

DL  
01  
T(2237)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

**Dr. M.V. Luis Alfonso Leal Monterroso**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

DECANO	Ing. Agr.	Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	Alfredo Itzep Manuel
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.	Danilo Ernesto Dardón Ávila
VOCAL CUARTO	M.E.P.U.	Elmer Antonio Álvarez Castillo
VOCAL QUINTO	P.M.P.	Miriam Eugenia Espinoza Padilla
SECRETARIO	Ing. Agr.	Pedro Peláez Reyes

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

Guatemala, noviembre de 2005

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

**Distinguidos miembros:**

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL MANEJO AGRONÓMICO, RECOLECCIÓN Y BENEFICIADO DEL CAFÉ  
SOBRE EL RENDIMIENTO Y RELACIÓN MADURO : PERGAMINO  
EN EL MUNICIPIO DE ACATENANGO, CHIMALTENANGO**

Presentado como requisito previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

En espera de su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento.

Atentamente,

  
ORLANDO RIGOBERTO PENSAMIENTO MONTEPEQUE

## ACTO QUE DEDICO

**A DIOS**

**AL SEÑOR DE ESQUIPULAS,**

**HERMANITO PEDRO Y**

**VIRGENSITA DE GUADALUPE:** *Por todas las bendiciones que e recibido en mi vida*

- A MIS PADRES:** Rigoberto Pensamiento Alvarado.  
María Esther Montepeque de Pensamiento.  
Por su sacrificio, consejos y enseñanzas.
- A MI HERMANO:** Byron Garibaldy Pensamiento Montepeque.  
Con mucho cariño y respeto.
- A MIS SOBRINAS:** Lucia Fernanda y Sofía Pensamiento Arriaza.  
Un ejemplo para ellas.
- A MI ESPOSA:** Edna Lucina Monterroso de Pensamiento.  
Con amor y respeto.
- A MIS HIJOS:** Dylan Garibaldy Pensamiento Monterroso.  
Andrea Mariel Pensamiento Monterroso.  
Con todo mi amor y un ejemplo a seguir.
- A MIS TIOS:** Con cariño y en especial a Julia Amanda Montepeque Vasquez, por su apoyo incondicional.
- A MIS CUÑADOS:** A todos en especial.
- A MIS SUEGROS:** José Miguel Monterroso  
Elvira Monzón de Monterroso.  
Por el apoyo incondicional, con mucho cariño.
- A:** Hector Paredes Pensamiento, por la oportunidad laboral.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A: Mi Dios Jehová,** porque me rescato y me dio un nuevo aliento de vida para poder compartir mi triunfo el día de hoy, ya que el mal que me aquejaba, el hombre por sus medios no lo puede sanar.

**Al Ing. Agr. Fredy Hernández Ola** por su valiosa colaboración para el desarrollo y análisis de la presente investigación.

A los caficultores de Acatenango, Chimaltenango, por facilitar sus terrenos y tiempo.

## CONTENIDO GENERAL

	ÍNDICE DE FIGURAS	iii
	ÍNDICE DE CUADROS	iii
	RESUMEN	iv
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
3.	MARCO TEÓRICO	3
3.1	MARCO CONCEPTUAL	3
3.1.1	HISTORIA DEL CULTIVO DEL CAFETO EN GUATEMALA	3
3.1.2	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	4
3.1.3	MORFOLOGÍA GENERAL DEL CAFETO	4
3.1.4	VARIETADES COMERCIALES DE CAFÉ	5
	A. <i>Coffea arabica</i> variedad Typica	5
	B. <i>Coffea arabica</i> variedad Bourbon	5
	C. <i>Coffea arabica</i> variedad Caturra	6
	D. <i>Coffea arabica</i> variedad Pache	6
	E. <i>Coffea arabica</i> variedad Mundo Novo	7
	F. <i>Coffea arabica</i> variedad Pacas	7
	G. <i>Coffea arabica</i> variedad Catuai	7
	H. Catimores	8
3.1.5	ASPECTOS AGRÍCOLAS DEL CAFETO	8
	A. Semillero	8
	B. Almacigo	9
	C. Siembra	9
	D. Fertilización	9
	E. Manejo de malezas	10
	F. Cobertura	11
	G. Tipos de manejo del tejido productivo (podas)	11
	H. Sistemas de manejo del tejido productivo	12
	I. Manejo de sombra	13
3.1.6	PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES	14
	A. Plagas	14
	B. Enfermedades del café	16
3.1.7	BENEFICIADO DEL CAFÉ	16
	A. Recolección del grano en el campo	17
	B. Recibo del grano en el beneficio	17
	C. Despulpado	19
	D. Clasificación del grano despulpado	19
	E. Métodos de eliminación del mucílago	20
	F. El Lavado del café	21
	G. El secamiento del café	22
	H. Uso del agua	25
3.1.8	CATACIÓN DEL CAFÉ	27
	A. Acidez	27
	B. Cuerpo	27

3.1.9	TIPOS DE LA CALIDAD DEL CAFÉ DE GUATEMALA	27
	A. Descripción simplificada de los tipos de calidad	28
3.2	MARCO REFERENCIAL	30
	3.2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA INVESTIGACIÓN	30
	3.2.2 CLIMA Y ZONA DE VIDA	30
	3.2.3 SUELO	30
	3.2.4 FACTORES QUE INCIDEN EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CAFÉ	32
	A. Especies y variedades	32
	B. Suelo, clima y altitud	32
	C. Calidad de la fruta	32
	D. Plagas y enfermedades	33
	E. Fertilización	33
	F. Métodos de recolección	34
4.	OBJETIVOS	35
	4.1 GENERAL	35
	4.2 ESPECÍFICOS	35
5.	METODOLOGÍA	36
	5.1 UNIVERSO DE TRABAJO Y TAMAÑO DE MUESTRA	36
	5.1.1 PREMUESTREO	36
	5.1.2 TAMAÑO DE MUESTRA	36
	5.1.3 SELECCIÓN DE MUESTRA	37
	5.2 OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA DEL MANEJO AGRONÓMICO, RECOLECCIÓN Y BENEFICIADO DEL CAFÉ	37
	5.2.1 INFORMACIÓN DEL MANEJO AGRONÓMICO	37
	5.2.2 RECOLECCIÓN O COSECHA DE CAFÉ	38
	5.2.3 BENEFICIADO DEL CAFÉ	39
	5.3 VACIADO Y TRANSFORMACIÓN DE LA INFORMACIÓN PRIMARIA	40
	5.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	41
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
	6.1 INTERVALO DE ACCIÓN DE CADA VARIABLE DEL MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE CAFÉ	43
	6.2 INTERVALO DE ACCIÓN DE LAS VARIABLES DE RECOLECCIÓN (COSECHA) Y PRODUCTOS FINALES DEL BENEFICIADO HÚMEDO DE CAFÉ	45
	6.3 MODELO MATEMÁTICO DE LA FUNCIÓN DE RENDIMIENTO DE CAFÉ MADURO	46
	6.4 MODELO MATEMÁTICO DE LA FUNCIÓN DE FACTOR DE APROVECHAMIENTO DE CAFÉ MADURO A CAFÉ PERGAMINO	47
	6.5 VARIABLES INDEPENDIENTES DEL RENDIMIENTO Y FACTOR DE APROVECHAMIENTO SUSCEPTIBLES DE MANEJAR POR LOS CAFICULTORES	48
7.	CONCLUSIONES	49
8.	RECOMENDACIÓN	50
9.	BIBLIOGRAFÍA	51
10.	ANEXOS	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Dimensiones típicas de un recibidor de agua	18
Figura 2.	Vista de una criba de polietileno	20
Figura 3.	Esquema general de un beneficio húmedo de café	26
Figura 4.	Municipio de Acatenango, Chimaltenango	31
Figura 5.	Separación del café maduro, verde y material inerte	39
Figura 6.	Transformación de café verde a café seco en parios de secamiento	39

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Rendimiento de café y varianza en quintales por manzana de 10 caficultores	36
Cuadro 2.	Muestra de caficultores de la Cooperativa Agrícola Integral “Acatenango” R.L. que participaron en la investigación	37
Cuadro 3.	Boleta para recopilar información del manejo agronómico, recolección y beneficiado del Café en Acatenango, Chimaltenango	38
Cuadro 4.	Formato para vaciado y transformación de la información primaria de manejo agronómico	40
Cuadro 5.	Formato para vaciado y transformación de la información primaria de recolección y beneficiado	40
Cuadro 6.	Datos de campo de las variables independientes del manejo agronómico del cultivo de café	43
Cuadro 7.	Rendimiento de café por planta según la combinación de variedades y densidades de siembra que emplean los caficultores de Acatenango, Chimaltenango.	44
Cuadro 8.	Datos de la recolección y beneficiado húmedo de café	45
Cuadro 9.	Variables relevantes al modelo y su nivel de significancia	46
Cuadro 10.	Variables relevantes al modelo y su nivel de significancia	47

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL MANEJO AGRONÓMICO, RECOLECCIÓN Y BENEFICIADO DEL CAFÉ  
SOBRE EL RENDIMIENTO Y RELACIÓN MADURO : PERGAMINO  
EN EL MUNICIPIO DE ACATENANGO, CHIMALTENANGO**

**EVALUATION OF AGRONOMIC, CROPPING AND MILLING PRACTICES ON COFFEE YIELD AND THE RIPE :  
GREEN RATIO IN ACATENANGO, CHIMALTENANGO**

**RESUMEN**

Las variables que componen el manejo agronómico, como la densidad de siembra, fertilización, manejo de malezas y plagas entre otros, así como la recolección del café, específicamente la eficiencia de recolección inciden sobre el rendimiento de café maduro y relación de café maduro : pergamino.

Para el municipio de Acatenango Chimaltenango: en rendimiento de café en kilogramos por hectárea está influenciado de tal forma que: por cada planta adicional y cada gramo de nitrógeno, fósforo y potasio que se adicione por planta y por cada unidad porcentual en que se incremente la sombra del cafetal el rendimiento aumentará en 2.35, 80.94, 71.38, 50.17, y 105.98 kilogramos por hectárea respectivamente; sin embargo por cada año que la plantación sea mas madura se reducirá el rendimiento en 105.98 kilogramos por hectárea.

Por aparte la relación de café maduro : pergamino, se ve influenciada de tal forma que a mayor edad de plantación y mayor rendimiento en kilogramos por hectárea la relación maduro pergamino aumenta a razón de 0.0059 y 0.000048 kilogramos por hectárea respectivamente, lo cual no es apropiado para el caficultor; sin embargo las variables que contribuyen a que la relación maduro : pergamino sea menor (que interesa al caficultor) son la densidad de siembra, los gramos de potasio aplicados por planta y la eficiencia de recolección, de tal forma que se necesitan 0.00011, 0.0059 y 0.099 kilogramos menos de café maduro para obtener un kilogramo de café pergamino.

Los modelos matemáticos que explican el rendimiento y relación maduro : pergamino, son válidos para el municipio de Acatenango, Chimaltenango y se recomienda que la Asociación Nacional del Café (ANACAFE), los emplee como instrumento para brindar recomendaciones técnicas a los caficultores.



## 1. INTRODUCCIÓN

En la producción de café en Guatemala hay dos factores de suma importancia que interesan a los caficultores como el rendimiento de café maduro y relación maduro : pergamino.

El rendimiento de café maduro, el caficultor desea que sea el máximo y la relación maduro : pergamino que sea la menor posible; ambos factores varía según diversas variables como la región geográfica, fertilización, manejo de plagas y enfermedades, edad de la plantación, variedades de café, densidad de siembra, eficiencia de recolección entre otras. De éstas variables se han realizado estudios por separado como niveles de fertilización, porcentaje de sombra, densidades de siembra, de los cuales se tienen resultados aislados para diversas regiones de Guatemala.

Sin embargo, en Guatemala, específicamente en el municipio de Acatenango, Chimaltenango, no se tiene un estudio que permita conocer como influyen este conjunto de variables independientes (tal y como están siendo manejadas por los agricultores) sobre el rendimiento de café maduro y relación maduro : pergamino, a fin de que a partir de los propios valores de manejo que realizan los agricultores se pueda encontrar para cada caso particular aquella combinación optima que permita aumentar el rendimiento y reducir la relación maduro : pergamino con los recursos que ellos disponen y están acostumbrados a emplear, pues los estudios aislados de las variables no alcanzan dicho objetivo y además los agricultores en la mayoría de los casos no emplean por ejemplo los fertilizantes, pesticidas y/o dosis que los estudios recomiendan.

La presente investigación se realizó en el municipio de Acatenango, Chimaltenango, durante el año 2000-2001 con el objetivo principal de evaluar el efecto del manejo agronómico, recolección y beneficiado del café que realizan los agricultores sobre el rendimiento de café maduro y relación maduro : pergamino a fin de proponer modelos matemáticos que expliquen dicho comportamiento y puedan emplearse en la planificación de la producción cafetalera del municipio.

## 2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En Guatemala, a nivel nacional la relación maduro : pergamino es de 5 kg de café maduro por un kg de café pergamino, a nivel regional en el departamento de Chimaltenango, específicamente en el municipio de Acatenango la relación promedio es de 4.50 con un rango que va de 4 hasta 5.50 kg de maduro por kg de pergamino.

La literatura reporta que son varios los componentes que intervienen en la relación maduro : pergamino, tales como el manejo de cultivo, condiciones biofísicas del lugar y la recolección-beneficiado; sin embargo no se tiene cuantificada la participación de cada variable independiente de éstos tres componentes sobre el rendimiento de café maduro y su respectiva relación maduro : pergamino, por lo que tampoco es posible sugerir de una manera técnica y precisa a los caficultores como deben manejar los componentes del rendimiento a fin de que incrementen la productividad del cultivo y reduzcan el la relación café maduro : pergamino.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1 HISTORIA DEL CULTIVO DEL CAFETO EN GUATEMALA

El cafeto es originario de Etiopía; la especie **arábica** es indígena de la región que circunda el Lago Tana, localizada en una latitud entre los 12 y 16 grados Norte.

Los padres jesuitas reciben el crédito de haber introducido el cafeto a Guatemala por el año 1760, quienes lo trajeron como planta ornamental para sus jardines de Antigua Guatemala. De allí se propago a otros lugares como la hacienda del Soyate, Jutiapa, de don Miguel Álvarez de las Asturias. El primer registro de cafeto en plantación data de 1800, como un cultivo en las orillas de la ciudad de Guatemala, sembrado por don Juan Rubio y Gemir, esposo de doña Inés Álvarez de las Asturias (hija de don Miguel). Probablemente su plantación se originó de los cafetos del Soyate que sembrara su suegro. En noviembre de 1803, por Real Orden se impulsa el cultivo del cafeto al otorgar exoneración de Alcabala, diezmos y cualquier impuesto, durante 10 años, al cacao, café, azúcar y algodón. Estos acuerdos se ratifican y amplían en 1805 y 1807: "El fruto del cafeto queda exonerado del pago de diezmos y de todo derecho a impuestos. En 1826, se reglamento esta medida quedando incluido el cafeto como un cultivo (17).

En 1835, se da un paso trascendental para el fomento del café en el decreto de octubre 1 que dice: "Se darán doscientos pesos al primer agricultor que coseche cien quintales de café, cien al segundo, cien al tercero y cien al cuarto. Esta ley logró que un buen número de finqueros en diferentes zonas del país se dedicaran al cultivo del cafeto".

El 4 de mayo de 1853 el gobierno decreta "Un premio de 25 pesos por cada mil árboles (cafetos) que se planten y estén en estado de cosecha y 2 pesos por cada quintal que se exporte por 10 años". En ese mismo año, se exportaron por Izabal 4 sacos de café y por Ixtapa 4 sacos. En 1858, se exportaron 480 quintales oro a Europa, embarcándose en San José en el vapor estadounidense de noviembre Guatemala (17).

