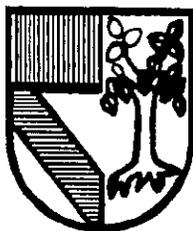


308917



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

44
2ej.

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE RECICLAJE DE AGUA PARA
EL BENEFICIADO HUMEDO DE CAFE EN MATAQUESCUINTLA,
MUNICIPIO DE GUATEMALA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA: INGENIERIA MECANICA

PRESENTA:

JAVIER ARTURO SAAVEDRA MEZA

DIRECTOR:

FIS. MARIANO ROMERO VALENZUELA

267601

MEXICO, D. F.

OCTUBRE DE 1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS Y LA VIRGEN

CON ADMIRACIÓN Y RESPETO: A MIS PADRES

CON ALEGRÍA Y ENTUSIASMO: A MIS HERMANOS:

PILAR, GERARDO, MA. CARMEN Y DAVID

A MIS AMIGOS

CON CARÍÑO:

A ANA LUISA

A TRINIDAD MONTIEL

A MIS TIOS JUAN Y ESPERANZA PEREIRA

A MI FAMILIA

A MIS ABUELITOS

POR SU COLABORACIÓN

ARQ. PATRICIA MARTINEZ

LIC. MA. CARMEN DE LA BORBOLLA

BEATRIZ CONTRERAS

ING. AURELIO AHUMADA

ING. ALFREDO TELLEZ

LA EMPRESA PARA SER DIGNA DE LLAMARSE ASÍ,

DEBERÁ:

GENERAR VALOR ECONÓMICO AGREGADO

GENERAR VALOR HUMANO AGREGADO

SATISFACER UN REQUERIMIENTO SOCIAL

GENERAR VALOR ECOLÓGICO AGREGADO

INDICE

INDICE

INTRODUCCIÓN

CAPITULO 1	1
LA INDUSTRIA DEL CAFÉ	
1.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL CAFÉ	1
1.2 CLASIFICACIÓN DEL CAFÉ	4
1.2.1 Clasificación del café en el comercio internacional	5
1.2.2 Clasificación del café de Guatemala	5
1.3 PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DEL CAFÉ	6
1.3.1 Composición del café	7
1.3.2 Proceso para la obtención del café	7
1.3.2.1 Precosecha	8
1.3.2.2 Cosecha	9
1.3.2.3 Postcosecha	16
1.4 CALIDAD DEL GRANO DE CAFÉ	17
1.4.1 Deficiencias en el grano del café	20
1.5 PRODUCCIÓN DEL CAFÉ	21
1.5.1 Producción mundial del café	21
1.5.2 Balanza comercial del café en Guatemala	22
1.5.3 Producción nacional del café en Guatemala	23
1.5.3.1 Precio del café	24
1.6 COMPETENCIA DEL CAFÉ	27
1.7 DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DEL CAFÉ	27

CAPITULO 2	29
MATAQUESCUINTLA, MUNICIPIO DE JALAPA, GUATEMALA	
2.1.1 ENTORNO FÍSICO DE MATAQUESCUINTLA	29
2.1.1.1 Marco geográfico	31
2.1.1.2 Marco social	33
2.1.1.3 Marco de servicios e infraestructura local	33
2.1.2 ENTORNO PRODUCTIVO DE MATAQUESCUINTLA	34
2.1.2.1 Capacidad instalada de beneficios en Mataquescuintla	34
2.1.2.2 Cadena productiva de Mataquescuintla	35
2.1.2.3 Contaminación generada	37
2.1.2.4 Administración y financiamiento de la producción	39
2.2 DIAGNÓSTICO DE MATAQUESCUINTLA	40
CAPITULO 3	43
DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA "ASM" PARA APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS Y AGUAS RESIDUALES DEL BENEFICIADO HÚMEDO DE CAFÉ	
3.1 CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	43
3.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA "ASM" PROPUESTO	47
3.2.1 Premisas a cumplir	48
3.2.2 Procesos del sistema	48
3.2.2.1 Proceso de beneficiado húmedo de café	50
3.2.2.2 Procesos de tratamiento y reuso de aguas residuales	54
3.2.3 Organización orientada a la producción	63
3.3 DESCRIPCIÓN DE USOS DE SUBPRODUCTOS Y AGUAS RESIDUALES RECICLADAS EN EL SISTEMA "ASM"	64
3.3.1 Usos potenciales de subproductos generados en el sistema "ASM" durante el beneficiado húmedo de café	64
3.3.2 Usos potenciales del agua tratada en el sistema "ASM"	65
3.4 EVALUACIÓN FINANCIERA	65
3.4.1 Parámetros para las proyecciones financieras	65
3.4.2 Resultados de proyecciones financieras	73

CONCLUSIONES	74
BIBLIOGRAFÍA	77
ANEXOS	
A) DEFICIENCIAS EN EL GRANO DEL CAFÉ	i
B) PARÁMETROS DE DESCARGA DE AGUAS SERVIDAS EN EL BENEFICIADO HÚMEDO DE CAFÉ.	vii
DIAGRAMAS	
1.1 COMPOSICIÓN DEL FRUTO DEL CAFETO	7
1.2 ETAPAS DEL BENEFICIADO DE CAFÉ	11
1.3 BENEFICIADO DEL CAFÉ, MÉTODO TRADICIONAL	12
3.1 SISTEMA "ASM"	49
3.2 BENEFICIADO DE CAFÉ PROPUESTO	51
3.3 INTEGRACIÓN DE PROCESOS DE AGUA DEL SISTEMA "ASM"	55
3.5 PRIMERA ETAPA: TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	60
3.6 SEGUNDA ETAPA: RECIRCULACIÓN DE AGUA	62
GRÁFICA	
1.1 COMPORTAMIENTO DEL PRECIO DEL CAFÉ A NIVEL INTERNACIONAL	26
MAPAS	
2.1 REPÚBLICA DE GUATEMALA	30
2.2 MATAQUESCUINTLA, JALAPA	30
2.3 RIOS DE MATAQUESCUINTLA	32

