como económicos.

## CONCLUSIONES

1. El origen del café es africano, específicamente de Etiopía, con el transcurso del tiempo fue tomando gran importancia a nivel de nuestra economía.
2. La mayoría de las empresas cafetaleras en nuestro país han ido abandonando la producción de café, pero como hemos visto, es la calidad del grano lo que hace que no se desestabilice, lo cual se logra con una temperatura entre 60 y 70 grados centígrados para su secamiento y un buen manejo en su tratamiento.
3. Los métodos de pronósticos nos han mostrado resultados que se acercan a lo obtenido realmente en la cosecha de café, donde el método combinado, perteneciente a la producción cíclica es el más próximo, lo que nos indica que la producción de café es cíclica, repitiéndose cada 4 años.
4. El proceso de producción de café es muy complejo, pero utilizando los diagramas de flujo y recorrido del proceso se ha podido visualizar, logrando con ello determinar la finalidad de cada operación.
5. La economía de la finca San Bartolomé Izabal, se encuentra estabilizada, basándose en el estado de pérdidas y ganancias, se ha precisado el margen de ganancia que se obtiene y es aceptable.

6. En un estudio de impacto ambiental es muy importante tomar en cuenta todos los aspectos a evaluar, para luego analizarlos y de esta forma, conocer las causas y los efectos que éste provoca.
7. Las buenas condiciones ambientales y la relación obrero – patronal son las normas que actualmente se deben tomar en cuenta para un buen rendimiento de la producción cafetalera.



## RECOMENDACIONES

1. Dar a conocer a los caficultores empíricos, las condiciones que permiten obtener una producción con buenos resultados en lo que respecta a la calidad del grano.
2. Concienciar a los caficultores, del impacto de la producción del café, en nuestra economía nacional y motivar la competitividad a nivel internacional basados en la calidad total.
3. Aplicar los métodos de pronósticos que nos proporciona resultados muy cercanos a la realidad, el diagrama de flujo y de recorrido, una visión más o menos clara del proceso de producción, así como el balance de líneas que nos da el número exacto de operarios necesarios en una estación de trabajo, y el costo de producción que nos brinda información de la situación económica que tiene una empresa.
4. Dictaminar una ley que obligue a las empresas de cualquier índole, no solo las cafetaleras, a realizar estudios ambientales, para encontrar la forma de no causar daños al medio en que vivimos.
5. Capacitar a los trabajadores en el manejo adecuado del proceso de beneficiado de café.

## REFERENCIAS

1. Hernández, Francisco. Manual de laboratorio para control de la producción. Tesis de Ing. Industrial. Guatemala, USAC. Facultad de Ingeniería. 1988. p8.
2. Adam y Ebert. Administración de la Producción. 4ª. Edición. México: Editorial Prentice Hall. 1994. pp123-125.
3. Hamid Noori, Radford Rusell. Administración de operaciones y producción. México: Editorial McGraw Hill. 1997. p184.
4. Spell, Federico. Contabilidad de Costos Administrativos. 2ª. Edición. España. Editorial Iberoamericana. 1995. p18.
5. Guerrero B., M. Plagas del Cafeto. Manual de Técnicas Modernas para el Cultivo de Café. Instituto Salvadoreño de Investigaciones en Café. 1980. p110.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Adam y Ebert. Administración de la producción. 4<sup>a</sup>. Edición. México: Editorial Prentice Hall. 1,994. 147 pp.
2. Eschenwald Hess, A. Mecanización en el cultivo, recolección y elaboración del café. Revista de Agricultura. (Puerto Rico). 44 (2): 176-185. 1,957.
3. Flores, Claudia. La unión hace la fuerza. Revista El Cafetal. (Guatemala) (5): 10. 2,000.
4. González, Luis y otros. Manual de caficultura. 2<sup>a</sup>. Edición. Guatemala: 1,991. 172 pp.
5. Guerrero B., M. Plagas del cafeto. Manual de técnicas modernas para el cultivo de café. Instituto Salvadoreño de Investigaciones en Café. p. 110 –127. 1,980.
6. Hamid Noori, Radford Rusell. Administración de operaciones y producción. 1<sup>a</sup>. Edición. México: Editorial McGraw Hill. 1,997. 84 pp.
7. Hernández, Francisco. Manual de laboratorio para control de la producción. Tesis de Ing. Industrial. Guatemala, USAC. Facultad de Ingeniería. 1,988. 84 pp.
8. Morales Ruket. Manejo de cultivo. Revista Cafetalera. (Guatemala) (4):24. 2,000.
9. Solís, Manuel. Aprovechamiento racional del agua. Revista el Cafetal. (Guatemala) (7): 12. 2000.
10. Torres, Sergio. Ingeniería de plantas. Tesis de Ing. Industrial. Guatemala, USAC. Facultad de Ingeniería. 1,986. 76 pp.