A partir de 1860, surgen las fincas grandes dedicadas al cultivo del cafeto en los departamentos de Guatemala, Sacatepéquez, Suchitepéquez, Retalhuleu, Escuintla, Alta Verapaz, Jutiapa y Quetzaltenango, donde cobra particular renombre el café de Costa Cuca. En 1865, el café de Guatemala se hace representar en la Exhibición Internacional de París. En 1871, el cultivo del cafeto era ya un "negocio lucrativo" se constituyo en el renglón principal de la economía de la nación y paso a ocupar el primer lugar entre los productos de exportación. Durante las décadas de los 70 y 80' del siglo XIX, se abren al café numerosas fincas de otros departamentos como Baja Verapaz, San Marcos,

Huehuetenango, Santa Rosa, Solola, Chimaltenango, Chiquimula, Zacapa, Jalapa Quiché y aun Petén.

La apertura del Ferrocarril Interoceánico de Guatemala, el 19 de enero de 1908, dio un gran impacto al comercio del café. El 6 de diciembre de 1928, se crea la Asociación General de Agricultores de Oriente ( ACOGUA ) y ésta principia a trabajar con la Gremial de Caficultores de la Asociación General de Agricultores (AGA) y poco después, con la Asociación de Caficultores de Occidente. El 4 de noviembre de 1960, fue creada la Asociación Nacional del Café (ANACAFE), y empieza a funcionar el 1 de diciembre (17).

### 3.1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA (3)

Reino:	Vegetal
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Rubiales
Familia:	Rubiaceae
Género:	Coffea
Especie:	<b><i>Coffea arabica</i></b>

### 3.1.3 MORFOLOGÍA GENERAL DEL CAFETO

La planta de café tiene un solo eje, en cuyo extremo hay una zona de crecimiento activo permanente, que va alargando el tallo, formando nudos y entrenudos. Las ramas laterales se alargan y la parte superior del eje vertical continúa creciendo, así se producen nuevas ramas en diversos ángulos, por lo que la planta adquiere una forma cónica (3).

El eje central o ramas ortotrópicas que crecen verticalmente, solo producen yemas vegetativas. Las ramas laterales o plagiótropicas, llamadas bandolas son las ramas primarias y dan origen a ramas secundarias de las que a su vez pueden derivarse ramillas terciarias (estas dos últimas se conocen como palmilla).

Las hojas aparecen en su mayoría en ramas horizontales o plagiótropicas, en un mismo plano y en posición opuesta. La lámina es delgada, fuerte y ondulada de 12 a 24 cm de ancho y su forma varía de elíptica a lanceolada. En las axilas de las hojas aparecen de 1 a 3 ejes, que se dividen en varias ramificaciones cortas que terminan cada una en una flor. El total de flores por axilas es de 2 a 12.

El fruto del café está constituido por diferentes partes como son: epicarpio o epidermis, mesocarpio o pulpa, endocarpio o pergamino y endospermo o semilla y el mesocarpio está formado de varios estratos de células grandes lignificadas y poliédricas, las más internas comprimidas y aplastadas; el endocarpio está formado de 5 o 6 capas escleréidas de paredes gruesas y constituye la capa protectora del endospermo (3).

La semilla está constituida en su mayor parte por endospermo, el cual es coriáceo, verdoso o amarillento y forma un repliegue que se inicia en el surco de la cara plana. Las células del endospermo contienen almidón, aceites, azúcares, alcaloides como cafeína y otras sustancias (3).

### 3.1.4 VARIEDADES COMERCIALES DE CAFÉ

#### A. *Coffea arabica* L. variedad *Typica*

Se le considera como patrón o exponente de la especie tipo. Se ha sembrado por muchos años en Guatemala y, especialmente, en las partes más altas y templadas. No es una excelente variedad productora, por lo que en la actualidad la están sustituyendo por otras de mayor rendimiento y adaptación.

Sus hojas terminales son de color bronceado, constituyen arbustos de porte alto y la distancia de sus entrenudos es grande; por lo que presenta menos posibilidades de producción de grano (6).

El fruto es ovoide elipsoidal liso, con mesocarpio carnoso y endocarpio fibroso, rojo oscuro al madurar. La semilla es plano convexa, verdosa (3).

#### B. *Coffea arabica* L. variedad *Bourbón*

Considerada como una mutación recesiva, proveniente de la isla de Reunión. Es de porte alto follaje más denso, brotes terminales de color verde, sus ramas forman ángulos de 45 grados; y sus entrenudos más cortos la hace una variedad con mejores características de productora.

Sus frutos son más pequeños, son de color amarillo y rojo, en su estado de madurez. Esta característica se debe a un factor "Xantocarpa". Entre ambos colores no hay diferencias en la producción de grano. En Guatemala está considerada como una variedad altamente productiva, adaptable a diferentes alturas y con magnífica respuesta a varias formas de manejo de la plantación.

Al igual que muchas plantas, en esta variedad existen grupos de individuos que se comportan difícilmente en

diferentes regiones o fincas. Por esta Razón esta acostumbra agregarle, al nombre, de esta variedad, el sufijo que designa el lugar donde mejor se comporta agronómicamente. Ejemplo: Bourbon "Chocolá", "Local", etc. Se le puede emplear perfectamente para fines de injertación "Hipocotiledónica" sobre patrones de Robusta.

#### C. *Coffea arabica* L. variedad Caturra

Originada de una mutación de Bourbon en Brasil, el arbusto es de porte bajo, brotes terminales de color verde y sus ramas laterales forman el mismo ángulo que la variedad Bourbon. Es un cafeto bastante productivo, con entrenudos cortos y fácil de cosecha, debido al tamaño de la planta. A cambio de su precocidad y rendimiento, requiere fertilizaciones intensivas y riegos constantes. Tiende a durar poco en el campo (menos longevidad que el Bourbon).

Se emplea para sustituir la variedad Typica. Se encuentra bastante difundida y como única variedad en algunas fincas. Por su parecido con las variedades Caturra, Villa Sarchí de Costa Rica y Pacas de El Salvador puede producirse alguna confusión.

#### D. *Coffea arabica* L. cultivar Pache

Planta de porte bajo, con hábitos de crecimiento similares a Caturra. Sus entrenudos son cortos, ramificaciones frondosas, pero sus brotes terminales y la posición de las ramas es igual a la typica.

Ramírez Bermúdez considera en 1960, que el Pache es un cafeto altamente productivo y lo menciona como un tipo promisorio. Luego, en 1971, reporta que muchos caficultores le atribuyen gran cantidad de grano vano. El suscrito, en sus recorridos de estudio por la zona de Villa Canales, encontró que plantaciones de Pache sustituyen al Typica en alturas de 1,200 y 1,500 metros sobre el nivel del mar.

Es curioso observar, que así como Caturra tiene sus similares representados en villa Sarchí y Pacas; el Pache también muestra características morfológicas iguales a Villa Lobos de Costa Rica, que también fue considerado como tipo promisorio para Guatemala en 1960.

La descripción que hacen los técnicos de Costa Rica acerca de Villa Lobos, coinciden con las características del Pache de Guatemala. Se designa a Villa Lobos como el resultante de un cruce espontáneo entre las variedades San Ramón y Bourbon o Typica.

Al relacionar características, el autor, según criterio personal, estima:

- a) El café Pache presenta reunidos entre sí los aspectos de hojas anchas y elípticas de color verde oscuro, internudos muy cortos y ramas laterales no muy largas. La altura de la planta es reducida y productiva. "San Ramón".
- b) Ramas laterales formando un ángulo de 60 grados en relación con el tallo central. Sus brotes terminales son de color bronceado. "Typica" (3).

#### **E. *Coffea arabica* L., variedad Mundo Novo**

Considerando como resultante del cruce natural de Bourbon con Sumatra, sus plantas se asemejan a la primera variedad, pero algunas presentan los brotes bronceados del Typica de la isla Sumatra.

Desde el principio se observó que Mundo Novo es una variedad vigorosa y productiva y que un alto número de plantas producían frutos aparentemente normales, pero solo con una semilla. Este defecto del grano "vano" fue corregido en Brasil y las selecciones sucesivas en Guatemala fijaron - Según Anacafe - el porcentaje de estos granos a nivel mínimos.

#### **F. *Coffea arabica* L., variedad Pacas**

Mutación muy semejante a Caturra, se origina en El Salvador. Variedad de porte bajo, entrenudos cortos, follaje abundante y compacto. Su fruto es de maduración precoz, y la planta en general, responde en suelos de buena fertilidad y al manejo de tejido mediante recepas, con mucho vigor vegetativo y cosechas abundantes.

Como todas las especies de *Coffea arabica*, muestra susceptibilidad a la roya, cochinilla de la raíz y nematodos.

#### **G. *Coffea arabica* L., variedad Catuai**

Esta variedad constituye un ejemplo resultante del cruce artificial entre dos variedades: Mundo Novo y Caturra. Según ANACAFE la variedad Catuai ha mostrado en Guatemala 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 semilla de Catuai con mucha facilidad, sin considerar los pasos adecuados y la meticulosidad que exige la producción de semilla.

Como resultado de lo anterior, los cafetos de muchas plantaciones actuales no muestran el fenotipo de la variedad. Su vigor vegetativo, aunque muy buenos, ya no tiene la pujanza que lo caracterizó.

En su forma ideal, el arbusto de Catuaí es de porte bajo, su silueta no es piramidal sino cilíndrica y su copa redonda. Sus entrenudos son cortos y los brotes verdes. Tanto la variedad Catuaí como Caturra son consideradas variedades de uso comercial y materiales de valioso concurso en los programas de mejoramiento de la base genética del cafeto (3, 6).

#### **H. Catimores**

Con este nombre se designa a una gran cantidad de progenies o descendencias obtenidas de la hibridación entre Caturra por Híbrido de Timor. Sus características son: porte bajo, medio y alto; de muy buena ramificación lateral, responde satisfactoriamente a la recepa y al descope. Su longevidad o período de vida depende del Catimor en particular, pues cada uno presenta comportamientos propios a las condiciones de clima y suelo.

Dado que los compradores y vendedores de semilla desconocen estas características los Catimores no han satisfecho totalmente las expectativas de las fincas. Por otra parte después de dos o tres cosechas, los cafetales manifiestan agotamiento (6).

### **3.1.5 ASPECTOS AGRÍCOLAS DEL CAFETO**

#### **A. Semillero**

Es el lugar seleccionado y preparado en forma conveniente, donde se desarrolla la primera etapa de vida del cafeto destinado a la producción. Desde un principio se deberán proporcionar los cuidados culturales necesarios para obtener cafetales sanos, bien desarrollados y por consiguiente con buena capacidad de producción (2).

Se recomienda el uso de semilla seleccionada, proveniente de una plantación que posea las mejores características en cuanto a alta producción, vigorosidad y buen estado fitosanitario (21).

La variedad seleccionada para la siembra, deberá reunir las mejores condiciones para la zona, tales como adaptabilidad, resistencia a plagas y enfermedades, buen rendimiento, calidad, período de maduración (21).

El semillero deberá estar localizado en un lugar de fácil accesibilidad y que tenga facilidades para el riego. Es recomendable emplear suelos arenosos, permitiendo así una buena aireación y germinación de la semilla.



Las dimensiones de los tabloneros para el semillero varían de 1 m a 1.50 m de ancho por un largo convencional de acuerdo con el terreno disponible, que facilite los trabajos posteriores; en cuanto a la altura se emplea de 10 a 15 cm para que haya un buen drenaje (21).

## **B. Almácigo**

De la calidad de los almácigos que se lleven al campo definitivo, dependerá el éxito de un cafetal, siendo importante darle los cuidados necesarios.

El almácigo es el lugar donde serán transplantadas las plántulas que vienen del semillero en estado de soldadito, debiendo estar cercado y sombreado. Se considera que un 50% de luz es adecuado para obtener un buen desarrollo de las plantas pudiéndose aumentar la sombra en la estación seca (13).

Gutiérrez (10), menciona tres sistemas de hacer el almacigo; a) arranque en adobe o pilón; b) arranque en raíz desnuda y c) siembra en bolsas de polietileno. De éstas cada uno posee ventajas y desventajas pero en definitiva, las condiciones propias de cada finca, determinarán el sistema más conveniente, que posteriormente llenarán las necesidades de resiembra, repoblación o renovación de cafetales.

## **C. Siembra**

La siembra en un mayor número de cafetos por unidad de superficie, es uno de los factores de mayor importancia en el aumento de la producción por unidad de superficie, esto es válido tanto para plantas de porte pequeño, como grandes y también para zonas de poca, como de alta luminosidad (21).

La siembra deberá estar en función de varios factores tales como la variedad, fertilidad del suelo y el manejo propiamente dicho.

ANACAFÉ (2), está recomendando distancias de siembra para variedad de porte bajo de 2 X 1 varas y para plantas de porte alto, las distancias serán de 2.5 x 1.25 varas. Con respecto al ahoyado varía de acuerdo a ciertas condiciones, especialmente la constitución física del suelo.

## **D. Fertilización**

Gutiérrez (9), menciona que el cafeto requiere como mínimo 16 elementos nutritivos, entre los cuales se pueden mencionar el carbono, oxígeno e hidrógeno que toma de la atmósfera. Junto a los anteriores demanda también

nitrógeno, fósforo, potasio, (elementos mayores); calcio, magnesio, azufre (elementos secundarios); boro, cobre, cloro, hierro, manganeso, zinc. Dependiendo del tipo de explotación a que se le someta, el café puede manifestarse con moderada o alta exigencia a los elementos mencionados.

El café demanda grandes cantidades de nitrógeno y en buena parte, debido a la deficiencia del suelo de este elemento. El fósforo da mejor respuesta en plantas nuevas o jóvenes, al entrar éstas en su fase activa de producción y después del nitrógeno, el de mayor exigencia para el café (9).

Con la determinación del volumen total de nutrientes que son extraídos por el café cada año, constituye una forma de medir el aporte respectivo con que el suelo contribuye a la fase reproductora del café. Según estudios hechos por Carvajal (4), se deduce que el equilibrio entre nitrógeno, fósforo y potasio tiene en los frutos del café una relación 5.2: 1:5.8; deduciéndose que el caficultor debe reintegrar no solamente esta cantidad de nutrientes que retira año tras año del suelo, si este no tiene capacidad de restitución rápida, y también por lo que la planta necesite para su normal crecimiento vegetativo y la fracción que el suelo pierde por lavado o fijación química microbiana, de acuerdo al elemento (4). La fertilización química resulta ser una práctica fundamental para la producción económica del café (1).

#### **E. Manejo de malezas**

Las malas hierbas ocasionan pérdidas en las zonas tropicales que oscilan entre el 25 y 40%, compitiendo con las plantas útiles en el consumo de agua, luz y nutrientes minerales sirviendo de hospederos a organismos patógenos e insectos, aumentando el trabajo y elevan los costos; además de reducir la calidad de los productos (13).

En las zonas cafetaleras del país hay diversidad de malezas que se encuentran en los cafetales, constituyendo un factor limitante en la producción (3).

Al intensificar la producción cafetalera se ha tenido que establecer mejores métodos de control de malas hierbas. Carvajal (4), menciona que pueden ponerse en práctica métodos manuales, químicos y mecánicos. El método manual consiste en realizar limpiezas con machete o azadón. El método químico utiliza la aplicación de herbicidas, en especial de contacto y sistémicos. Los primeros destruyen las partes de las plantas que entran en contacto directo con el herbicida, entre ellos el Gramoxone o Paraquat. Los sistémicos en la planta por vía foliar, penetran a la planta y se trasladan interiormente a través del floema; en este grupo están: el 2, 4-D, Dalapón, Basfapón y otros. El método mecánico se realiza cuando la distancia de siembra y la topografía lo permiten, empleando maquinaria agrícola

pequeña y liviana.