TABLAS

1.1 VARIEDADES DEL CAFÉ	4
1.2 CLASIFICACIÓN DEL CAFÉ EN EL COMERCIO INTERNACIONAL	5
1.3 CLASIFICACIÓN GENERAL DEL CAFÉ DE GUATEMALA	5
1.4 CLASIFICACIÓN DE CAFÉ DESTACADO POR SU CALIDAD EN GUATEMALA	6
1.5 CALIDADES EN MEZCLAS DEL CAFÉ	16
1.6 REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DEL CAFÉ	17
1.7 PRODUCCIÓN MUNDIAL DEL CAFÉ	21
1.8 PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE CAFÉ	21
1.9 EXPORTACIÓN INTERNACIONAL, SEGÚN CLASIFICACIÓN	22
1.10 EXPORTACIÓN DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS DE GUATEMALA	22
1.11 PRINCIPALES PAÍSES CONSUMIDORES DEL CAFÉ DE EXPORTACIÓN DE GUATEMALA	23
1.12 PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN GUATEMALA POR DEPARTAMENTO	24
1.13 PRECIOS DEL CAFÉ A NIVEL MUNDIAL	25
1.14 CICLO DE COTIZACIONES DEL CAFÉ SEGÚN TIPO DE CAFÉ	25
1.15 COMPETENCIA DEL CAFÉ	27
1.16 CONSUMO POR TIPO DE CAFÉ	28
2.1 CAPACIDAD INSTALADA DE LOS BENEFICIOS DE MATAQUESCUINTLA	35
2.2 PRODUCCIÓN DE LA COSECHA 1994-95	36
2.3 PROCESO DE BENEFICIADO EN MATAQUESCUINTLA	37
3.1 VARIABLES ESPERADAS EN EL TRATAMIENTO DE AGUA	61
3.2 PRODUCCIÓN ESPERADA	63
3.3 USOS DE SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ	64
3.4 USOS POTENCIALES DEL AGUA RECICLADA	65
3.5 PROYECCIONES DEL BALANCE GENERAL	69
3.6 PROYECCIONES DEL ESTADO DE RESULTADOS	70
3.7 AMORTIZACIONES	71
3.8 PREMISAS DEL ESTADO DE RESULTADOS	72

INTRODUCCION

INTRODUCCIÓN

En esta tesis se pretende mostrar una solución al problema de la contaminación ambiental generada por el inadecuado uso de los subproductos y aguas mieles, producido durante el beneficiado húmedo de café y vertidos en forma de aguas residuales en los ríos.

En el mundo, después del petróleo el café es el producto que genera el mayor ingreso de divisas para los países productores, adoptando el nombre de grano oro por considerarlo base de la economía. Guatemala no es la excepción a ello, cuenta con una industria de más de 200 años, que está en constante crecimiento.

Durante 1994, el café generó US 454.10 millones de dólares, contribuyó con cerca del 7% del PIB y ocupó el primer lugar de las exportaciones de la actividad agropecuaria. La buena calidad del café de Guatemala permitió situarla durante 1994 en quinto lugar de los principales productores de café en el mundo, México quedó en cuarto.

La vertiginosa carrera, en que se compite por obtener productos de buena calidad para los mercados locales y de exportación, ha contribuido a que nuestra generación enfrente una de las crisis más severas en el entorno global ambiental

Las tecnologías empleadas tradicionalmente se han fundamentado en dos supuestos: que los recursos naturales son infinitos y que hay sustitución perfecta de insumos en virtud de la ininterrumpida innovación técnica.

A la sombra de tales premisas, se ha deteriorado no sólo la base de recursos naturales, sino también el ambiente en el campo y las ciudades. Nuestro alcance para solventar algunas de sus consecuencias comienza a sentirse fuera de nuestras manos. Se estima que se requerirían US 40,000 millones de dólares para atender sólo los graves problemas ambientales en las áreas urbanas.

Una de las condiciones para solucionar los problemas de contaminación, es entender la evolución de las comunidades y los ecosistemas, nuestros hábitos de consumo y de forma de vivir; todos ellos tienen un pasado, un presente y un futuro ambiental en el desarrollo de la tecnología.

La tesis se ha dividido en tres partes. La primera se centra en el café: origen del café; su historia en Guatemala la cual muestra el cambio de actitud en la forma de vivir y de pensar en torno a dicho producto: en 1803, el gobierno impulsa el desarrollo del café al observar que es un negocio lucrativo y 200 años después enfrenta severos problemas de tipo ecológico; se hace una descripción del producto (café), su proceso de obtención y los problemas que se presentan durante su desarrollo; su importancia en el mercado mundial y la forma de comercializarlo y distribuirlo como producto final.

La segunda parte describe lo más relevante de la cuenca de Mataquescuintla, municipio de Jalapa, Guatemala: su entorno físico, social, servicios e infraestructura local y entorno productivo del café. Se hace un diagnóstico general de la problemática del beneficiado de café que enfrenta el municipio Mataquescuintla, objeto de estudio en este trabajo.