## **ANEXOS**

### **CAFÉ ORGÁNICO**

**Lo que debemos saber de su producción, certificación y comercialización.**

***Dr. Robert Roskamp. Eco. Oscar López G.***

Extraído de. Cultivando Nro. 14, Mayo 1996, pág.:28-30

"Nuestro café es orgánico puro. Por nuestra pobreza nunca hemos abonado ni fumigado los cafetales. No tenemos plata; sólo cosechamos lo que Dios nos da..."

Estas manifestaciones se escuchan frecuentemente en las regiones cafetaleras tradicionales del país. Pero no es así. La caficultura ecológica no se debe confundir con la caficultura tradicional, donde los agricultores son más bien cosechadores de café. El café orgánico es el resultado de desarrollar una agricultura moderna e intensiva, que combina prácticas ancestrales de producción –que mantienen una relación armónica con la naturaleza- con aquellas resultantes del avance del conocimiento científico, lo que la sitúa en condiciones semejantes a la caficultura tecnificada convencional, pero con una concepción totalmente opuesta a ésta.

No se trata de no usar agroquímicos solamente. La caficultura ecológica tiene como objetivo garantizar la sostenibilidad y renovación de la base natural de la producción cafetalera, mejorando el medio ambiente y la calidad de vida.

Al pagar el consumidor un sobreprecio por el café orgánico está

apoyando estructuras más justas de producción, encaminadas a un manejo racional sostenible de los recursos naturales, sobre todo de la fertilidad de los suelos.

### **Más trabajo**

Por lo tanto, un caficultor que quiere producir café orgánico tiene que pensarlo bien antes de adoptar este nuevo sistema de producción, ya que requiere mucho más trabajo y, sobre todo, un cambio de actitud frente a la caficultura de explotación.

Así, se trata de mejorar el balance del humus en los suelos degradados, mediante la siembra de leguminosas como sombras, el empleo de coberturas vivas o muertas y el uso de abonos orgánicos. Paralelamente, debemos evitar la erosión del suelo mediante prácticas de conservación como la construcción de terrazas individuales y bancos de acequias, las barreras vivas o muertas, y la siembra en curvas a nivel. El control de plagas y enfermedades se hace con preparados minerales y vegetales, con adecuadas y oportunas labores culturales, y buscando un reordenamiento predial basado en la diversificación del cafetal. Sin embargo, hay que tener en cuenta que un manejo ecológico de plagas y enfermedades es sobre todo preventivo, basado en el estímulo, la defensa y el potenciamiento de la acción de los enemigos naturales, así como en la asociación y rotación de cultivos y la adopción de variedades resistentes. Se trata entonces, de trabajar con la naturaleza para mantener un equilibrio dinámico. En un cafetal ecológicamente bien establecido, tanto la broca como la roya, el ojo de gallo, el pie negro, los nemátodos y los demás insectos u hongos, no causan daños económicos significativos.