## **F. Cobertura**

La cobertura o mulch del suelo constituye una capa de materiales orgánicos, la cual es una práctica cuyo beneficio en la caficultura cobra importancia en determinadas condiciones climáticas; Carvajal (4), menciona que puede aplicarse en cualquier época del año, pero sugiere que la mejor parece ser hacia el final de la estación lluviosa, antes del período seco; así mismo indica que, entre los efectos positivos que ameritan el empleo de la cobertura están: mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, mantenimiento de una mayor cantidad de agua disponible para los cafetos, control de la erosión.

La mejor manera de aplicarlo es sobre toda la superficie, pero prácticamente su aplicación se realiza bajo las plantas, principalmente sobre el área que está debajo del follaje. El espesor de la capa debe ser de 4 a 6 pulgadas, equivalente a 100 quintales por manzana aproximadamente (20).

Griffing citado por Monterroso (16), indica que el empleo de cobertura muerta proporciona al suelo condiciones nutricionales óptimas, favoreciendo el desarrollo de la cosecha.

## **G. Tipos de manejo del tejido productivo (Podas)**

Implica el uso de las podas para aprovechar las características especiales de crecimiento del cafeto, mejorando la relación entre "tejido nuevo" y "tejido agotado" que existe en la plantación. En Guatemala, los tipos de poda utilizados son:

### **a. Poda baja o recepa**

Consiste en podar el cafeto a una altura de 25-35 cm del nivel del suelo. Esta altura de poda se ha generalizado por las siguientes razones:

- i. Abundante regeneración de tejido vegetativo vigoroso.
- ii. A mayor altura de poda más brotes. Esto no es necesario, si se seleccionan tres brotes por planta.
- iii. Se pueden continuar las recepas sobre el tejido nuevo arriba de las recepas anteriores.
- iv. Se reduce el tamaño y área del tronco viejo.
- v. Se aprovecha mejor el espacio productivo de la planta (3).

**b. Poda alta o descope****i. Descope bajo**

Ejecutando la poda a un metro de altura sobre el nivel del suelo para variedades de porte bajo, y a 1.20 metros para variedades de porte alto. Para decidir realizar la poda de descope bajo, es necesario considerar las siguientes condiciones.

- i.1 Que el cafeto este "bien vestido" en el estrato bajo (suficientes ramas laterales).
- i.2 Con cortes más altos (mayores que 1.20 m.), se corre el riesgo de quebrar o desgajar los brotes ortotrópicos durante la cosecha (3).

**ii. Descope alto**

A diferencia del anterior, esta poda se ejecuta a una altura de 1.70 metros y sólo se explota el crecimiento plagiotrópico.

**iii. Despunte herbáceo**

Esta práctica consiste en la eliminación de la parte herbácea del eje ortotrópico en plantaciones que han dado sus primeras cosechas.

**c. Poda Guatemala o de agobio**

El agobio consiste en inclinar el cafeto hasta formar un ángulo de 45 grados respecto al suelo, regularmente se agobia en el mes de octubre. El uso de la poda de agobio se justifica cuando:

- i. Una plantía recién trasplantada está defoliada o viene de un almácigo que por factores climáticos y fitosanitarios sufrió defoliación.
- ii. Una plantía sana, que por el manejo general del cultivo se deben formar plantas con 2 o 3 ejes, considerando la altitud y el distanciamiento de siembra.
- iii. Una plantía que después de sembrada sufrió defoliación por diversos factores (3).

**H. Sistemas de manejo del tejido productivo****a. Lotes completos**

Consiste en efectuar el tipo de poda elegido a todos los cafetos de un lote, en forma general. Se seleccionan bloques de cafetales improductivos o agotados que necesitan generar material nuevo.

**b. Por surcos o ciclos**

Consiste en podar en forma total uno de 4 o 5 surcos cada año. El ciclo de 5 años se comporta mejor en cafetales ubicados arriba de los 4,000 pies de altitud (1,212 m), mientras que el ciclo de 4 años es mejor en cafetales ubicados a altitudes menores (3).

**c. Poda selectiva**

Consiste en la selección de cafetos a podar dentro de la plantación, utilizando cualquiera de los tipos de poda indicados. La poda selectiva puede ser:

- i. Poda selectiva por rama.
- ii. Poda selectiva por planta total.
- iii. Poda selectiva por grupo de plantas (3).

**d. Deshije**

Cualquier tipo de poda, efectuado en la época y altura adecuadas, tiene una buena producción de brotes, siendo necesario eliminar la mayor parte de ellos mediante una selección. Se eligen los más vigorosos y que estén ubicados en posiciones que favorezcan la formación de plantas con alto potencial productivo. Esta práctica cultural se le denomina deshije o deshijado.

**e. Renovación de Cafetales**

Consiste en cambiar plantaciones improductivas. La improductividad puede deberse a las causas siguientes:

- i. Edad avanzada de la plantación y baja densidad.
- ii. Variedad de baja producción.
- iii. Mal desarrollo de los cafetos por siembra inadecuada o por utilizar almácigo con problemas fitosanitarios (3).

**I. Manejo de sombra**

En su hábitat natural, el café se encuentra en lugares sombríos o semi-sombrados que le proporcionan una protección natural contra los rayos solares.

Según estudios realizados, han comprobado que la exposición al sol es tan desfavorable para el café como la sombra excesiva, ya que ambas provocan irregularidad en la producción. Guiscafré y Gómez, citados por Coste (7), han constatado que la iluminación afecta el desarrollo del café de una manera más marcada que la temperatura, la humedad del suelo y la humedad relativa del aire.

La sombra como se ha demostrado en costa Rica (12), debe adecuarse a las necesidades de crecimiento del cafeto; actúa como un regulador de la temperatura ambiente y forma microclimas especiales, suple además cantidades adecuadas de materia orgánica, reduce el crecimiento vegetativo, evita también la erosión, afecta según sea su clase y cantidad la producción en forma vegetativa ya que la reduce. Propicia medios adecuados para el desarrollo de algunos hongos, como *Mycena citricolor* (ojo de gallo), y controla en buena parte el desarrollo de otros como *Cercospora coffeicola* (mancha de hierro).

En términos generales, el caficultor puede graduar su sombra en una manera racional conociendo las condiciones climatológicas del lugar. En Guatemala, ANACAFÉ (3) recomienda las siguientes normas para poder mantener una buena regulación de la sombra:

- i. Fincas de temperatura media del año de 17 a 18°C, sombra de 20 x 20 metros.
- ii. Fincas de temperatura media del año de 19 a 21°C, sombra de 15 x 15 metros.
- iii. Fincas de temperatura media del año de 22 a 25°C, sombra de 10 x 10 metros.
- iv. Fincas de temperatura media del año de 25 a 28°C, sombra de 8 x 8 metros.
- v. Fincas de más de 28°C de temperatura media del año, sombra de 6 x 6 metros.

#### a. Sombra temporal

La sombra temporal es aquella que proporciona sombra rápida durante las primeras fases de crecimiento del cafeto. Dentro de las especies de árboles de sombra temporal están: Musas (plátano, banano, guineo morado, etc); Cuernavaca, Higuerrillo, Leguminosas (panan, teophrossia, gandul y crotolaria).

#### b. Sombra permanente

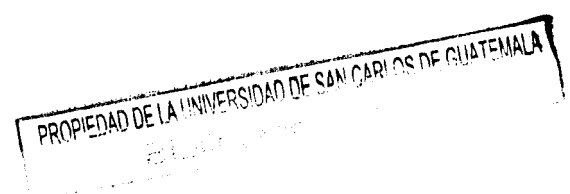
La sombra permanente es aquella que proporcionan plantas de ciclo completo de vida larga duración; creando así un ambiente propio para el desarrollo normal del cafeto. Dentro de las especies permanentes más empleadas en Guatemala: Gravileas, Albinia (pisquin), Erithrinas (pito, o poró o bucaré), Ingas (chalún, cushin, cuje, pepeto, paterno, caspirol), Madre cacao (2).

### 3.1.6 PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CAFETO EN GUATEMALA

#### A. Plagas (18)

Las plagas de mayor importancia económica en Guatemala son:

- a. Minador de la Hoja (*Leucoptera coffeella* Guer.)
- b. Broca del Fruto (*Hypothenemos hampei* Ferr.)



- c. Cochinillas del Cafeto (*Pseudococcus citri* P. *adonidum*)
- d. Escama verde (*Coccus viridis* Green.)
- e. Escama Café (*Coccus hesperidum* L.)
- f. Escama Hemisférica (*Saissetia hemisphaerica* Tar.)
- g. Escama Aceitosa (*Saissetia oleae* Bern.)
- h. Escama Negra (*Saissetia nigra* Nieth)
- i. Escama Amarilla (*Chrysomphalus dictyospermi* Morg.)
- j. Escama de Hilo (*Ischnaspis longirostris* Sing)
- k. Las Tortuguillas (*Chrysomelidae*)
- l. La araña roja, (*Tetranychus bioculatus* Wood-Mason, *Oligonychus yothersi* Mc Gregor, *Oligonychus ilicis* Mc Gregor)
- m. Chacuatete (*Idiarthron subquadratum* Sauss, *Idiarthron atrispinum*, *Gongrocnemis* sp.)
- n. El grillo del cafeto (*Paroecanthus guatemalae* Sauss., *P. niger* Sauss.)
- o. Barrenador del tallo (*Plagiohamus maculosus* Bates)
- p. Las Babosas (*Limacidae*).

Por su importancia en el daño al fruto del café solo se describe la Broca del fruto de café (*Hypothenemus hampei*) (18).

**i. Broca del Fruto (*Hypothenemus hampei* Ferr).**

En Guatemala hay mas de 20 especies dentro del género *Hypothenemus*, es posible que por lo menos 3 especies puedan volverse parásitos del cafeto además de *H. hampei*.

La broca del café es un insecto que ataca los frutos, causando merma en la cosecha. Tanto las larvas como los adultos se alimentan de la almendra por lo que la destruyen. Los ataques además de disminuir la producción demeritan la calidad de la almendra. Se altera el sabor de la bebida, al beneficiar conjuntamente granos sanos y brocados contaminados por microorganismos.

El desarrollo de la broca se completa entre 25 y 32 días, desde la postura del huevo hasta que el adulto emerge. Generalmente en un grano se encuentran de 20 a 35 insectos.

Las experiencias en Guatemala han demostrado que plantaciones seriamente atacadas por la broca que se

someten al Manejo Integrado de la Broca (MIB) combinando prácticas culturales, rastreos constantes y cuarentena, puede bajar la infestación del 83% al 1%.

La calidad, entre grupos, fue similar cada vez que se analizaron las muestras en la bebida no se encontraron defectos atribuibles a alguna de las prácticas en particular, como se había supuesto del café recogido del suelo. La calidad obtenida en el transcurso de las pruebas fue similar para los tres grupo: recolección normal, 2 repases y 2 recogidas. A ninguna de las muestras se les adjudicó el calificativo de café malo, por lo tanto se le puede afirmar que no hay limitación para efectuar las practicas de repase o recogida, como medidas fitosanitarias (5).

## B. Enfermedades del Cafeto

Entre las enfermedades mas importantes se puede mencionar:

- a. Roya del Cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.)
- b. Mancha de Hierro (*Cercospora coffeicola*)
- c. Koleroga o Mal de Hilachas (*Pellicularia koleroga* Cooke *Corticium kileroga* v. Hoechnel)
- d. Antracnosis (*Colletotrichum*)
- e. Ojo de Gallo (*Mycena citricolor* Berk. Y Cur Sacc. *Omphalia flavida* Maublanc y Rangel)
- f. Phoma (*Phoma* sp.)
- g. Mal Rosado (*Corticium salmonicolor* Berk. & Broome)
- h. Cáncer del Tronco (*Caratocystis fimbriata* ell y Halst. Hunt)
- i. Pudrición del fruto (*Calcium* sp.) (18).

### 3.1.7 BENEFICIADO DEL CAFÉ

El beneficiado; beneficio húmedo es el proceso que transforma el fruto maduro, a "pergamino". En Guatemala el beneficiado, en su mayoría se hace en las fincas a diferencia de otros países que utilizan para tal efecto centrales de acopio de la fruta. En Costa Rica hay 115 beneficios; en el Salvador, 35; en Guatemala hay 3,000. La construcción del beneficio en una finca es una inversión muy alta para el caficultor ya que sólo funciona 3 meses (4).

La característica principal del beneficiado húmedo es que debido a su diseño requieren para su operación grandes volúmenes de agua, utilizada para el procesamiento del grano y en algunas ocasiones para la generación de energía hidráulica de operación. Se estima que estos beneficios utilizan entre 2,000 y 3,000 litros de agua para procesar un quintal (45.5 Kg) de café pergamino seco (3).



Los caficultores guatemaltecos obtienen alta calidad porque usan con mucha frecuencia los patios para secamiento al sol. Tienen un mejor control sobre las diferentes etapas del beneficiado, principalmente la de la fermentación y la del secamiento (4).

#### **A. Recolección del grano en el campo**

Esta actividad depende mucho de la disponibilidad de obreros y de esto depende en buena medida la calidad del café, ya que ***un corte inadecuado incide en la cantidad de café verde, sobremaduro y con otros desperfectos que son indeseables para la calificación de la taza a obtener de esa partida en particular.*** En esta primera etapa del proceso es sumamente importante cortar únicamente los granos que estén completamente maduros. Cortar granos verdes conlleva a que las partidas arrastren una serie de deficiencias que alteran la calidad final del producto. Por ejemplo:

- a. Granos con un peso menor a los cafés procesados en el estado ideal de madurez.
- b. Granos partidos o quebrados por un mal despulpado.
- c. Granos con fermentaciones disperejas.
- d. Granos con tueste pálido y sabor astringente en la taza.

Para la recolección se debe considerar las condiciones climatológicas que prevalecen en la finca, por ejemplo: la época muy lluviosa hará que la maduración se retrase, también la época de la canícula tiene como consecuencia maduraciones prematuras, es por ello que se debe estar preparado para estos inconvenientes contando con suficiente número de cortadores.

La preparación de cafés de exportación conlleva a clasificar el grano durante todo el proceso de beneficiado. En la fase de corte se separan granos:

- e. Verdes que tendrán que ser madurados y beneficiados por aparte.
- f. Enfermos por antracnosis, cercospora, mal rosado, koleoga, etc.
- g. Afectados por plagas y granos que caen por efectos de la lluvia o el viento (15).

#### **B. Recibo del grano en el beneficio**

La Cantidad de café que se va a recibir, depende de los volúmenes de café que genera el corte conforme avanza la maduración del grano. La capacidad de procesamiento del beneficio debe estar de acuerdo a los picos de cosecha que se generan. El pesaje se efectúa en romanas, en básculas y en modernas pesas electrónicas. Tomando como base que la "enfermedad" es el uso excesivo de agua en los procesos de beneficiado, debe atacarse la misma,

reduciendo los volúmenes. Para ello es necesario planificar la reconversión de los beneficios en cuanto a su capacidad instalada, tecnología empleada, uso de energía y generación de materia contaminante. Los depósitos de recibo pueden diseñarse totalmente en seco y/o semisecos y con agua.

**a. Recibidores semi-secos**

Los depósitos semi-secos conducen el café por erosión y arrastre ocasionado por el agua y el peso del fruto, en un piso con pendientes oscilantes del 4% al 5%, el agua que llega al depósito de recibo, es agua reciclada mediante bombeo. La ventaja de este recibidor es que es de fácil construcción y su profundidad promedio es de un metro, ideal para beneficios de tipo vertical (15).

**b. Recibidores totalmente secos**

Los recibidores totalmente secos, son instalaciones cónicas de cuatro lados, diseñados para trabajar sin agua, ya que por gravedad descargan directamente el grano a los despulpadores. Se hace necesario contar con topografía inclinada, para facilitar su construcción. La clasificación del grano cortado, es una de las fases del beneficiado húmedo que nunca debe de obviarse. Esta clasificación es necesaria dado que en muchas plantaciones se convive con enfermedades del cafeto que generan "flores" y cafés vanos, por lo que es necesario clasificar el café maduro en sifones de paso continuo y sistemas de cribado para flores, también es esta parte del proceso se separan piedras y basuras que pueden ser de diferentes tipos (15).