En la tercera parte, se introduce el tema de la contaminación, se trata de mostrar que como ingenieros, no podemos prescindir de la ecología al desarrollar nuevas tecnologías, tenemos la *grave responsabilidad de participar en ello*.

Se presenta la propuesta del sistema "ASM" para reducir los dos principales problemas de Mataquescuintla: Alto volumen de agua manejado en el beneficiado del café y manejo inadecuado de la carga contaminante: pulpas y aguas mieles, vertidas en forma de aguas residuales en los ríos. Se concluye con una propuesta financiera del sistema presentado.

Durante el desarrollo de la tesis se trató de emplear una lógica adecuada en cada etapa del proceso, el ordenamiento de diversas tecnologías existentes y la experiencia de gente involucrada en procesos biológicos, químicos y mecánicos.

CAPITULO 1
LA INDUSTRIA DEL CAFÉ

CAPITULO 1

LA INDUSTRIA DEL CAFÉ

En este capítulo se describe el origen del café, la descripción del producto y el proceso para la obtención del café. Posteriormente se describe la producción mundial, los problemas que se presentan para su desarrollo y la forma de comercializar y distribuir el café como producto final.

1.1 ANTECEDENTES HISTORICOS DEL CAFÉ

Existen dos versiones para describir el origen de la palabra café: la primera indica que proviene de los mahometanos, con esta palabra llamaban "Kahoueh" para designar a las bebidas alcohólicas, los turcos la pronunciaban "Kahveh" y al comercializarlo tomó en castellano el nombre de café. La segunda versión indica que proviene de la región de Kafa, localidad donde se cosechaba el café.

El origen de la planta proviene de Etiopía, donde fue descubierto e ingerido por Kaldi (pastor de cabras que vivía en la Provincia de Kafa, Etiopía). De allí fue llevado a Arabia, Lejano Oriente y después a Europa.

En 1714 el grano del café llegó a América proveniente de Holanda con destino a las Antillas Holandesas. Durante 1720 desde Francia se enviaron más plantas hacia La Martinica, México, Colombia, Venezuela y Antillas.

Durante 1773, llegaron las primeras plantas a Guatemala por iniciativa de sacerdotes jesuitas para festejar la elevación de la Catedral a la categoría de Metropolitana, y entonces se consumió públicamente por vez primera el café en Guatemala.

En 1800, Don Juan Rubio y Gemir realizó el primer intento de producción formal de café en Guatemala en un valle cercano a la capital actual.

Durante 1803 la Real Orden exonera de la Alcabala¹ al café durante 10 años, y para 1827 reglamenta esta exoneración del pago de diezmos y de todo derecho a impuestos, quedando el café como cultivo.

En 1835, se decreta una ley que permite el fomento del cultivo del cafeto² en diferentes zonas del país: "se darán doscientos pesos al primer agricultor que coseche cien quintales de café, cien al segundo, cien al tercero y cien al cuarto".

Durante 1853 se decreta otra ley que permite el inicio de las exportaciones del café de Guatemala: "Se dará un premio de 25 pesos por cada mil cafetos que se planten y estén en

¹ Impuesto

² Planta del café

estado de cosecha y 2 pesos por cada quintal que se exporte por 10 años". Al final de 1858, se exportaron 480 quintales de café a Europa.

En 1871, el cultivo del cafeto se constituyó como renglón principal de la economía de la nación.

Durante 1908, se dio un gran impacto al desarrollo del comercio del café con la apertura del Ferrocarril Interoceánico de Guatemala.

En 1910, los guatemaltecos Federico Lehnoff y Eduardo Cabarrús desarrollaron la fórmula de café soluble, que actualmente se utiliza en el mundo.

A partir de 1928, surgen varias asociaciones: Asociación General de Agricultores de Oriente, Asociación General de Agricultores y la Asociación de Caficultores de Occidente.

A finales de 1960 se crea la Asociación Nacional del Café (ANACAFE), conformada actualmente por los productores guatemaltecos de café. Es una institución pública, no lucrativa que busca apoyar, proteger y promover la producción nacional del café.

1.2 CLASIFICACIÓN DEL CAFE

La clasificación del grano de café depende principalmente de la altura y el clima donde se cultive la plantación. Generalmente el café se cultiva a partir de la línea Ecuatorial entre 20° y 25° Latitud Norte del Trópico de Cáncer y entre 24° y 25° Latitud Sur del Trópico de Capricornio.

ORDEN: Rubiales

FAMILIA: Rubiáceas

GENERO: Coffea (L)

ESPECIE: Existen más de 100 especies conocidas, de las cuales las más representativas son: Arábica, Canephora (Robusta) y Libérica

VARIEDAD: De acuerdo al origen del cafeto, éste se clasificará como se indica en la tabla 1.1, destacando los cafetos de porte bajo por tener mayor cantidad de frutos por bandola (rama).

CAFETO	ESPECIE	PLANTAS/Hectárea
Porte Alto (2-3 m de altura)	Borbón, Arábica y Moragogipe	3,570
Porte Bajo (1.7-2.3 m de altura)	Derivados de anteriores, Catuai, Caturra y Catimor	5,000 - 10,714

Fuente: Hombres de café, revista ANACAFE, 1995

1.2.1 Clasificación del café en el comercio internacional

El café comercialmente se clasifica por grupos, dependiendo del país de origen, como se muestra en la tabla siguiente:

TABLA 1.2 CLASIFICACIÓN DEL CAFÉ EN EL COMERCIO INTERNACIONAL	
GRUPO	TIPO
Arábigos lavados (suaves)	Colombia, Centroamérica y Kenia
Brasileños (suaves no lavados)	Brasil
Robustas	Africanos, brasileños y otros.