## **Más control**

El consumidor del café orgánico es un ambientalista y con su tacita de café de cada día quiere "salvar el mundo". Allí surge la necesidad de garantizar el carácter ecológico u orgánico de este producto. El café orgánico es un café producido en una finca ecológica, por lo tanto se controla y certifica la finca y no el café.

La certificación ecológica es la confirmación por una firma certificadora que el caficultor cumple realmente con los principios básicos de la agricultura ecológica. La entidad certificadora tiene que ser independiente, autorizada nacionalmente y reconocida en el ámbito internacional.

Debe tener normas y estándares basados en las normas de la IFOAM (International Federation of Organic Agricultural Movements) y, en lo posible, adaptadas a la realidad nacional, aunque no es necesario que la certificadora esté acreditada por esta entidad.

Por ejemplo, el Proyecto Café Orgánico –que promueve su producción en Villa Rica para la exportación al mercado europeo-, viene trabajando desde 1994 con la certificadora peruana INKA CERT, que a su vez es supervisada por la GfR (Gesellschaft für Ressourcenschutz) de Alemania, oficina de control de la Unión Europea, con la finalidad de que su sistema de certificación para productos orgánicos sea reconocido internacionalmente.

## **La certificación**

En el proceso de certificación interactúan la certificadora, el inspector, el comité de certificación y el caficultor.

El caficultor interesado firma un contrato con la certificadora, la cual contrata a un inspector independiente para que realice la primera inspección. Elevado su informe y la ficha de inspección respectiva al Comité de Certificación, sus miembros deciden el certificado a otorgar. Si en la finca no se ha usado agroquímicos en los últimos tres años, se califica el café como "café natural", pudiéndose otorgar el certificado "En transición a la Agricultura Ecológica", y se recomienda un primer plan de conversión.

El inspector regresa después de un año (segunda inspección) para controlar el cumplimiento del plan convenido por parte del agricultor. Si ha cumplido, se elabora un segundo plan de conversión, a cuyo fin habrá concluido la transición a la agricultura ecológica.

La mejor época para realizar las inspecciones es al finalizar la floración del café, es decir, al comenzar un nuevo período vegetativo. La primera inspección es el punto de partida para la transición de la finca tradicional hacia la ecológica. Si la segunda inspección arroja resultados positivos, es decir, se verifica que se ha cumplido el plan de conversión, la próxima cosecha podrá ser certificada como "Orgánica/Ecológica", siempre y cuando se realice una tercera inspección del segundo plan de conversión.

Hay que mencionar que existen certificadoras, sobre todo en los EE.UU, que en principio dan fe del cumplimiento del primer plan de conversión por parte del caficultor tradicional (que supuestamente no usa agroquímicos), certificando un café natural como orgánico desde el inicio, sin respetar el período de transición; y recién después de un año puede negar la certificación, si en la segunda inspección constata que el caficultor no ha cumplido.

Este procedimiento no es aceptado en la Unión Europea, porque se presta a fraudes para compras eventuales de café orgánico, sin contrato entre el productor y la certificadora. Si se quiere convertir un cafetal tecnificado convencional- donde se han usado agroquímicos- en un cafetal ecológico, se requiere un plan de conversión de tres años. Fraccionados en tres planes anuales.

### **La comercialización**

Después de certificar la finca ecológica, la entidad certificadora tiene que realizar una inspección de los canales de comercialización, es decir: del beneficio, de la planta procesadora y de los contenedores. Esto, con el fin de verificar si cumplen con las normas de producción ecológica en el área de procesamiento, etiquetado, material de embalaje, almacenamiento y transporte. Finalmente, la certificadora expide el certificado correspondiente exigido por el importador en el exterior, el cual permite la entrada del café orgánico al mercado de productos orgánicos de la Unión Europea.

Por su parte, la Unión Europea cada cierto tiempo inspecciona el sistema nacional de certificación y asesora a las certificadoras nacionales sobre cualquier cambio en sus normas de producción ecológica.