**c. Recibidores con agua**

Los recibidores con agua son tanques (sifones), que facilitan la salida del café maduro de buena calidad depositado en el fondo y separa el fruto que flota (flores). La cantidad de agua para el beneficiado depende de la maquinaria, tipo y unidades del sistema de beneficiado. La Criba de "flotes" y la criba para café a ser despulpado requieren más agua que la zaranda. Para construir un sifón con especificaciones diferentes hay que tomar en cuenta que un metro cúbico tiene capacidad para 13.5 quintales (614 Kg.) de cereza. Sus dimensiones deben mantener el ángulo de 45° de las paredes del embudo en la base del recibidor. El propósito del sifón es provocar la separación del fruto sano, más pesado, de primera calidad que se va al fondo, del fruto afectado, más liviano que flota (Figura 1) (4).

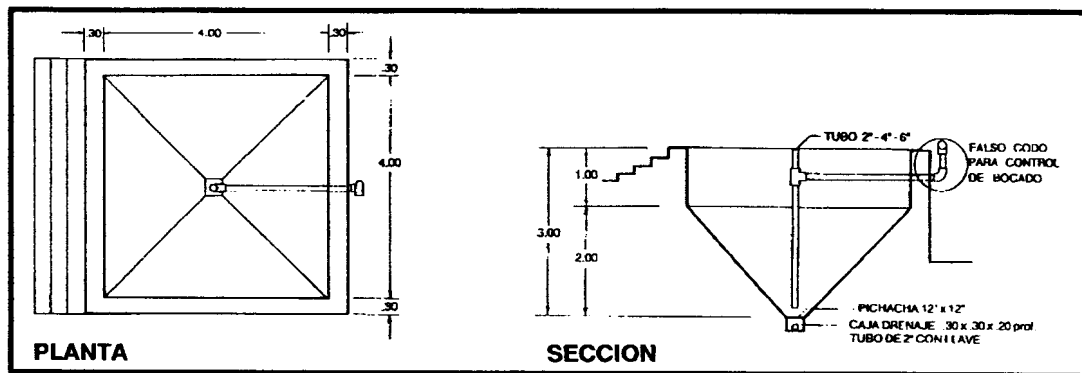


Figura 1. Dimensiones típicas de un recibidor con agua.

### C. Despulpado

La primera fase mecánica a que es sometido el grano maduro en el proceso, es la eliminación de la pulpa (exocarpio o epicarpio). La importancia de incorporar equipos que sean diseñados o modificados para despulpar sin agua, contribuirá a evitar la contaminación generada en el proceso de beneficiado. Algunas de las ventajas de no utilizar agua en el despulpado son:

- Reducción del tiempo de fermentación del café, debido a que se evita el lavado de azúcares.
- No contaminar el agua.
- Preservación de los nutrientes orgánicos de la pulpa.
- La planta de beneficiado no queda supeditada a la disponibilidad de grandes cantidades de agua.

Existen varias formas de despulpar sin agua, una de ellas es construir una tolva totalmente seca, en la parte superior de los despulpadores. Este sistema conlleva a seleccionar mejor el fruto maduro en el corte, ya que no se tiene la posibilidad de clasificar por densidad y separar los flotes.

La mejor forma de eliminar el agua es incorporando un recibidero semiseco y adaptando un canal-sifón para clasificar el grano que viene del campo. Con ello se logra separar por densidad granos enfermos, verdes, secos, vanos, etc. Posterior a la clasificación en el canal-sifón se recupera esta agua a través de pichachas y/o filtros y se traslada el café maduro con un tornillo sin fin para alimentar varios despulpadores. Al despulpar en seco se obtiene pulpa seca, que deberá transportarse por medios mecánicos; esta pulpa es rica en elementos fertilizantes, que puede utilizarse para el abonamiento en campo definitivo o elaboración de sustratos para almácigos de café (15).

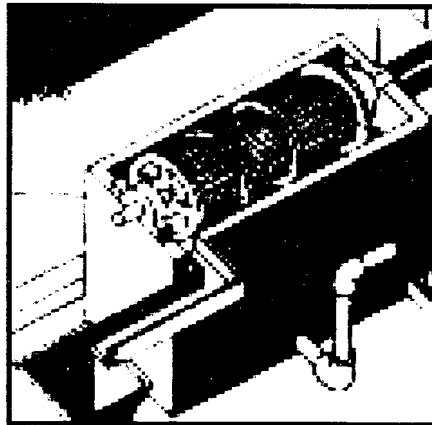
### D. Clasificación del grano despulpado

Una de las características que distinguen al café procesado por la vía húmeda, son las diversas fases de

clasificación y selección desde el corte hasta la fase de lavado. El grano despulpado deberá clasificarse por tamaño, por densidad o ambos. Esto con el objeto de separar cafés enfermos o deformados, pulpas y uniformizar el tamaño del grano. La presencia de un alto porcentaje de pulpa en las pilas de fermentación, puede dañar la apariencia física del grano en pergamino, provocando película rojiza. El exceso de pulpa en el café despulpado fácilmente provoca fermentaciones disperejas.

Para limpiar el café despulpado se utilizan los siguientes equipos mecánicos: Las zarandas oscilantes y las cribas giratorias. Las primeras consisten en planchas metálicas perforadas en forma oval; reciben el café en uno de sus extremos, y oscilan en el plano horizontal, desplazando el café de segunda y la cáscara al otro extremo para que sea descargado a un despulpador de repaso. El grano normal, bien despulpado, cae a través de las perforaciones y es conducido a pilas de fermentación de primera.

La criba rotativa que generalmente era construida de metal y hierro de 1/4 pulg. Diámetro, es un equipo que combina la clasificación por densidad y por tamaño. Recientemente se introdujeron al mercado cribas construidas combinando materiales plásticos y metálicos; con el objeto de bajar los costos de producción y los consumos de energía en los procesos operativos, actualmente estos equipos se construyen totalmente en plástico, utilizando para ello polietileno de alta densidad, que tiene la particularidad de no ser afectado por los efectos corrosivos de la miel del café (Figura 2) (15).



**Figura 2. Vista de una Criba de Polietileno**

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

## **E. Métodos de eliminación del mucilago**

### **a. Fermentación natural**

En el proceso de beneficiado por vía húmeda, la etapa que sigue al despulpado es la remoción del mucílago. Por tratarse de un material gelatinoso insoluble en el agua (hidrogel) es necesario solubilizarlo para convertirlo en un

material de fácil remoción en el lavado (hidrosol). Para esto es necesario forzarlo a su degradación mediante la fermentación natural (bioquímica), en tanques o pilas de madera, concreto, ladrillo, plástico, fibra de vidrio, etc. En periodos de tiempo que van de 6 a 48 horas dependiendo de la temperatura ambiente, capacidad de drenaje de los tanques, altura e la masa de café, calidad del agua utilizada en el despulpado, estado de madurez del fruto, microorganismos presentes, etc. El sistema descrito anteriormente se le conoce como tradicional y es el que se a empleado durante muchos años en diferentes países.

#### **b. Desmucilaginado mecánico**

El desmucilaginado mecánico proporciona una manera para eliminar el mucilago del grano en forma continua, lo que significa que se reduce el tiempo que conlleva fermentar naturalmente. Sin embargo hay que tomar en cuenta que el proceso depende de la utilización de equipos desmucilagadores que utilizan cantidades considerables de energía, así como un proceso de secamiento inmediato, para evitar post-fermentaciones indeseables. Al mismo tiempo hay que considerar que para volúmenes grandes de café, el desmucilagar mecánicamente puede ser una opción de agilizar el proceso; sin embargo para un gran porcentaje de productores medianos y pequeños no es económicamente viable.

El empleo de máquinas para eliminar mecánicamente el mucilago del café, puede considerarse una operación versátil, sin embargo esta operación deja residuos de mucilago en la hendidura del grano afectando su apariencia física; sobre todo si no se tiene un secamiento inmediato. En pruebas de catación realizadas a taza ciega de cafés desmucilagados contra cafés secados después de una fermentación natural, no se encontraron diferencias considerables, más que alguna característica visual del café en pergamino (15).

#### **F. El lavado del café**

El lavado es la operación de quitar la miel que circunda el pergamino por medio de la inmersión y paso de una corriente de agua. La economía de agua en esta operación complementa la eficacia del sistema de recirculación de agua que debe usarse en las operaciones de beneficiado húmedo de café. Las características hidráulicas de lavado de las plantas agroindustriales, están basadas en consumos mínimos de agua; el lavado del café se realiza mediante bombas de impulsor abierto, combinando una clasificación en canales rectos con una pendiente uniforme de 0.75%, se trata de dar al canal un flujo laminar constante que permita la clasificación del café recién lavado. Toda el agua utilizada en los procesos de clasificación y lavado retorna al tanque recolector-decantador, el cual es construido en la parte más baja del beneficio. Estos tanques disponen de un diseño que permite manejar dos niveles de agua para requerir de la necesaria en el inicio, intermedio y final de la cosecha (15).

El proceso de lavado permite clasificar los cafés de acuerdo a su peso, teniéndose los principales tipos siguientes:

**a. Café vano lavado**

Es el primer café que se obtiene en el correteo al lavarlo. Contiene granos de café de tamaño más pequeño que lo normal ya sea por enfermedades, mal nutrición, o por defectos genéticos por ello tienen poco peso, flotan y llegan más rápido al final del correteo.

**b. Café pinto**

Es un café de segunda clase, compuesto por granos de café pergamino con pulpa adherida. Por eso se le da el nombre de pinto, por un lado se ve el color pergamino del grano y por el otro negro: el color de la cáscara o pulpa de café, también contiene pedazos de pulpa que no se separaron oportunamente en el despulpador adecuadamente; sucede por falta de mucilago daños o enfermedades.

**c. Café pergamino**

Es el producto que se obtiene del beneficiado. Es de color blanco pergamino a eso se debe su nombre. Tiene mas peso, por lo que sale de último al lavarlo en un correteo.

**d. Cereza Seca**

Es el fruto de l cafeto que n o ha recibido ningún proceso de beneficiado sino que únicamente se ha extendido al patio o colocado en secadoras para extraer la humedad del fruto.

**G. El secamiento del café**

El proceso de beneficiado húmedo termina cuando se logra bajar la humedad del café hasta el punto comercial (10-12%). Según Cleves (6), el grano del casé se constituye como uno de los más difíciles de secar debido a varias razones.

- i. Posee un alto contenido de humedad al salir de la clasificación (canal correteo), aprox. 50-55%. Otros granos al momento de cosecharlos poseen 20% de humedad (maíz, arroz).
- ii. El pergamino (endocarpio) y el grano (endospermo) poseen diferentes características físico-químicas. El pergamino se endurece durante el secamiento, sobre todo si se efectúa en forma violenta con el uso de altas temperaturas. El grano contiene células que reducen su tamaño durante el proceso de secamiento. Entonces se forma una cámara de aire entre ambos que interfiere con la interferencia de calor hacia el interior del grano,

y con el paso hacia el exterior de la humedad, en forma de vapor de agua.

- iii. Existe volatilización de los componentes aromáticos si se emplean altas temperaturas durante el secado, afectando la calidad del café. El recalentamiento del grano afecta la apariencia física, así como las características de la taza. Stevez y Foote expresan que la masa de café puede alcanzar y tolerar durante unas pocas horas (4 a 10) 50 grados centígrados de temperatura sin deterioro sensible de taza; pero solamente un periodo menor de una hora a 60 grados centígrados de temperatura.

**a. Secado al sol**

El secamiento al sol es la práctica más común en lugares donde puede aprovecharse la energía solar y la energía propia del aire, además los costos de inversión en equipos y los costos de operación son razonablemente más bajos. Algunas recomendaciones generales para el proceso son:

- i. Depositar el café después del lavado y clasificación, en capas no mayores de 5 a 6 cm.
- ii. Disponer de un metro cuadrado de patio por cada 70 lbs. de café al 50-55% humedad.
- iii. El amontonamiento en el patio provoca post-fermentaciones, perjudicando el aspecto físico del grano en pergamino.
- iv. Construir los patios de concreto con una pendiente longitudinal máxima del 2%.
- v. Remover el café de 3 a 4 veces diariamente, para uniformizar el secado.
- vi. Construir casillas para resguardar el grano en caso de lluvia y por la noche (15).

**b. Secamiento mecánico**

En zonas en donde las condiciones climáticas (energía del sol y el aire) no es posible aprovecharlas, debido que la cosecha está acompañada de abundantes lluvia, no es conveniente planificar la instalación de beneficio, construyendo la totalidad de patio de secado. Para ello es preferible combinar el escurrimiento del grano y el presecamiento al sol con un sistema mecánico de secado, que consiste en:

- i. Una fuente de calor (horno o calorífero).
- ii. Un ventilador para forzar el aire caliente a través del grano.
- iii. Una estructura en compartimiento donde se colocará la carga de café a secar.

El elemento básico en el secamiento es el aire caliente, que es mecánicamente impulsado y forzado a través de la masa de café, para que el aire adquiera la condición desecante es necesario aumentar su temperatura y así bajar la humedad relativa del mismo. El aire ambiente juega un papel importante durante el proceso de secamiento; bajo condiciones lluviosas o por la noche la humedad relativa alcanza valores de saturación (100%), mientras que en ambiente cálidos y soleados desciende a 60, 50% o menos. Por esta razón es recomendable evitar secar

mecánicamente por la noche, ya que las condiciones de humedad relativa y temperatura ambiente son severas.

El ventilador es uno de los elementos que más influye en el diseño y funcionamiento del secamiento mecánico, su función es hacer pasar a través de todo el sistema, un caudal de aire determinado, venciendo las resistencias opuestas de los componentes (ducto, masa de café, compuerta, etc). El flujo de aire es el volumen de aire caliente y seco que impulsa el ventilador al área de café a secar, calentando el grano y arrastrando simultáneamente la humedad a través del proceso de evaporación. Es recomendable utilizar altos volúmenes de aire en vez de elevadas temperaturas de secamiento.

El secamiento del grano tiene tres etapas importantes durante el proceso, que van acompañadas de diferentes temperaturas a aplicar, estas etapas se definen como:

1.	Evaporación constante	55-40% humedad	50 grados centígrados (aplicados)
2.	Fase crítica	40-20% humedad	70 grados centígrados (aplicados)
3.	Estabilización	20-10% humedad	60 grados centígrados (aplicados)

La fase de evaporación constante coincide con el presecado mecánico, donde se necesitan altos volúmenes de aire, la evaporación del agua del grano es fácil y rápida, hasta un 40% de humedad. Dicha fase es posible efectuarla con presecadoras o en patios de secamiento donde se justifica su aplicación.

La fase crítica principia cuando el grano traslada su humedad desde su interior hasta su superficie; en esta fase se forma endurecimiento del pergamino, asociado con la resistencia de la difusión del agua. Se inicia la disminución del tamaño del grano al ir perdiendo la humedad. En esta fase se pueden utilizar secadoras de tipo rotativo y estático.

La estabilización de humedad del grano es el periodo final del secamiento, en donde el grano alcanza su punto de secado, se recomienda realizarla al sol, o en secadoras mecánicas a temperaturas no mayores de 60 grados centígrados(15).

### c. Punto de secamiento

Para la comercialización, el café pergamino debe de tener de 10 a 12% de humedad. Para determinar este porcentaje puede procederse de la siguiente manera:



**i. Determinación empírica**

**Apreciación Visual:** a un puñado se le quita el pergamino; el grano en Oro debe tener un color de gris a claro a verde azulado según su altitud. **Con el diente:** al morder no debe ceder ni ofrecer resistencia sólida, sino permitir una leve marca. **Con el martillo:** al pegarle un golpe suave y seco el grano en Oro si se aplasta le falta secamiento, si se quiebra esta reseco, si queda marcado roto esta de punto (15).