Fuente: Hombres de café, revista ANACAFE, 1995

1.2.2 Clasificación del café de Guatemala

En Guatemala se produce café arábigo lavado que abarca una amplia gama de tipos de café, los mas producidos se muestran en la tabla siguiente:

TABLA 1.3 CLASIFICACIÓN GENERAL DEL CAFÉ DE GUATEMALA		
TIPO DE CAFÉ	ALTURA [m/snm]	MES DE COSECHA
Prima lavado	600-900	Septiembre y Octubre
Extra prima lavado	900-1,000	Septiembre y Octubre
Semi duro	1,100-1,225	Octubre y Noviembre
Duro	1,225-1,400	Diciembre y Enero
Estrictamente duro	>1,480	Abril

Fuente: Hombres de café, revista ANACAFE, 1995

Dentro de esta gama de tipos de café de Guatemala, existen cinco regiones que han destacado por las cualidades excepcionales que han infundido en su café (ver tabla 1.4), lo que les ha valido para que estos tipos de café lleven el nombre de estas regiones donde se producen, y así sean reconocidos mundialmente como café de buena calidad.

Los agentes físicos que han determinado las características especiales a estos tipos de café, dependen de la región geográfica en que se desarrollan: Microclimas, riqueza mineral de los suelos, altura sobre el nivel del mar y las técnicas de procesamiento.

TABLA 1.4
CLASIFICACIÓN DE CAFÉ DESTACADO POR SU CALIDAD EN GUATEMALA

TIPO DE CAFE	HUMEDAD RELATIVA [%]	PRECIPITACIÓN PLUVIAL [mm/año]	TEMPERATURA [°C]	ALTURA [m/snm]
Atitlán	70-80	4,000-5,900	22	1,200-1,800
Antigua	70	5,000-6,000	19-22	1,400-1,700
Cobán	80-90	3,000-3,500	15-23	1,200-1,500
Fraijanes	60	1,500	22	1,200-1,500
Huehuetenango	70	5,000-6,600	23	1,500-2,000

Fuente: Hombres de café, revista ANACAFE, 1995

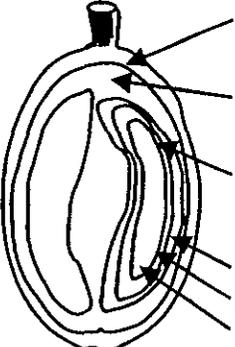
1.3 PROCESO DE TRANSFORMACION DEL CAFÉ

El proceso que se sigue para la obtención del café incide de forma total en su calidad, el cual permite conservar y mejorar todas las características deseables inherentes al producto: su productividad (tamaño, cantidad y uniformidad del grano) y su rendimiento (relación que se obtiene de café cereza/ café oro).

En el Anexo A se presenta un resumen de las deficiencias que se obtienen durante la etapa del beneficiado: granos con daño físico-mecánico y sabores extraños.

1.3.1 Composición del café

El cafeto, árbol tropical cuyo crecimiento dura aproximadamente de 8 a 10 meses, dependiendo de la especie. El tamaño del fruto puede compararse al de una cereza, de ahí viene el nombre. La composición del fruto del cafeto se muestra en el diagrama 1.1. En la columna "producto", se indica el nombre, y sus sinónimos, que adquiere el café durante el proceso de beneficiado: café fruta al inicio y café oro al final del beneficiado (la flecha indica la secuencia). La columna "subproducto" y el dibujo del diagrama, están indicando la ubicación del mismo, partiendo del café fruta.

DIAGRAMA 1.1 COMPOSICIÓN DEL FRUTO DEL CAFETO			
SUBPRODUCTO			PRODUCTO
	Pulpa, cáscara (Endocarpio o pellejo)	40%	Café fruta, cereza, uva o capulín
	Mucílago (Mesocarpio o pectina)	22%	Café despulpado
	Cascabillo (Endocarpio o pajilla) Película plateada (Espermodermo)	18%	Café pergamino
	Endospermo Cotiledón Embrión	20%	Café verde o café oro

1.3.2 Proceso para la obtención del café

En cada una de las fases que integran el proceso para la obtención del café se deben conservar intactas las cualidades del grano, así como las características de la zona productora del cafeto.

El producir cosechas abundantes y ofrecer al mercado un grano de excelente preparación, tueste y condiciones de taza, tiene gran incidencia en el prestigio y economía nacional de los países productores.

Para fines prácticos el proceso que se sigue hasta obtener el grano se dividirá en tres etapas:

PRECOSECHA → COSECHA → POSTCOSECHA → CAFÉ
 Preparación Pizca, beneficiado Fertilización

1.3.2.1 Precosecha

Comprende las condiciones agroecológicas para el cultivo del cafeto, las cuales determinarán posteriormente las cualidades intrínsecas del grano de café siendo éstas:

Altitud	Puede modificar la acidez y el tamaño del café. Las zonas óptimas cafetaleras se encuentran en una franja de 1,000 a 1,500 m. sobre el nivel del mar.
Suelos	Puede variar la fertilidad del cafeto. Los mejores suelos contienen cenizas volcánicas recientes.
Lluvia	Incide en la floración del cafeto y por tanto en su cosecha.
Temperatura	Puede modificar el tamaño del cafeto.
Tecnología	Permite adaptar el cultivo a las características de cada zona, variando la densidad de siembra y el manejo de la planta.