**ii. Determinación con Aparatos**

Se hace con medidores de humedad específicos para café. El Steinlite ha sido de uso común por largo tiempo, pero su precio es muy alto (15).

**H. Uso del agua**

En la práctica del beneficiado húmedo del café, el agua se utiliza esencialmente para cuatro tareas:

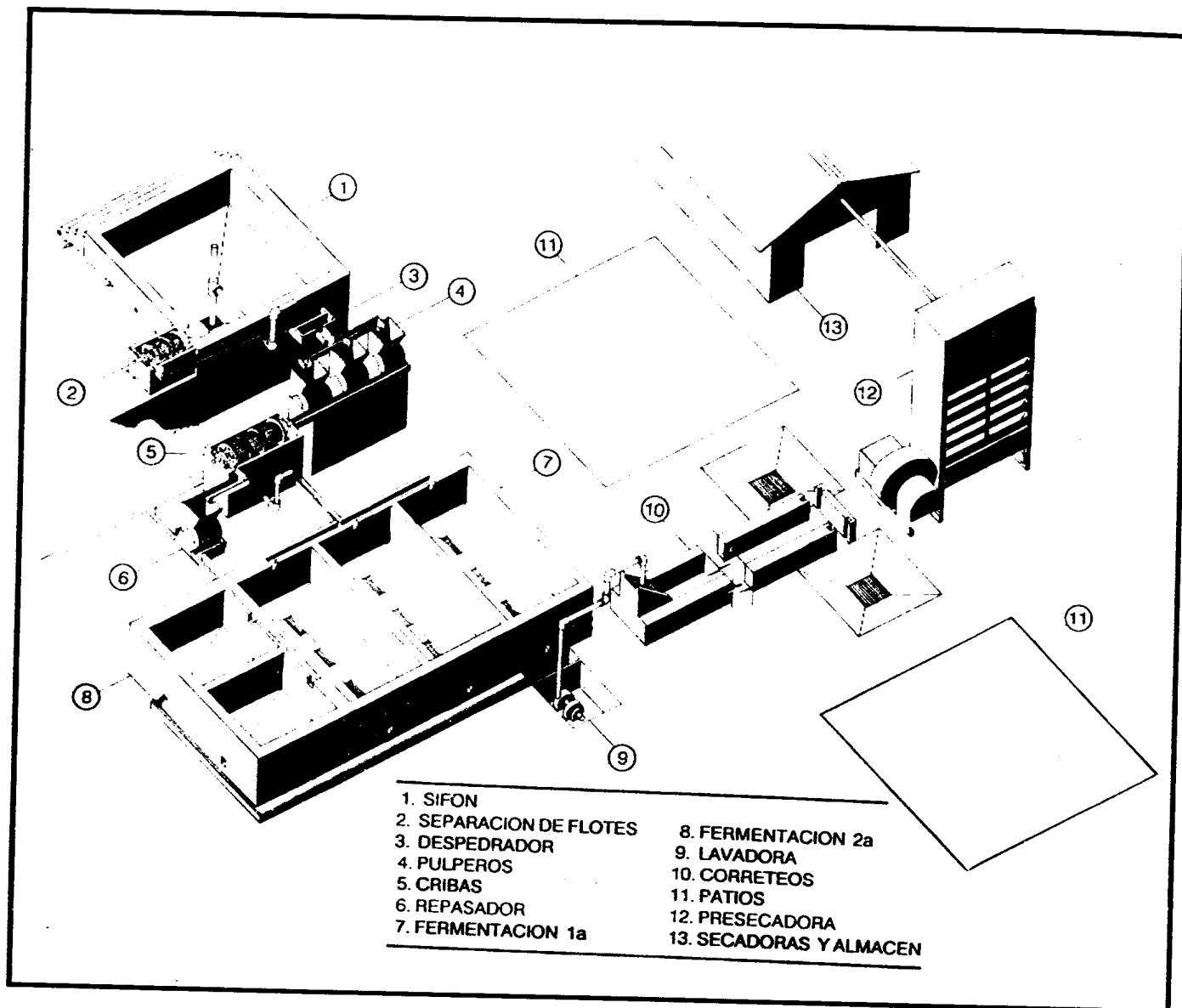
- a. para transportar los frutos, los granos y la pulpa de café.
- b. para separar la materia indeseable como arena, piedras, ramas y objetos metálicos
- c. para clasificar hidrostáticamente los frutos en diferentes calidades
- d. para lavar el grano a fin de eliminar los productos de la fermentación del mucilago.

Las fuentes de agua para el proceso son: el agua de lluvia, los ríos y el agua subterránea. Comúnmente, el control de los flujos de agua se hace manualmente y, a menudo, se desconoce si el agua se gasta en exceso en función de la cantidad justa necesaria.

Un rasgo interesante del beneficiado según se practica, es la recirculación del agua empleada para conducir los frutos hacia los despulpadores y en menor cantidad, del agua con que se transporta el café lavado. Ambas prácticas han contribuido a que el consumo de agua para producir "café lavado" sea o haya sido menor.

Prácticamente toda el agua utilizada se desecha como agua residual. El uso intensivo del agua está asociado a una mayor concentración de la materia orgánica en el agua residual originada en las etapas previas al despulpado, llamada, por conveniencia, "agua de despulpado". El transporte de la pulpa con agua añade innecesariamente más sustancias al agua residual (12).

En la Figura 3, se presenta un esquema de los principales componentes de un beneficio en húmedo.



**Figura 3. Esquema general de un beneficio húmedo de café**

**I. Defectos del café que se originan en el beneficiado**

En el proceso de beneficiado debe conservarse intactas las cualidades del grano de café, de su bebida, características de la zona productora y del cultivo.

Deficientes prácticas de beneficiado, en cualesquiera de sus etapas dañan la calidad y, en consecuencia afectan severamente la aceptación y el precio del producto.

**i. Granos mordidos**

Son consecuencia del daño mecánico que se puede producir por deficiente control en el despulpado o desmucilaginado mecánico, o cualquier otra etapa de la fase húmeda, incluyendo la transportación por bombeo o por

helicoidales.

## ii. Granos quebrados

Proviene generalmente de los llamados elefantes, muelas madres o conchas, que resultan fracturados en la fase húmeda o en el despergaminado. Los granos sobrecalentados o sobresecados, también se quiebran en el despergaminado o trilla (6).

### 3.1.8 CATACIÓN DEL CAFÉ

Es la prueba organoléptica o sensorial, en la cual el catador valora las principales características propias del café: acidez, aroma y cuerpo.

#### A. Acidez

Es la característica más apreciada en la comercialización internacional del café, y por consiguiente, la que mejor se paga. Se determina en la prueba de degustación, y no se puede medir como pH. Es la característica de los cafés de altura.

#### B. Cuerpo

Se relaciona con las propiedades físicas de la infusión, vale decir el contenido de sólidos, perceptible como mayor o menor consistencia o densidad de la bebida, en el mismo sentido que se aplica con relación a los vinos.

Desde luego, el catador, es en última instancia, quien define y evalúa la calidad del café. La catación es la prueba aceptada internacionalmente para la comercialización del café (6).

### 3.1.9 TIPOS DE LA CALIDAD DEL CAFÉ DE GUATEMALA

	<b>Metros</b>	<b>Pies</b>
Bueno lavado (Good washed)	Hasta 606	(2,000)
Extra bueno lavado (Extra good washed)	De 606 a 758	(2000-2500)
Prima (Prime washed)	758 a 909	(2500-3000)
Extra Prima(Extra prime washed)	909 a 1060	(3000-3500)
Semi Duro (Semi hard)	1060 a 1212	(3500-4000)
Duro (Hard bean)	1212 a 1364	(4000-4500)
Duro de Fantasía (Fancy hard)	1364 a 1455	(4500-4800)
Estrictamente Duro (Strictly hard bean)	1364 y más	(4500 y más)
Antigua, Atitlán, Cobán, Fraijanes, Huahuetenango	1515 y más	(5000 y más)

La siguiente es una nueva clasificación simplificada:

- |    |                           |                                        |
|----|---------------------------|----------------------------------------|
| 1. | <b>BUENO LAVADO</b>       | Bueno Lavado<br>Extra Bueno Lavado     |
| 2. | <b>PRIMA</b>              | Prima<br>Extra Prima                   |
| 3. | <b>DURO</b>               | Semi Duro<br>Duro                      |
| 4. | <b>ESTRICTAMENTE DURO</b> | Duro de Fantasía<br>Estrictamente Duro |
| 5. | <b>ANTIGUA y otros</b>    |                                        |

#### **A. Descripción simplificada de los tipos de calidad**

##### **a. Bueno lavado**

En verde, grano pequeño, "ranura" bastante recta y abierta. Tostado se presenta liso, claro, con la ranura bastante abierta, disperejo sin "carácter". Rápido en el punto de tueste. Aroma tenue "apagado", limpio. Cuerpo y acidez, muy suaves, (taza suave o desabrida). El extrabueno 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.

##### **b. 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. El 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 (3).

##### **c. 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 en un estrictamente duro, pero mucho

más intensa que en los tipos anteriores. El 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 mas flojo y una taza más “apagada” que la del duro.

**d. Estrictamente duro**

En verde, un grano (en el Sur occidente) 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 mas pronunciados y fuertes en cuerpo y acidez, sin dejar de ser finos; acidez más persistente y agradable. En los cafés de la región de Oriente, el tamaño del grano es el mayor en variedades tradicionales. 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.

**e. Antigua y otros**

Son tipos de café 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 (3).

## 3.2 MARCO REFERENCIAL

### 3.2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó con los caficultores de la Cooperativa Integral Agrícola "Acatenango", R.L., la cual se encuentra ubicada en el municipio de Acatenango del departamento de Chimaltenango (Figura 4).

El municipio de Acatenango tiene un extensión de 172 km<sup>2</sup>, con las colindancias siguientes:

- A. Norte: municipios de Patzicía, Zaragoza y Patzún (Chimaltenango).
- B. Este: San Andrés Itzapa (Chimaltenango) y San Miguel Dueñas (Sacatepéquez).
- C. Oeste: Pochuta (Chimaltenango).
- D. Sur: Yepocapa (Chimaltenango) (14).

### 3.2.2 CLIMA Y ZONA DE VIDA

Posee una temperatura media anual de 13.4 grados centígrados a 32.3 grados centígrados máximo y una precipitación pluvial de 1,816 milímetros por año.

Según la clasificación de zonas de vida de Guatemala, pertenece a una zona de vida "bosque húmedo montano bajo subtropical" (bh-MB), y el uso del suelo actualmente prevalecen los cultivos de café, maíz y frijol (8).

### 3.2.3 SUELO

Según Simmons (19), los tipos de suelo que se pueden encontrar en la localidad están formados por series de suelos Yepocapa, son suelos bien drenados, y de poco a muy profundos, desarrollados sobre cenizas volcánicas de color oscuro en un clima cálido-húmedo. Ocupa relieves de inclinados a muy inclinados a altitudes medianas en el Sur Central de Guatemala. Se asemejan a los suelos Panán y Coloiate pero son menos pedregosos y no tienen un sustrato tan compacto como estos, el perfil del suelo Yepocapa es Franco Gravoso.

Serie de suelo Alotenango, son suelos profundos bien drenados, desarrollados sobre cenizas volcánicas recientes, suelta y de color oscuro. Ocupan pendientes inclinadas y se encuentran a elevaciones entre 750 y 1800 MTSNM, el perfil del suelo Alotenango es Franco Arenoso.

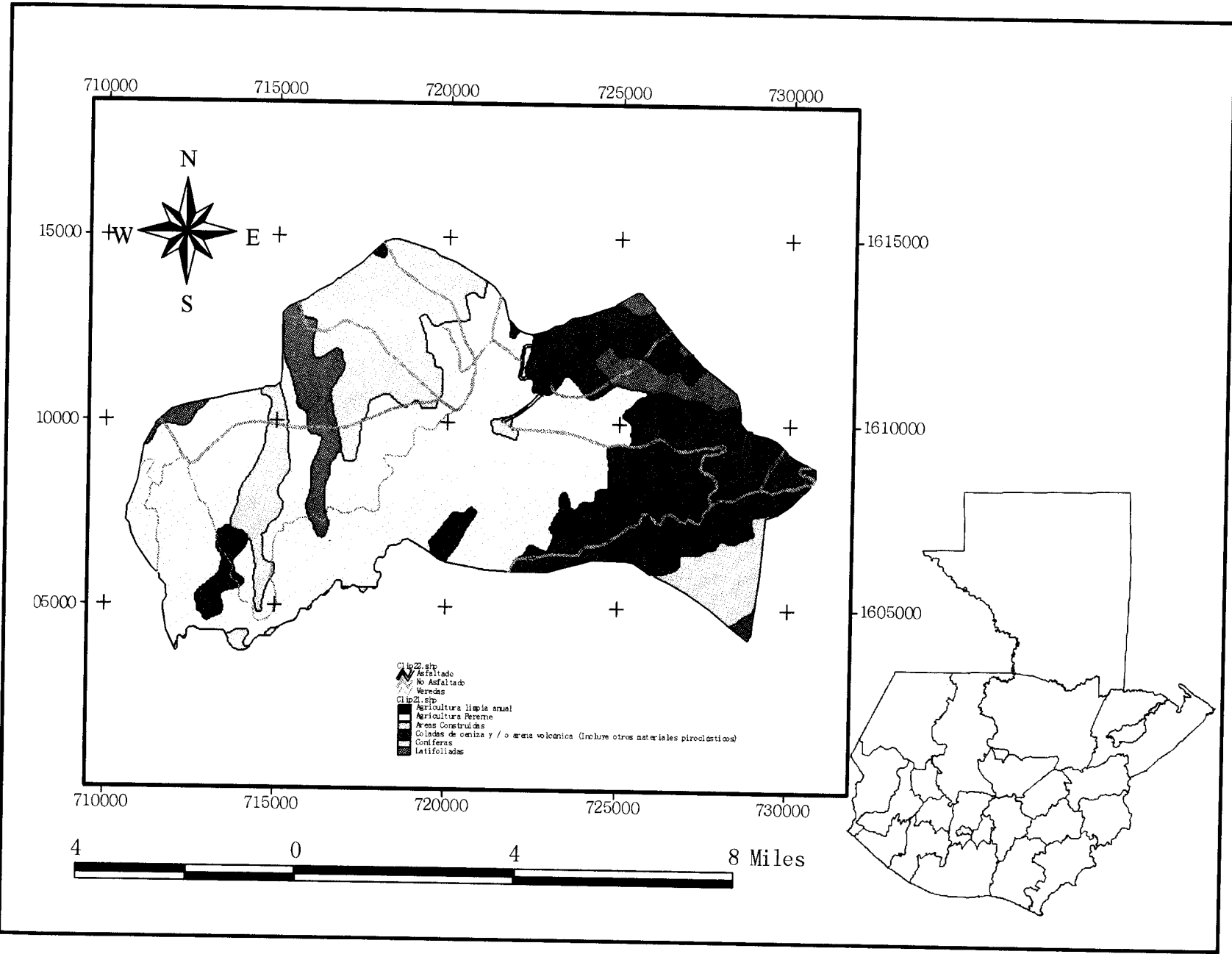


Figura 4. Municipio de Acatenango, Chimaltenango.

### **3.2.4 FACTORES QUE INCIDEN EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CAFÉ**

#### **A. Especies y variedades**

Entre las especies cultivadas comercialmente, C. arábica es la que produce una bebida mas agradable, aromática y fina. El Robusta (C. Canephora) tiene un sabor fuerte, duro o agrio. Por este motivo y por su bajo precio, se le usa en mezclas comerciales que expenden a precios mas accesibles (3).

#### **B. Suelo, clima y altitud**

Las zonas cafetaleras ubicadas dentro de la franja óptima de 1,000 m. de altitud, y otras mas bajas o mas altas con cierto grado de marginalidad, reúnen los requisitos de suelo, precipitación pluvial y temperatura, favorables en mayor o menor grado para el cafeto. No se presentan grandes fluctuaciones diarias o estacionales de temperatura. Las mejores zonas tienen suelos derivados de cenizas volcánicas recientes, aunque debe señalarse que la adaptabilidad del café y los avances tecnológicos, permiten el cultivo en condiciones menor propicias.

Es importante indicar que los catadores coinciden en que hay grandes variaciones en la calidad de la bebida, de acuerdo a la altitud de la zona productora. En zonas bajas y lluviosas se obtiene una taza "flat" pobre en cuerpo, aroma y acidez. Las zonas de altura producen tipos "strictly high grown", con excelente cuerpo y acidez, características muy apreciadas y valoradas en los mercados especializados en Europa y U:S:A: Por su precio elevado, se incluye en las mezclas solamente de 10% a 15%, comentó un industrial en Hamburgo.

La mayoría de los catadores están de acuerdo en que variedades de una misma especie, en idénticas condiciones de altitud y medio no se pueden diferenciar en la prueba de taza, aunque si por el tamaño del grano u otras características físicas.

#### **C. Calidad de la fruta**

Los aspectos más importantes a considerar son: El tamaño de los frutos, la uniformidad de la maduración, el porcentaje de granos vanos y "flores", de caracoles y de los granos mal formados o dañados. Todos ellos se reflejan en los rendimientos de beneficiado, en la apariencia del café en oro y en la prueba sensorial o catación. En consecuencia afecta directamente la calidad y el precio del café (3).

En términos generales se puede afirmar que no hay una relación constante durante todo el período de recolección entre el tamaño de los frutos y el café en oro, si se considera una sola variedad en determinada zona, y



bajo idéntico manejo de plantación. El mayor o menor grosor de los frutos, es principalmente consecuencia del régimen de lluvias que prevalece durante la época de recolección, porque la pulpa y el mucilago, este último de naturaleza coloidal, se hidratan o deshidratan con mucha facilidad y rapidez, debido a su condición higroscópica.

En zonas de alta pluviosidad o cuando se presentan lluvias intensas o continuadas durante la época de recolección, los frutos se hinchan, se revientan y caen.

Los cafés recogidos del suelo o "juntas" se caracterizan por llevar tierra, piedras y palos. Conforman una calidad inferior que debe procesarse por aparte.

Si la recolección en la planta se hace después de un período muy lluvioso, o pasada la maduración óptima, a los frutos secos, el campesino los denomina "Café unido". Este ha perdido volumen y peso.

El grado de hidratación es, por lo tanto, el principal factor que afecta la relación de conversión café en cereza/café oro. Los mas altos rendimientos de beneficiado se obtienen en las zonas donde la recolección tiene lugar en tiempo seco.

#### D. Plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades afectan, a veces, severamente el desarrollo vegetativo de los cafetos y de los frutos. La roya *Hemilea vastatrix* disminuye el volumen de la cosecha pero no daña la calidad sensiblemente. La broca *Hypotenemus hampei* F. no solamente merma la productividad, sino que las perforaciones que produce el insecto, los excrementos y las larvas, ensucian el café y deterioran su calidad. La enfermedad rosada *Corticium salmonicolor* y otras, dañan también el fruto y el grano, en menor proporción que la broca.

#### E. Fertilización

Se debe mencionar también la condición de fruto que los beneficiadores llaman Chasparria. Se trata de granos muy pequeños, con diferentes grados de maduración o secos. Generalmente provienen de las puntas de las bandolas. Se presenta cuando la planta ofrece una abundante cosecha, con fertilización inadecuada y/o sobreexposición solar. Cuando se presentan deficiencias de fósforo y potasio los frutos no llenan completamente aunque se encuentren maduros, son de muy baja densidad y flotan siempre, con los vanos, en el tanque de recibo. Algunos no tienen todo el

endospermo en su interior, y se aplastan fácilmente entre los dedos. Cuando este daño es severo, los rendimientos de beneficiado son muy bajos (3).

Aunque no existe ningún estudio que lo confirme, algunos consideran que los defectos de grano vano y caracol pueden deberse a insuficiencia de lluvia durante el período de formación y desarrollo del fruto, o a deficiencias nutricionales. Es importante, entonces, que el caficultor siga cuidadosamente el programa de fertilización que sus análisis de suelo y planta le indiquen.

#### **F. Métodos de recolección**

Generalmente se utiliza el método de recolección selectiva o racional, que consiste en cosechar sólo los granos que han alcanzado la maduración total, caracterizada por el color rojo intenso. La mezcla de café maduro con verde y con calidades inferiores que se acostumbra hacer principalmente al iniciarse y finalizar la cosecha, disminuye tanto la calidad como el factor de aprovechamiento de café maduro-pergamino (3).

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 GENERAL

Evaluar el efecto del manejo agronómico, recolección y beneficiado del café que realizan los caficultores de Acatenango, Chimaltenango sobre el rendimiento y relación maduro : pergamino, a través de la identificación y cuantificación de las variables que expliquen dicha relación.

### 4.2 ESPECÍFICOS

- 4.2.1 Generar un modelo matemático, estadísticamente confiable, que explique la relación entre las variables que componen el manejo agronómico y marco biofísico de Acatenango sobre el rendimiento de café maduro en kilogramos por hectárea.
- 4.2.2 Generar un modelo matemático, estadísticamente confiable, que explique la relación entre las variables que componen el manejo agronómico, recolección y beneficiado del café sobre la relación kg de café maduro por kg de café pergamino.
- 4.2.3 Identificar aquellas variables independientes del manejo agronómico, recolección y beneficiado del café que el caficultor pueda manejar y que afectan ostensiblemente el rendimiento de café maduro y la relación café maduro : pergamino en Acatenango, Chimaltenango a fin de incrementar el rendimiento y reducir la relación maduro : pergamino.



### 5.1.3 SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Los 28 agricultores se seleccionaron al azar del marco de lista y se les informó acerca de la naturaleza de la investigación, los objetivos principales de la misma, así como de la colaboración que deberían prestar para su desarrollo y compromiso responsable hacia la misma. Fue necesario seleccionar nuevamente al azar del marco de lista tres caficultores, pues de los 28 tres indicaron no poder participar en la investigación.

El listado de los 28 agricultores que participaron en el desarrollo de la investigación al proporcionar información acerca del cultivo de café y permitir verificar dicha información en campo, se presenta en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Muestra de caficultores de la Cooperativa Agrícola Integral "Acatenango" R.L. que participaron en la investigación**

No.	Nombre	No.	Nombre
1	Miguel Monterroso	15	Felícito Castillo
2	Cornelio Estrada	16	Guadalupe Flores
3	Felipe Pocop Américo	17	Esteban Iboy Bacajol
4	Cristobal Porras	18	Amilcar Lima
5	Felícito Porras	19	Florencio Vela
6	Antonio Monterroso	20	Fabian Marroquín
7	Omero Marroquín	21	Alberto Pichol
8	Ovido Lantan Vela	22	Roni Pérez
9	Donato Figueroa	23	Isidro Marroquín
10	Juan Marroquin	24	Rigoberto Padilla
11	Víctor Santizo	25	Tito Hugo Marroquín
12	Benjamin Lima	26	Gilda de Meléndez
13	Betzayda de Marroquín	27	Suriel Marroquín
14	Noe Lima Samayoa	28	Julio R. Melendez

## 5.2 OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA DEL MANEJO AGRONÓMICO, RECOLECCIÓN Y BENEFICIADO DEL CAFÉ

### 5.2.1 INFORMACIÓN DEL MANEJO AGRONÓMICO

En el terreno de cada uno de los 28 agricultores de la muestra, se obtuvo información del manejo agronómico referente a variedades de café, fertilización, manejo de malezas, plagas, enfermedades y tejido, así mismo se obtuvieron otros datos como la altura de la parcela, extensión y rendimiento de café maduro, los cuales se registraron en el formato que se presenta en el Cuadro 3.

**Cuadro 3. Boleta para recopilar información del manejo agronómico, recolección y beneficiado del café en Acatenango, Chimaltenango.**

Boleta No. _____		Nombre del agricultor: _____		Altura de finca _____ mts.	
Nombre de la variedad					
Área cultivada					
Distanciamiento de siembra					
Quintales (cereza) por cuerda					
Edad del cultivo					
<b>FERTILIZACIÓN</b>	<b>Fórmula (Nombre)</b>	<b>Dosis/planta</b>	<b>Mes</b>	<b>Dosis/cuerda</b>	<b>Precio/quintal</b>
Fertilizante 1					
Fertilizante 2					
Fertilizante 3					
<b>MANEJO DE MALEZAS</b>	<b>Nombre, mes aplic.</b>	<b>Dosis/bomba</b>	<b>Bombazos/cuerda</b>	<b>Presentación</b>	<b>Precio de Presentación</b>
Herbicida 1					
Herbicida 2					
Herbicida 3					
Nombre de las plagas					
	<b>Implemento</b>	<b>No. de limpieas</b>	<b>Mes en que se hizo</b>	<b>Costo de limpia por cuerda</b>	
Control manual de malezas					
<b>MANEJO DE PLAGAS</b>	<b>Nombre, mes aplic.</b>	<b>Dosis/bomba</b>	<b>Bombazos/cuerda</b>	<b>Presentación (L, Kg)</b>	<b>Precio de Presentación</b>
Insecticida 1					
Insecticida 2					
Insecticida 3					
Nombre de insectos					
<b>MANEJO DE ENFERMEDADES</b>	<b>Nombre, mes aplic.</b>	<b>Dosis/bomba</b>	<b>Bombazos/cuerda</b>	<b>Presentación (L, Kg)</b>	<b>Precio de Presentación</b>
Fungicida 1					
Fungicida 2					
Fungicida 3					
Nombre de las enfermedades					
<b>MANEJO DE SOMBRA</b>	<b>Tipo de sombra</b>	<b>Especies</b>	<b>Distanciamiento</b>	<b>Mes manejo</b>	<b>% Sombra</b>
<b>MANEJO DE TEJIDO</b>	<b>Tipo de poda</b>	<b>Mes de poda</b>	<b>Fecha penúltima poda</b>	<b>Fecha última poda</b>	<b>Sistema</b>
Poda baja o recopa					
Descope bajo					
Despunte herbáceo					
<b>RECOLECCIÓN Y BENEFICIADO DEL CAFÉ</b>					
<i>Muestra de 20 quintales</i>					
Quintales de inerte					
Quintales de verde					
Quintales de maduro					
Quintales de Pergamino					
Quintales de natas					
Quintales de seco					

### 5.2.2 RECOLECCIÓN O COSECHA DE CAFÉ

Luego durante la cosecha del café a cada uno de los 28 caficultores se le solicitó de su partida un total de 909 kilogramos, a los cuales se les cuantificó el peso de material inerte, café verde y café maduro (Cuadro 3, Figura 5).



Figura 5. Separación del café maduro, verde y material inerte.

### 5.2.3 BENEFICIADO DEL CAFÉ

De los 909 kilogramos de café cortado por cada uno de los 28 agricultores, el café verde se envió a los patios de secamiento para obtener café seco (Figura 6).



Figura 6. Transformación de café verde a café seco en patios de secamiento





#### 5.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se partió de la premisa de que el manejo del tejido del cafetal por parte de los 28 caficultores de la muestra fue igual (5 por ciento de forma selectiva), manejo de malezas, plagas y enfermedades homogéneo, por lo tanto estas variables independientes no fueron consideradas en el análisis estadístico para generar el modelo matemático o función de producción.

Se plantearon teóricamente dos modelos matemáticos; el primero para la función de rendimiento de café maduro y el segundo para la relación café maduro–pergamino como sigue:

**Modelo matemático1:  $KGHA = f(\text{VAR DEN, Gr N/P, Gr P/P, Gr K/P, ED, SOM, ALT}) + e$**

**Modelo matemático 2:  $FAMP = f(\text{VAR DEN, Gr N/P, Gr P/P, Gr K/P, ED, SOM, ALT, EFC}) + e$**

**Donde:**

KGHA	=	Rendimiento de café maduro (kilogramos por hectárea).
FAMP	=	Relación de café maduro : pergamino (adimensional).
VAR	=	Variación o mezcla de variedades (factor de rendimiento unitario).
DEN	=	Densidad de siembra (plantas por hectárea).
Gr N/P	=	Nitrógeno aplicado (gramos por planta).
Gr P/P	=	Fósforo aplicado (gramos por planta).
Gr K/P	=	Potasio aplicado (gramos por planta).
ED	=	Edad de la plantación (años).
SOM	=	Sombra permanente del cafetal (porcentaje).
ALT	=	Altura del cafetal (msnm).
EFC	=	Eficiencia en la recolección o cosecha del café (porcentaje).
e	=	error

Con la información conjunta de las variables independientes registradas en los cuadros 4 y 5, se evaluaron, en el programa estadístico SAS, distintos modelos, lineal, cuadrático, cúbico, interacciones, y otros en referencia a las variables dependientes:

- Rendimiento de café maduro en kilogramos por hectárea
- Relación de café maduro-pergamino.

Se evaluó el modelo de regresión múltiple, mediante las pruebas de "t" de Student para determinar la significancia estadística de cada una de las variables independientes consideradas en su contribución a la explicación de la variable dependiente, descartándose aquellas cuya contribución fue poco significativa. Para evaluar los modelos en su conjunto, se utilizaron el estadístico "F" y el coeficiente de determinación.

Una vez determinadas las funciones relevantes (confiables) del rendimiento de café maduro y la función de la relación de café maduro : pergamino, se procedió a analizar para cada una de las dos funciones las variables involucradas así como su contribución en el modelo.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 INTERVALO DE ACCIÓN DE CADA VARIABLE DEL MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE CAFÉ

De los caficultores del municipio de Acatenango, Chimaltenango que se encuentran asociados a la Cooperativa Agrícola Integral "Acatenango", el 67.85 % tiene cultivada en su parcela la variedad Catuai ya sea como única variedad (21.43 %) o mezclada con otras variedades (46.42 %); el 46.13 % de los caficultores también tienen en su parcela cultivada la variedad Borbón en mezcla con otras variedades como Pache y Caturra, pero especialmente mezclada con Catuai (32.14 %) (Cuadros 6 y 7).