1.3.2.2 Cosecha

El período de cosecha está en relación directa con el beneficiado y la época de lluvias, variando ésta según el tipo de café; por lo general comienza en octubre y finaliza en marzo.

Los aspectos a considerar en esta etapa son: la pizca y el beneficiado.

A) Pizca Es la recolección selectiva de granos. Se recolecta únicamente los granos con maduración total, éstos se caracterizan por tener un color rojo intenso. Esta recolección se realiza en dos o tres etapas. El inicio y final de la cosecha incide en el desmejoramiento de la calidad de la pizca, ya que baja sensiblemente el rendimiento de los cafetos y ocasiona la mezcla de café maduro con café verde o de calidad inferior. Los principales factores que inciden en la recolección son:

Maduración Durante la misma, ocurren transformaciones en el interior del grano: degradación de la clorofila; síntesis de los pigmentos, reducción de los compuestos fenólicos, disminución de la astringencia y aumento de los compuestos volátiles³.

Tamaño de frutos No existe relación para mantener constante el tamaño de los frutos durante la cosecha, aun en el caso de sembrar una sola variedad de café en determinada zona, y bajo idéntico manejo de plantación.

³ Ésteres, aldehídos, cetonas y alcoholes.

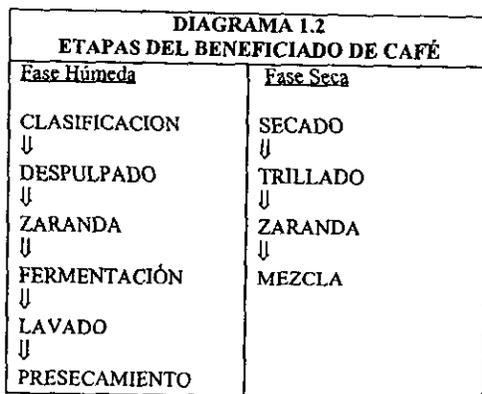
Un factor que puede modificar el tamaño, es la temporada de lluvias que prevalece durante la cosecha, cuando se logra que la pulpa y el mucilago se hidraten con facilidad y rapidez, debido a su higroscopicidad⁴.

Temporada de Recolección Si hay lluvias intensas o continuas durante la época de cosecha, los frutos se hinchan, revientan y caen. En caso de cosechar después de un período lluvioso o pasada la maduración óptima, el fruto pierde volumen y peso, quedando un alto porcentaje de granos defectuosos como: vanos y flotes, caracoles y granos mal formados o dañados.

B) Beneficiado Simultáneamente a la etapa anterior, en la que se trata de conservar las cualidades del fruto al seleccionar cuidadosamente el grano del café, se realiza el proceso de beneficiado en el que se libra la batalla más pesada, y la mayor parte de los caficultores se quedan en el camino por falta de infraestructura.

Existen dos etapas en el proceso del beneficiado del café: “fase húmeda” y “fase seca”, las cuales se muestran en el diagrama 1.2.

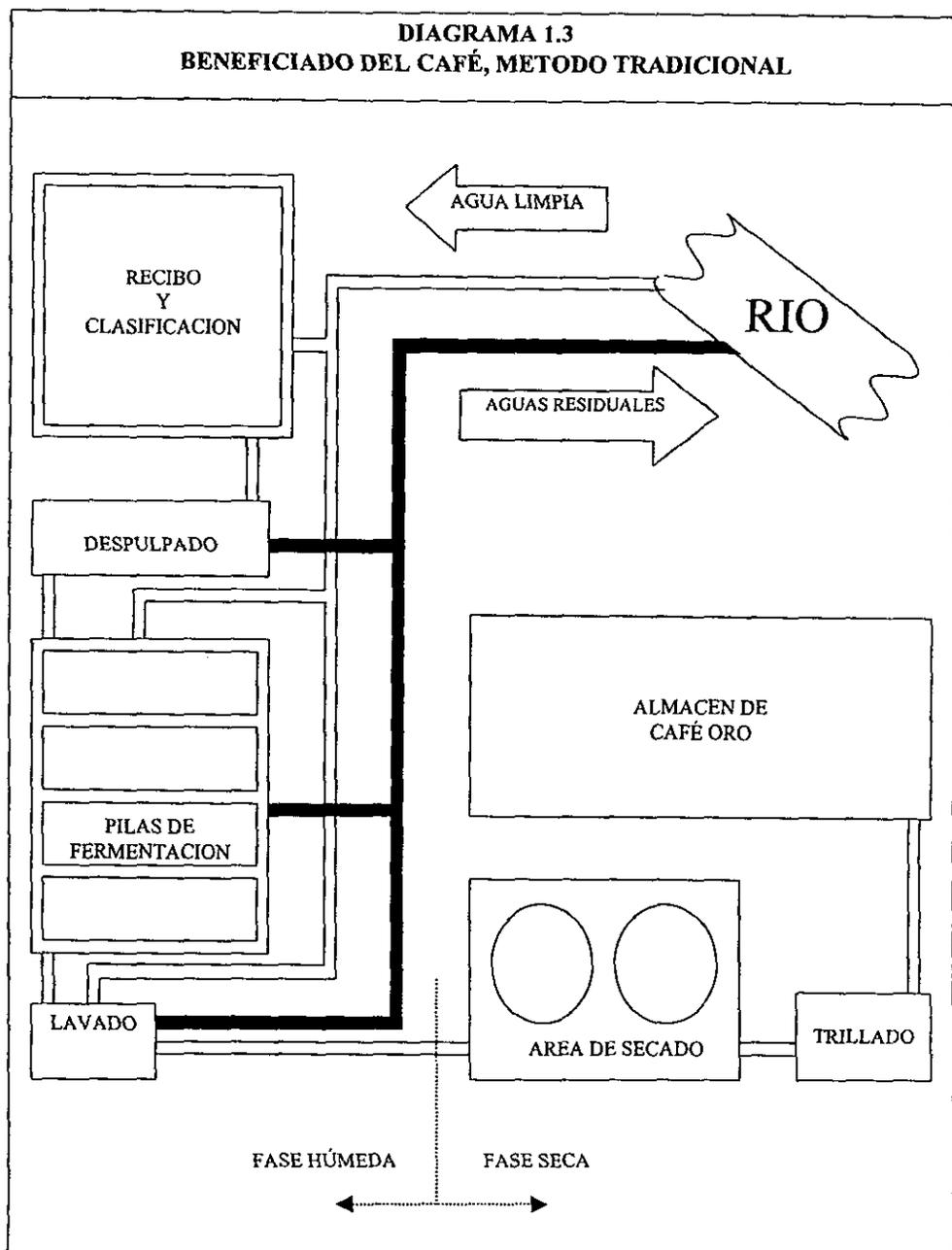
⁴ Propiedad de un cuerpo de absorber agua