**Cuadro 6. Datos de campo de las variables independientes del manejo agronómico del cultivo de café**

No.	Nombre	Variedad	Plantas/ha	GR DE NUTRIENTE/PLANTA			Edad años	Sombra (%)	Altura (msnm)	Café Maduro	
				N	P	K				Café kg/ha	Factor kg/planta
1	Miguel Monterroso	Catuai, Borbon	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1524	8116	1.06
2	Cornelio Estrada	Borbon, Caturra	6300	25.77	12.88	12.88	30	70	1575	7304	1.14
3	Felipe Pocop Américo	Catuai, Borbon	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1500	7791	1.06
4	Cristobal Porras	Borbon, Pache	9449	54.12	16.75	7.73	15	50	1580	16232	1.67
5	Felicito Porras	Catuai	3543	52.69	0.00	68.73	3	70	1700	8116	2.76
6	Antonio Monterroso	Caturra, Pache	3543	73.31	6.87	13.75	7	65	1650	5973	1.70
7	Omero Marroquín	Catuai, Caturra, Catimor	7086	36.65	3.44	6.87	12	30	1600	6087	0.73
8	Ovido Lantan Vela	Caturra, Pache	3543	73.31	6.87	13.75	7	65	1650	6087	1.70
9	Donato Figueroa	Catuai, Borbon	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1530	8116	1.06
10	Juan Marroquín	Catuai	3543	136.08	41.23	0.00	14	50	1560	10258	2.76
11	Victor Santizo	Catuai, Caturra, Pache	7086	36.65	3.44	6.87	15	30	1520	5275	0.74
12	Benjamin Lima	Catuai	3543	136.08	41.23	0.00	14	50	1620	10145	2.76
13	Betzayda de Marroquín	Catuai, Catimor	7086	36.65	3.44	6.87	20	40	1500	5454	0.77
14	Noe Lima Samayoa	Catuai, Caturra, Catimor	7086	36.65	3.44	6.87	30	40	1500	4366	0.73
15	Felicito Castillo	Catuai, Borbon	7086	36.65	3.44	6.87	40	40	1500	3441	1.06
16	Guadalupe Flores	Caturra, Pache	3543	73.31	6.87	13.75	7	65	1660	6233	1.70
17	Esteban Iboy Bacajol	Catuai	3543	136.08	41.23	0.00	14	50	1625	10388	2.76
18	Amilcar Lima	Catuai, Borbon	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1530	8116	1.06
19	Florencio Vela	Catuai	3543	136.08	41.23	0.00	14	50	1600	10063	2.76
20	Fabian Marroquín	Catuai, Borbon	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1515	7791	1.06
21	Alberto Pichol	Caturra, Pache	3543	73.31	6.87	13.75	7	65	1645	5843	1.70
22	Roni Pérez	Borbon, Caturra	6300	25.77	12.88	12.88	30	70	1575	7012	1.14
23	Isidro Marroquín	Catuai, Borbon	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1535	8116	1.06
24	Rigoberto Padilla	Borbon, Pache	9449	54.12	16.75	7.73	15	50	1580	15258	1.67
25	Tito Hugo Marroquín	Caturra, Pache	3543	73.31	6.87	13.75	7	65	1650	5973	1.70
26	Gilda de Meléndez	Catuai	3543	136.08	41.23	0.00	14	50	1595	9739	2.76
27	Suriel Marroquín	Catuai, Borbon	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1518	7791	1.06
28	Julio R. Melendez	Catuai, Borbon	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1524	8116	1.06
	Mínimo		3543	18.9	0.0	0.0	3	30	1500	3441	0.73
	Máximo		9449	136.1	41.2	68.7	40	70	1700	16232	2.76
	Promedio		5807	56.9	14.8	12.0	14	55	1574	7971	2

Fuente: Información resumida de cada una de las 28 boletas de campo.

Como se indica mas adelante en el inciso 6.3, la variedad o mezcla de variedades cultivadas no tiene (estadísticamente hablando) un efecto significativo sobre el rendimiento de café maduro, puesto que su  $Pr > T$  es mayor a 0.05; sin embargo, aunque la variedad o mezcla de café cultivada no forme parte del modelo que explica el rendimiento de café maduro, es importante mencionar que el rendimiento de café por planta según la variedad o

combinación de variedades que se emplee, independientemente de la densidad de siembra es distinto como se aprecia en el Cuadro 7.

**Cuadro 7. Rendimiento de café por planta según la combinación de variedades y densidades de siembra que emplean los caficultores de Acatenango, Chimaltenango.**

MEZCLA DE CAFÉ	kg/planta	PLANTAS/HECTÁREA	AGRICULTORES	PORCENTAJE
Catuaí	2.76	3543	6	21.43
Caturra Pache	1.70	3543	5	17.86
Borbon Pache	1.67	9449	2	7.14
Borbon Caturra	1.14	6300	2	7.14
Catuaí Borbon	1.06	7086	9	32.14
Catuaí Catimor	0.77	7086	1	3.57
Catuaí Caturra Pache	0.74	7086	1	3.57
Catuaí Caturra Catimor	0.73	7086	2	7.14
			28	100

Del Cuadro 7, se aprecia que Catuaí es la que produce el mayor rendimiento de café por planta (2.76 kg) a una densidad de 3,543 plantas por hectárea, luego la mezcla Caturra-Pache a la misma densidad de siembra producen tan solo 1.70 kg por planta de café maduro. También es evidente que Catuaí y Borbón producen a una densidad de 7,086 plantas por hectárea un rendimiento de 1.06 kg por planta, es decir aproximadamente la tercera parte de lo que produce catuaí cultivada como única variedad; lo anterior se debe a que las proporciones que utilizan los caficultores de cada variedad en su terreno son muy distintas y de allí que al evaluar la variedad como variable independiente del rendimiento de café maduro, su participación sea no significativa.

En Acatenango, Chimaltenango se manejan densidades de siembra que van desde las 3543 hasta las 9449 plantas por hectárea, las cuales se cultivan en un rango de altura de 1,500 a 1,700 msnm; en cuanto a la fertilización el fósforo y el potasio los caficultores lo aplican en dosis de 41.2 y 68.7 gramos por planta respectivamente, así mismo llegan al extremo de no aplicar estos dos nutrientes, en tanto que el nitrógeno siempre lo aplican desde 18.9 hasta 136.10 gramos por planta; las edades de los cafetales productivos oscilan en el rango de los 3 hasta los 40 años con una media de 14 años, manejando porcentajes de sombra en el rango del 30 hasta el 70 %.

Con tan variado manejo agronómico es de esperar, y tal como se aprecia en el Cuadro 6, que el rendimiento de café maduro sea también muy variado, ya que se tiene un rango de producción de 3441 hasta 16232 kilogramos de café maduro por hectárea.

## 6.2 INTERVALO DE ACCIÓN DE LAS VARIABLES DE RECOLECCIÓN (COSECHA) Y PRODUCTOS FINALES DEL BENEFICIADO HÚMEDO DE CAFÉ

Ningún caficultor es capaz de tener una eficiencia de recolección del 100 por ciento, es decir que la totalidad de su partida lleve solo café maduro, pues la eficiencia máxima de recolección es del 99.86 por ciento.

**Cuadro 8. Datos de la recolección y beneficiado húmedo del café**

No.	Nombre	Contenidos de la muestra procesada												Relación Maduro:Pergamino	
		Muestra kg	Material inerte		Café Verde		Café Maduro		Pergamino		Natas		Seco		
		kg	kg	%	kg	%	kg	% (Eficiencia)	kg	%	kg	%	kg	%	
1	Miguel Monterroso	909	2.454	0.27	15.908	1.75	890.638	97.98	205.207	23.0	1.636	0.18	6.727	42.3	4.340
2	Cornelio Estrada	909	0.273	0.03	1.909	0.21	906.818	99.76	180.891	19.9	2.727	0.30	0.500	26.2	5.013
3	Felipe Pocop Américo	909	0.818	0.09	0.455	0.05	907.727	99.86	216.797	23.9	1.500	0.17	0.091	20.0	4.187
4	Cristobal Porras	909	0.182	0.02	3.272	0.36	905.546	99.62	206.343	22.8	3.045	0.34	0.818	25.0	4.389
5	Felicitó Porras	909	1.636	0.18	2.182	0.24	905.182	99.58	224.205	24.8	1.409	0.16	0.591	27.1	4.037
6	Antonio Monterroso	909	1.909	0.21	12.726	1.40	894.365	98.39	206.570	23.1	1.863	0.21	3.272	25.7	4.330
7	Omero Marroquín	909	1.454	0.16	20.907	2.30	886.639	97.54	199.207	22.5	3.091	0.35	5.818	27.8	4.451
8	Ovidio Lantán Veía	909	0.273	0.03	1.364	0.15	907.364	99.82	215.251	23.7	1.909	0.21	0.318	23.3	4.215
9	Donato Figueroa	909	1.909	0.21	13.181	1.45	893.911	98.34	207.752	23.2	1.591	0.18	3.045	23.1	4.303
10	Juan Marroquín	909	0.545	0.06	1.364	0.15	907.091	99.79	180.618	19.9	5.954	0.66	0.318	23.3	5.022
11	Victor Santizo	909	0.636	0.07	2.182	0.24	906.182	99.69	204.389	22.6	3.227	0.36	0.591	27.1	4.434
12	Benjamin Lima	909	0.909	0.10	1.545	0.17	906.546	99.73	180.800	19.9	5.863	0.65	0.364	23.5	5.014
13	Betzayda de Marroquín	909	3.182	0.35	29.543	3.25	876.276	96.4	185.209	21.1	3.409	0.39	7.545	25.5	4.731
14	Noe Lima Samayoa	909	1.364	0.15	17.907	1.97	889.729	97.88	168.120	18.9	4.272	0.48	4.318	24.1	5.292
15	Felicitó Castillo	909	0.273	0.03	3.636	0.40	905.091	99.57	175.619	19.4	4.318	0.48	0.954	26.3	5.154
16	Guadalupe Flores	909	1.000	0.11	2.454	0.27	905.546	99.62	213.933	23.6	1.909	0.21	0.682	27.8	4.233
17	Esteban Iboy Bacajol	909	2.000	0.22	9.090	1.00	897.910	98.78	176.210	19.6	5.863	0.65	2.636	29.0	5.096
18	Amílcar Lima	909	3.091	0.34	30.906	3.40	875.003	96.26	195.844	22.4	1.636	0.19	6.590	21.3	4.468
19	Florencio Vela	909	1.727	0.19	12.453	1.37	894.820	98.44	174.892	19.5	5.863	0.66	3.045	24.5	5.116
20	Fabian Marroquín	909	1.000	0.11	1.909	0.21	906.091	99.68	215.478	23.8	1.591	0.18	0.500	26.2	4.205
21	Alberto Pichol	909	1.273	0.14	3.182	0.35	904.546	99.51	212.751	23.5	1.909	0.21	0.864	27.1	4.252
22	Roni Pérez	909	1.727	0.19	19.089	2.10	888.184	97.71	168.756	19.0	2.909	0.33	4.909	25.7	5.263
23	Isidro Marroquín	909	1.364	0.15	23.634	2.60	884.003	97.25	201.571	22.8	1.591	0.18	5.772	24.4	4.386
24	Rigoberto Padilla	909	1.727	0.19	17.816	1.96	889.457	97.85	194.253	21.8	3.045	0.34	4.772	26.8	4.579
25	Tito Hugo Marroquín	909	1.909	0.21	14.090	1.55	893.002	98.24	205.479	23.0	1.863	0.21	3.954	28.1	4.346
26	Gilda de Meléndez	909	2.909	0.32	32.451	3.57	873.640	96.11	163.938	18.8	5.818	0.67	7.817	24.1	5.329
27	Suriel Marroquín	909	3.000	0.33	36.360	4.00	869.640	95.67	192.072	22.1	1.636	0.19	9.999	27.5	4.528
28	Julio R. Meléndez	909	0.545	0.06	2.000	0.22	906.455	99.72	215.842	23.8	1.591	0.18	0.500	25.0	4.200
			Mínimo	0.02		0.05		95.67		18.78		0.16		20.00	4.04
			Máximo	0.35		4.00		99.86		24.77		0.67		42.29	5.33
			Promedio	0.16		1.31		98.53		21.88		0.33		25.99	4.60

En Acatenango, Chimaltenango, la relación de café maduro : pergamino oscila en el rango de 4.04 a 5.33 con una media de 4.60 kg de café maduro por kg de café pergamino. Este Amplio rango de la relación se debe en parte no solo a la eficiencia de recolección del grano (cosecha), sino que también a las variables del manejo agronómico.

## 6.3 MODELO MATEMÁTICO DE LA FUNCIÓN DE RENDIMIENTO DE CAFÉ MADURO

Al correr el modelo de regresión múltiple, se determinó que cada una de las 7 variables independientes afectan significativamente el rendimiento de café maduro en quintales por manzana a excepción de la variedad empleada o mezcla de variedades por lo ya explicado en el inciso 6.1. Los valores de "T", la probabilidad mayor a "T" ( $Pr > |T|$ ), así como el rango de valores de cada variable se presenta en el Cuadro 9.

**Cuadro 9. Variables relevantes al modelo y su nivel de significancia**

Variable	DEN	Gr N/P	Gr P/P	Gr K/P	ED	SOM	ALT
Valor de T	34.491	12.272	5.587	7.377	-9.806	11.494	5.448
Pr >  T	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Rango	3543 – 9449	18.9 - 136.1	0.0 - 41.2	0.0 - 68.7	3 - 40	30 - 70	1500 – 1700

Como se aprecia en el Cuadro 9, las probabilidades  $> |T|$  para cada una de las variables explicativas, son bajas, lo cual significa altos niveles de confianza con respecto a su aporte individual a la explicación del comportamiento del rendimiento de café maduro en quintales por manzana.

La evaluación general del modelo reporta un coeficiente de determinación de 99.22 % y al hacerle el análisis de varianza se observó un valor para el estadístico "F" de 364.37 con una  $Pr > |T|$  de 0.0001 (Anexo 1). El modelo obtenido para la función del rendimiento de café maduro en quintales por manzana propuesto, es el siguiente:

$$KGHA = 2.35DEN + 80.94Gr\ N/P + 71.38Gr\ P/P + 50.17Gr\ K/P - 75.60ED + 105.98SOM + 12.58ALT - 36563$$

**Donde:**

KGHA = Rendimiento de café maduro (kilogramos por hectárea).

DEN = Densidad de siembra (plantas por hectárea). Gr N/P = Nitrógeno aplicado (gramos por planta).

Gr P/P = Fósforo aplicado (gramos por planta). Gr K/P = Potasio aplicado (gramos por planta).

ED = Edad de la plantación (años). ALT = Altura del cafetal (msnm).

SOM = Sombra permanente del cafetal (porcentaje).

Del modelo matemático que explica el rendimiento de café maduro en kilogramos por hectárea se aprecia que a mayor densidad de siembra, mayor aplicación de los nutrientes nitrógeno, fósforo y potasio por planta, mayor sombra y mayor altura donde se ubique la plantación se tendrá también un mayor rendimiento de café maduro en kilogramos por hectárea.

De los tres nutrientes, el nitrógeno es el que mas estimula el rendimiento pues por cada gramo aplicado por planta en una extensión de una hectárea se incrementa el rendimiento en 80.94 kg, le sigue el fósforo y el potasio con un incremento de 71.38 y 50.17 kg de café maduro por hectárea. Es de notar que el incremento de café maduro a partir del incremento de la dosis de nutriente es lineal, lo cual se debe a que para generar el modelo se emplearon las

dosis de fertilizante empleadas por los agricultores en el municipio de Acatenango (Cuadro 7); el rendimiento idealizado sería con incrementos decrecientes (modelo cuadrático), pero para ello hubiera sido necesario evaluar dosis superiores a las utilizadas por los agricultores de Acatenango, lo cual no obedece a los objetivos de la presente investigación.

La edad de la plantación presenta un impacto negativo sobre el rendimiento de café maduro, de tal forma que por cada año más que tenga la plantación se reducirá el rendimiento en 75.60 kg por ha.

#### 6.4 MODELO MATEMÁTICO DE LA FUNCIÓN DE RELACIÓN DE CAFÉ MADURO : PERGAMINO

Al correr el modelo de regresión múltiple, se determinó que de las 10 variables independientes, únicamente 5 variables correlacionan con la relación maduro : pergamino. Los valores de "T" y probabilidad mayor a "T" ( $Pr > |T|$ ), así como el rango de valores de cada variable se presenta en el Cuadro 10 (Anexo 2).

**Cuadro 10. Variables relevantes al modelo y su nivel de significancia**

Variable	DEN	Gr K/P	ED	KGHA	EFC
Valor de T	-9.405	-3.104	14.350	5.703	-5.856
Pr >  T	0.0001	0.0052	0.0001	0.0001	0.0001
Rango	3543 - 9449	0.0 - 68.7	3 - 40	3441 - 16232	95.67 - 99.86

Como se aprecia en el Cuadro 10, las probabilidades  $> |T|$  para cada una de las variables explicativas, son bajas, lo cual significa altos niveles de confianza con respecto a su aporte individual a la explicación del comportamiento del factor de aprovechamiento de café maduro a pergamino.