Se estima que en Guatemala actualmente existen alrededor de 4,500 beneficios húmedos, que operan cerca de siete meses, inician operaciones en octubre y finalizan en abril. La mayoría de ellos se encuentran en el interior de las fincas, y los demás, en diversos centros de acopio distribuidos en el país.

El diagrama 1.3 muestra el método tradicional del beneficiado húmedo de café, empleado en Guatemala.

DIAGRAMA 1.3
BENEFICIADO DEL CAFÉ, METODO TRADICIONAL



- 1) Fase húmeda Después de recolectar el fruto maduro del cafeto, se sigue un proceso en el cual se utiliza el agua como medio para transportar y operar el sistema, de ahí viene la palabra "húmeda".
- Clasificación Se llena de agua el tanque clasificador y se vacía en él los granos de café cereza. Por medio de la gravedad el grano se clasificará: los granos de café maduros caen al fondo del sifón, mientras que los verdes y vanos quedarán en la superficie.
- Despulpado Posterior a la clasificación, se provoca un vacío al bajar el nivel de agua, lo que se aprovechará para que el café maduro pase al área de despulpado. El grano se hace pasar entre unos discos dentados, que al girar ejercen una presión suficiente para expulsar el grano del café cereza, los que caen en una criba⁵. Estos discos están cubiertos de una camisa, la que evita que salgan disparados los granos.
- Zaranda Una vez realizado el despulpado, el grano del café y la pulpa se separan en la zaranda⁶, los granos tamizados se conducen a través de un canal con agua a las pilas de fermentación. En algunas empresas la pulpa y algunos cafés cereza que no se despulparon en la zaranda, se hacen pasar nuevamente por la despulpadora.

⁵ Lámina perforada que sirve de filtro.

⁶ Máquina que sacude horizontalmente la criba.

Fermentación Los granos permanecen en las pilas de fermentación el tiempo necesario hasta que se logra cierta separación del mucílago del grano.

Lavado Los granos son llevados con ayuda de bombas centrífugas, a través de tubería con tornillos a la línea de correteo, se realizan tanto el desprendimiento total del mucílago, como un primer lavado del grano sin mucílago.

La línea de correteo escalonado, permite la limpieza final del grano y la clasificación del grano en primera (el grano más pesado), segundas y natas (desperdicio).

Presecamiento Posteriormente se seca el grano, con secadores verticales de flujo continuo, guardiolas o secadoras estáticas, hasta “dar el punto”⁷. Para poder almacenar por calidades el grano en sacos o a granel, durante periodos más o menos prolongados, se necesita que el grano se encuentre cerca de 11.5% de humedad. En zonas de baja humedad es conveniente dejar el café con mayor contenido de humedad (15%).

⁷ Expresión propia del medio caficultor, con ella se indica que la concentración de grasa del café es la apropiada. Se observa un punto negro en un extremo del grano.

- 2) Fase seca En el momento que el caficultor decide vender el grano, será necesario continuar con el proceso en un medio seco, en esta ocasión se utilizará la gravedad y tornillos sin-fin como medios para pasar el grano de un proceso a otro.
- Secado Durante esta fase se hace pasar el grano a la secadora, y en ella permanecerá hasta el momento en que se seque el pergamino y se pueda pasar a la trilladora.
- Trillado Se hace pasar los granos por discos que ejercen presión contra el grano hasta separar el pergamino del grano.
- Zaranda Se elimina el pergamino del grano, al hacerlos pasar por una zaranda que utiliza aire caliente, con flujo ascendente, pasando únicamente los granos por la malla libre. El producto obtenido hasta este momento es el llamado café oro.
- Mezcla Dependiendo de la calidad ofrecida por el caficultor, se realizará la mezcla de café de acuerdo a las calidades mostradas en la tabla 1.5 y posterior a esto se llevará a tostar y moler los granos.

CALIDAD	DENOMINACIÓN	DEFECTOS /cm2
Primera	Europea	1
Segunda	Americana	7
Tercera	Natas	Resto

Fuente: Beneficio Arriola de Cobán

Tueste Durante este proceso, se causa una serie de cambios químicos complejos al café oro, el cual pierde humedad, se torna amarillo y duplica en tamaño. Comienza a tomar color café claro hasta volverse oscuro, dependiendo de el tiempo y la cantidad de calor que se le dé y los tipos de granos elegidos.

1.3.2.3 Postcosecha

Esta etapa es de gran importancia, ya que en ella se prepara el cafetal para la siguiente cosecha. Aunque no se pueda garantizar un tamaño estándar del grano del café, el abono y nutrición del cafetal evita que disminuyan tanto el tamaño como la producción del grano de café.

A) Fertilización Al fertilizar se produce más en la misma extensión de terreno, pues se tiene un mejor desarrollo de la floración, así como control de plagas y enfermedades que pueden afectar el crecimiento de los cafetos y los frutos.

Macronutrientes Son los nutrientes primarios esenciales para el crecimiento normal de la planta, como Nitrógeno, Fósforo y Potasio. La deficiencia de cualquiera de ellos puede causar bajas en la producción en el cultivo del café, así como una

cosecha de mala calidad. Cada planta tiene sus propias necesidades, dependiendo del lugar de crecimiento, clima y clase de planta.

Micronutrientes La planta consume algunos nutrientes en menores proporciones, como Calcio, Magnesio, Azufre, Cobalto, Hierro, Manganeseo, Sodio, Zinc, Boro, Cloro y Cobre.

El requerimiento nutricional sugerido para rendimiento de 40qq. de café en una superficie cercana a una hectárea se muestra en la tabla siguiente:

NUTRIENTE	CANTIDAD [grs.]	NUTRIENTE	CANTIDAD [grs.]
N	500	Cl	---
P ₂ O ₅	150	B	0.30
K ₂ O	200	Cu	0.08
Ca	100	Fe	0.80
Mg	20	Mn	0.40
S	20	Zn	0.20

Fuente: Beneficio Arriola de Cobán

1.4 CALIDAD DEL GRANO DE CAFÉ

En cada una de las fases del proceso para la obtención del café, se deben conservar intactas las cualidades del grano, así como las características de la zona productora del cafeto. La deficiencia en el desarrollo de cualquiera de las mismas, dañará la calidad y en consecuencia, afectará severamente la aceptación y el precio del producto en los mercados nacional e internacional.

El catador es el profesional especializado en clasificar la calidad de los granos de café. Cuida que las mezclas se ajusten a las exigencias de los mercados consumidores (nacional e internacional), de acuerdo a los requerimientos y parámetros de la Organización Internacional del Café (OIC).

Algunas características que permiten definir el concepto global de calidad, dependen en gran medida de elementos subjetivos que el catador desarrolla:

- Amplia cultura del café;
- Experiencia y sensibilidad-paladar;
- Capacidad de expresar en palabras las sensaciones que su paladar le transmite;
- Detectar y evaluar la presencia y la gravedad de los defectos físicos y de taza;
- Capacidad de asesorar y recomendar al productor para mejorar la calidad de su cosecha, indicándole en qué parte del proceso pueden existir fallas que provocan defectos en la taza, así como para optimizar su cosecha especialmente en el corte del grano, beneficiado⁸ húmedo y seco.

Para verificar la calidad del grano de café el catador realiza dos pruebas:

PRIMERA PRUEBA: a) Se toma un puño de granos, se verifica su olor y se observa el aspecto físico del pergamino.

⁸ Proceso de preparación del grano de café para el consumo.

b) Se realiza la trilla en mano (se frota ligeramente los granos en la mano hasta separar la piel del mismo) y se observa tanto el estado físico del grano como el punto (grasa concentrada en un solo punto, generalmente es de color grisáceo).

SEGUNDA PRUEBA: Se lleva a cabo mediante la catación de la taza, dicha prueba es aceptada internacionalmente para definir la calidad del café. Consiste en tomar una porción de grano, moler y preparar el brevaje ("la taza"). Posteriormente, el catador degustará y realizará pruebas organolépticas⁹ o sensoriales, y se valorarán las características propias del café que se detallan a continuación:

- a) Aroma Sirve para clasificar el café de calidad con adjetivos como discreto, bueno, muy bueno y excelente. El café de altura está libre de aromas defectuosos como: de madera, verde, frutado, fuerte, fermentado, sobre fermentado, stinker (malolientes), río (fenólico, medicinal), cebolla, goma, raíz, tierra, rancio y metálico.
- b) Cuerpo Se relaciona con las propiedades físicas de la bebida, perceptible con la mayor o menor densidad de la bebida. Esta percepción puede ser desde ligera hasta muy densa o espesa, dependiendo del origen del

⁹ Pruebas relacionadas a los sentidos del gusto y del olfato.

café empleado y del método de preparación. Esta propiedad es aplicada en el mismo sentido que los vinos.

c) Sabor

Se cualifican tanto la acidez como la amargura:

Acidez

Se percibe como una aspereza en el paladar que no permite el movimiento libre de la lengua. Una mayor aspereza se asocia a una mayor acidez. La baja acidez, es la característica más apreciada en la comercialización internacional del café y por consiguiente la mejor pagada. En términos de pH, el café es una de las bebidas menos ácidas que se consumen.

Amargura

Durante el tueste, los azúcares se caramelizan dando al grano el sabor amargo característico. Para poder clasificarlo como café de altura no debe ser muy amargo.

1.4.1 Deficiencias en el grano del café

En el anexo A se presentan las principales deficiencias que enfrentan los caficultores al buscar la calidad durante las diferentes etapas que involucra la cosecha del café y son: enfermedades del café y granos defectuosos.