La evaluación general del modelo reporta un coeficiente de determinación de 93.98 % y al hacerle el análisis de varianza se observó un valor para el estadístico "F" de 68.654 con una  $Pr > |T|$  de 0.0001 (Anexo 2). El modelo obtenido para la función del factor de aprovechamiento de café maduro a pergamino propuesto, es el siguiente:

$$FAMP = -0.000118DEN - 0.005933Gr K/P + 0.0437ED + 0.0000481KGHA - 0.0994EFC + 14.160239$$

Donde:

FAMP = Relación de café maduro : pergamino.

EFC = Eficiencia de recolección (porcentaje).

DEN = Densidad de siembra (plantas por hectárea).

Gr K/P = Potasio aplicado (gramos por planta).

ED = Edad de la plantación (años).

KGHA = Rendimiento de café maduro (kilogramos/ha).

La relación de café maduro : pergamino, está influenciada positivamente por la densidad de siembra, los gramos de nitrógeno aplicados por planta y la eficiencia de recolección, esto quiere decir que al aumentar el valor de éstas variables se requerirá de menos quintales de café maduro para obtener un quintal de café pergamino (se reduce la relación maduro:pergamino).

De los tres elementos nutritivos (nitrógeno, fósforo y potasio) que aplican los caficultores de Acatenango en sus plantaciones, únicamente el potasio tiene un efecto positivo sobre la relación maduro : pergamino que se pueda validar estadísticamente. Por ejemplo por cada diez gramos de potasio por planta que se aplique adicionalmente en el cultivo de café en el rango de 0.00 hasta los 68.70 gramos, es de beneficio porque implica emplear 5.933 gramos menos de café maduro para obtener un kilogramo de café pergamino. Visto de otra manera, se puede decir, que si no se aplican esos diez gramos adicionales de potasio por planta se tendrá en el recibidor (por cada kilogramo de café pergamino procesado) 5.933 gramos de café maduro que probablemente flotará, debido quizá a que el grano se encuentre malformado o vano por la falta de potasio y por lo tanto el producto final serán natas (café pinto y vano lavado).

La eficiencia de recolección es la variable independiente que mayormente contribuye a reducir el factor de aprovechamiento de café maduro-pergamino, puesto que por cada unidad porcentual en que se mejore la eficiencia en el rango de 95.67 a 99.86 %, se tendrán que emplear cerca de diez gramos menos de café maduro para obtener un kilogramo de café pergamino. En tal sentido es muy importante capacitar a los recolectores para que colecten únicamente café maduro.

## **6.5 VARIABLES INDEPENDIENTES DEL RENDIMIENTO Y FACTOR DE APROVECHAMIENTO SUSCEPTIBLES DE MANEJAR POR LOS CAFICULTORES**

Para el rendimiento de café maduro en kilogramos por hectárea, la edad de la plantación y la altura a que se encuentre son variables que el agricultor no podrá manejar fácilmente, puesto que no dependen estrictamente de él; en tanto que la densidad de siembra y la fertilización si las puede manejar. En cuanto a la relación maduro:pergamino se intersectan las variables independientes del rendimiento densidad de siembra, gramos por planta de potasio aplicado al suelo y eficiencia de recolección.

Considerando lo anterior es importante que de todas las variables del rendimiento, el agricultor considere especialmente la densidad de siembra, la fertilización y la recolección o cosecha del café, según las variables edad de la plantación y altura a que se encuentra, basándose el cada uno de los dos modelos de regresión generados.



## 7. CONCLUSIONES

- 7.1 Se generó un modelo matemático estadísticamente confiable, que explica para el municipio de Acatenango, Chimaltenango, el comportamiento del rendimiento de café maduro como sigue:
- $$KGHA = 2.35DEN + 80.94Gr\ N/P + 71.38Gr\ P/P + 50.17Gr\ K/P - 75.60ED + 105.98SOM + 12.58ALT - 36563$$
- 7.2 Se generó un modelo matemático estadísticamente confiable, que explica para el municipio de Acatenango, Chimaltenango, el comportamiento de la relación de café maduro : pergamino como sigue:
- $$FAMP = -0.000118DEN - 0.005933Gr\ K/P + 0.0437ED + 0.0000481KGHA - 0.0994EFC + 14.160239.$$
- 7.3 Las variables tanto del rendimiento de café maduro y la relación de café maduro : pergamino que el agricultor puede manejar y afectan ostensiblemente el rendimiento y factor de aprovechamiento en Acatenango, Chimaltenango, son: la densidad de plantación y el potasio aplicado al suelo de tal forma que al incrementar estas variables se incrementa el rendimiento de café maduro y se reduce la relación maduro : pergamino; la eficiencia de recolección es muy importante puesto que por cada unidad porcentual que el cortador sea más eficiente (llevar uno por ciento menos de café verde y material inerte al beneficio) se tendrán que emplear alrededor de diez gramos menos de café maduro para producir un kilogramo de café pergamino.

## 8. RECOMENDACIÓN

8.1 Se recomienda que la Asociación Nacional del Café (ANACAFE), empleen los modelos generados para el rendimiento de café maduro y relación maduro : pergamino, para lo cual deberán introducir en los modelo las variables que no pueden manejar como la edad de la plantación y la altura a la que se encuentran y luego identificar la mejor combinación de las otras variables que permita a cada caficultor obtener el máximo rendimiento y la menor relación maduro : pergamino.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. ANACAFÉ (Asociación Nacional del Café, GT). 1976. Fertilización efectiva en café. Guatemala, INTECAP / AGA / ANACAFE. 28 p.
2. \_\_\_\_\_. 1978. Programa analítico del curso de caficultura practica. Guatemala. 17 p.
3. \_\_\_\_\_. 1991. Manual de caficultura. Guatemala. 169 p.
4. Carvajal, JF. 1972. Cafeto-cultivo y fertilización. Suiza, Gebr. 141 p.
5. Chamorro, G; Cárdenas, R. 1995. Evaluación económica y de la calidad en la taza del café proveniente de diferentes sistemas de recolección manual, utilizables como práctica de control en cafetales infestados de *Hypothenemos hampei*. Cenicafé 46(3):164-175.
6. Cleves, R. 1995. Tecnología en beneficiado de café. San José, Costa Rica, Tica. p. 8-21.
7. Coste, R. 1982. El café. Barcelona, España, Blume. p. 150-200.
8. Cruz, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
9. Gutiérrez, C. 1985. Nutrición mineral del cafeto. Guatemala, INTECAP / AGA / ANACAFE. 16 p.
10. Gutiérrez, G. 1978. Manual de recomendaciones para cultivar café. 3 ed. Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Oficina del Café. 68 p.
11. Hernández, P. 1998. Manual de caficultura Guatemala. Guatemala, Asociación Nacional de Café. 247 p.
12. ICAFE (Instituto del Café, CR). 1997. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. 6 ed. San José, Costa Rica. 122 p.
13. ISIC (Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café, SV). 1996. Manual técnico del cultivo del café en El Salvador. Santa Tecla, El Salvador. 235 p.
14. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2001. Sistemas de información geográfica. Guatemala, MAGA / UPIE / PEDN. 1 CD.
15. Menchú, JF. 1985. Manual de beneficiado del café. Guatemala, ANACAFÉ. 45 p.
16. Monterroso, D. 1971. Consideraciones sobre el cultivo de café en algunas fincas de la zona sur-occidental de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 92 p.
17. Rubio, M. 1968. Historia del cultivo del café en Guatemala. Guatemala, v. 3. Sin publicar.
18. Sánchez, C. 1998. Caficultura moderna. 5 ed. Guatemala, Impresos Industriales. p. 1-37.

19. Simmons, CH; Tarano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José Pineda de Ibarra. 1,000 p.
20. Soto, B. 1978. Cultivo y manejo del cafeto: manejo integral de fincas cafetaleras. Guatemala, ANACAFE / Ministerio de Agricultura. s.p.
21. \_\_\_\_\_. 1984. Manejo productivo del café. Guatemala, INTECAP / AGA / ANACAFE. 25 p.



vo. B. Rolando Barrios.

## **10. ANEXOS**

# ANEXO 1. SALIDA DE SAS PARA LA GENERACIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN QUE EXPLICA EL RENDIMIENTO DE CAFÉ MADURO

The SAS System

1

Model: KGHAHAT

Dependent Variable: KGHA

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob>F
Model	7	214305374.23	30615053.462	364.372	0.0001
Error	20	1680430.6238	84021.53119		
C Total	27	215985804.86			

Root MSE	289.86468	R-square	0.9922
Dep Mean	7971.42857	Adj R-sq	0.9895
C.V.	3.63630		

### Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob >  T
INTERCEP	1	-36563	3180.9452097	-11.495	0.0001
DEN	1	2.356534	0.06832612	34.489	0.0001
N	1	80.949668	6.59757624	12.270	0.0001
P	1	71.383089	12.77403695	5.588	0.0001
K	1	50.177510	6.80190971	7.377	0.0001
ED	1	-75.609254	7.71250909	-9.803	0.0001
SOM	1	105.980736	9.22129776	11.493	0.0001
ALT	1	12.585777	2.30959774	5.449	0.0001

### Predicted Scores for Regression

OBS	FAV	DEN	N	P	K	ED	SOM	ALT	KGHA	KGHAHAT
1	1.06	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1524	8116	8082.81
2	1.14	6300	25.77	12.88	12.88	30	70	1575	7304	6907.41
3	1.06	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1500	7791	7780.75
4	1.67	9449	54.12	16.75	7.73	15	50	1580	16232	15718.35
5	2.76	3543	52.69	0.00	68.73	3	70	1700	8116	8087.28
6	1.70	3543	73.31	6.87	13.75	7	65	1650	5973	6026.48
7	0.73	7086	36.65	3.44	6.87	12	30	1600	6087	6101.34
8	1.70	3543	73.31	6.87	13.75	7	65	1650	6087	6026.48
9	1.06	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1530	8116	8158.32
10	2.76	3543	136.08	41.23	0.00	14	50	1560	10258	9618.78
11	0.74	7086	36.65	3.44	6.87	15	30	1520	5275	4867.65
12	2.76	3543	136.08	41.23	0.00	14	50	1620	10145	10373.92
13	0.77	7086	36.65	3.44	6.87	20	40	1500	5454	5297.69
14	0.73	7086	36.65	3.44	6.87	30	40	1500	4366	4541.60
15	1.06	7086	36.65	3.44	6.87	40	40	1500	3441	3785.51
16	1.70	3543	73.31	6.87	13.75	7	65	1660	6233	6152.34
17	2.76	3543	136.08	41.23	0.00	14	50	1625	10388	10436.85
18	1.06	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1530	8116	8158.32
19	2.76	3543	136.08	41.23	0.00	14	50	1600	10063	10122.21
20	1.06	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1515	7791	7969.53
21	1.70	3543	73.31	6.87	13.75	7	65	1645	5843	5963.55
22	1.14	6300	25.77	12.88	12.88	30	70	1575	7012	6907.41
23	1.06	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1535	8116	8221.25
24	1.67	9449	54.12	16.75	7.73	15	50	1580	15258	15718.35
25	1.70	3543	73.31	6.87	13.75	7	65	1650	5973	6026.48
26	2.76	3543	136.08	41.23	0.00	14	50	1595	9739	10059.28
27	1.06	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1518	7791	8007.29
28	1.06	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1524	8116	8082.81

## ANEXO 2. SALIDA DE SAS PARA LA GENERACIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN QUE EXPLICA LA RELACIÓN DE CAFÉ MADURO : PERGAMINO

The SAS System

1

Model: FAMPHAT

Dependent Variable: FAMP

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob>F
Model	5	4.18093	0.83619	68.654	0.0001
Error	22	0.26795	0.01218		
C Total	27	4.44889			

Root MSE	0.11036	R-square	0.9398
Dep Mean	4.60429	Adj R-sq	0.9261
C.V.	2.39693		

Parameter Estimates					
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob >  T
INTERCEP	1	14.160239	1.67575377	8.450	0.0001
DEN	1	-0.000118	0.00001253	-9.405	0.0001
K	1	-0.005933	0.00191167	-3.104	0.0052
ED	1	0.043700	0.00304519	14.350	0.0001
KGHA	1	0.000048101	0.00000843	5.703	0.0001
EFC	1	-0.099466	0.01698646	-5.856	0.0001

The SAS System  
Predicted Scores for Regression

3

OBS	FAV	DEN	N	P	K	ED	SOM	ALT	KGHA	EFC	FAMP	FAMPHAT
1	1.06	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1524	8116	97.98	4.34	4.31516
2	1.14	6300	25.77	12.88	12.88	30	70	1575	7304	99.76	5.01	5.08098
3	1.06	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1500	7791	99.86	4.19	4.11253
4	1.67	9449	54.12	16.75	7.73	15	50	1580	16232	99.62	4.39	4.52832
5	2.76	3543	52.69	0.00	68.73	3	70	1700	8116	99.58	4.04	3.95157
6	1.70	3543	73.31	6.87	13.75	7	65	1650	5973	98.39	4.33	4.46786
7	0.73	7086	36.65	3.44	6.87	12	30	1600	6087	97.54	4.45	4.39970
8	1.70	3543	73.31	6.87	13.75	7	65	1650	6087	99.82	4.22	4.33111
9	1.06	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1530	8116	98.34	4.30	4.27935
10	2.76	3543	136.08	41.23	0.00	14	50	1560	10258	99.79	5.02	4.92221
11	0.74	7086	36.65	3.44	6.87	15	30	1520	5275	99.69	4.43	4.27789
12	2.76	3543	136.08	41.23	0.00	14	50	1620	10145	99.73	5.01	4.92274
13	0.77	7086	36.65	3.44	6.87	20	40	1500	5454	96.40	4.73	4.83224
14	0.73	7086	36.65	3.44	6.87	30	40	1500	4366	97.88	5.29	5.06969
15	1.06	7086	36.65	3.44	6.87	40	40	1500	3441	99.57	5.15	5.29410
16	1.70	3543	73.31	6.87	13.75	7	65	1660	6233	99.62	4.23	4.35803
17	2.76	3543	136.08	41.23	0.00	14	50	1625	10388	98.78	5.10	5.02892
18	1.06	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1530	8116	96.26	4.47	4.48624
19	2.76	3543	136.08	41.23	0.00	14	50	1600	10063	98.44	5.12	5.04711
20	1.06	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1515	7791	99.68	4.21	4.13044
21	1.70	3543	73.31	6.87	13.75	7	65	1645	5843	99.51	4.25	4.35021
22	1.14	6300	25.77	12.88	12.88	30	70	1575	7012	97.71	5.26	5.27084
23	1.06	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1535	8116	97.25	4.39	4.38777
24	1.67	9449	54.12	16.75	7.73	15	50	1580	15258	97.85	4.58	4.65753
25	1.70	3543	73.31	6.87	13.75	7	65	1650	5973	98.24	4.35	4.48278
26	2.76	3543	136.08	41.23	0.00	14	50	1595	9739	96.11	5.33	5.26328
27	1.06	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1518	7791	95.67	4.53	4.52930
28	1.06	7086	18.90	12.03	15.46	10	60	1524	8116	99.72	4.20	4.14209



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE AGRONOMIA -FAUSAC-  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS  
 Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 48/2005

LA TESIS TITULADA:

"EVALUACION DEL EFECTO DEL MANEJO AGRONOMICO, RECOLECCION Y BENEFICIADO DEL CAFÉ SOBRE EL RENDIMIENTO Y RELACION MADURO: PERGAMINO EN EL MUNICIPIO DE ACATENANGO, CHIMALTENANGO"

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE:

ORLANDO RIGOBERTO PENSAMIENTO MONTEPEQUE

CARNE:

8816759

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES:

Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes  
 Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

  
 Ing. Agr. Freddy Rolando Hernández Ola  
 ASESOR

  
 Dr. David Monterroso Salvatierra  
 DIRECTOR DEL IIA



IMPRIMASE  
  
 Dr. Ariel Abderramán Ortiz López  
 DECANO



DMS/nm  
 c.c. Archivo  
 IIA  
 Control Académico

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 Biblioteca Central