1.5 PRODUCCIÓN DEL CAFÉ

En el mundo, después del petróleo, el café es el producto que genera la mayor entrada de divisas para los países productores. Conocido como grano oro por considerarse base de la economía. Se infiere que la oferta de cualquier producto tiene que ver con la capacidad de producción del mismo y su capacidad de exportación.

1.5.1 Producción mundial del café

En más de cincuenta países de América, África y Asia el café es el producto tradicional de las regiones tropicales. En la tabla 1.7 se muestra la producción mundial del café.

TABLA 1.7
PRODUCCIÓN MUNDIAL DEL CAFÉ*

REGIÓN	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94
Sudamérica	32.348	38.017	42.176	32.907	31.276
África	18.465	16.016	16.679	13.839	13.285
Asia y Oceanía	10.104	11.061	11.296	11.351	12.361
TOTAL	75.944	78.814	84.744	72.471	70.019

* Cifras en miles de qq. de café oro

Fuente: *Hombres de café*, revista ANACAFE, 1995

En la tabla 1.8 se muestra la producción de café alcanzada por los seis productores más importantes del mundo, ordenada de acuerdo a la cosecha de 1993/94.

TABLA 1.8
PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE CAFÉ*

PAÍS	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94
Brasil	8,035	8,151	10,985	7,029	8,549
Colombia	5,591	5,329	6,058	7,306	6,069
Indonesia	2,007	2,121	1,539	2,037	1,927
México	2,389	1,475	1,358	1,087	1,576
Vietnam	431	724	908	1,807	968
TOTAL	20,238	19,004	22,174	20,780	20,546

* Cifras en miles de qq.¹⁰ de café oro

Fuente: USDA¹¹ world coffee situation FCOF 2-93, diciembre 1993

¹⁰ qq. = quintales (contiene 45.36 kgs.)

En la tabla 1.9 se muestra la exportación de café internacional de acuerdo a la calidad de café:

TABLA 1.9
EXPORTACIÓN INTERNACIONAL
SEGÚN CLASIFICACIÓN*

CLASIFICACIÓN	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93
Arábigos lavados	16,212	13,262	14,225	16,080
Arábigos no lavados	8,570	8,353	11,159	7,355
Robustas	6,156	7,091	6,228	8,406
TOTAL	30,938	28,706	31,612	31,841

* Cifras en miles de sacos de qq. de café oro
Fuente: OIC EB-3466/94. Marzo 29 de 1994

1.5.2 Balanza comercial del café en Guatemala

En Guatemala la actividad agropecuaria es la base de la economía, que durante 1994 contribuyó con el 25% del PIB¹². En la tabla 1.10 se muestra la importancia del café en la economía de Guatemala, que indica que su exportación ocupó el primer lugar en exportaciones como producto en la agroindustria guatemalteca.

TABLA 1.10
EXPORTACIÓN DE PRODUCTOS AGRICOLAS DE
GUATEMALA*

PRODUCTO	1990	1991	1992	1993	1994
Azúcar	146.71	143.17	148.69	124.39	219.76
Plátano	82.91	75.80	108.86	107.62	122.49
Cardamomo	26.81	28.96	25.09	30.79	89.75
Carne	28.66	26.10	13.18	14.83	11.49
Algodón	32.23	19.70	13.94	12.56	9.87
Otros	355.20	447.47	543.75	581.42	811.96
TOTAL	984.37	1,069.39	1,093.14	1,109.70	1,719.43

* Cifras en millones de dólares
Fuente: Hombres de café, revista ANACAFE, 1995

¹¹ Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica.

¹² Producto Interno Bruto.

Durante el período de 1994, Guatemala obtuvo una producción de 4.1 millones de qq oro, que generaron un ingreso aproximado de 454.11 millones de dólares en divisas por exportación. Los principales consumidores del café de exportación a nivel mundial para Guatemala se muestran en la tabla siguiente:

TABLA 1.11
PRINCIPALES PAISES CONSUMIDORES DEL CAFÉ DE
EXPORTACIÓN DE GUATEMALA*

PAÍS	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94
USA	2,504	1,938	2,242	2,559	1,682
Alemania	632	399	496	830	720
Japón	202	288	263	350	474
Italia	178	219	183	232	201
Holanda	231	222	239	202	186
Otros	706	372	577	833	679
TOTAL	4,453	3,438	4,000	5,006	3,942

* Cifras en miles de sacos de qq. de café oro.

Fuente: *Hombres de café*, revista ANACAFE, 1995

1.5.3 Producción nacional del café en Guatemala

El producir cosechas abundantes y ofrecer al mercado un grano de excelente calidad (preparación, tueste y condiciones de taza), tiene gran incidencia en el prestigio y economía nacional de los países productores.

La producción nacional de café en Guatemala se muestra en la tabla 1.12, ubicando al departamento¹³ de Jalapa en décimo lugar durante la cosecha 1993-1994.

¹³ División política

**TABLA 1.12
PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN GUATEMALA
POR DEPARTAMENTO***

DEPARTAMENTO	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94
San Marcos	872,957	700,820	818,648	938,442	774,898
Santa Rosa	823,063	668,093	776,262	886,358	745,013
Quetzaltenango	474,300	377,448	442,349	511,824	412,621
Huehuetenango	377,503	317,455	361,758	413,065	358,448
Suchitepéquez	413,918	326,854	384,357	444,152	356,513
Chimaltenango	361,347	291,059	339,050	391,473	320,681
Alta Verapaz	295,854	242,307	281,233	321,666	270,096
Guatemala	285,736	234,897	271,979	314,135	261,339
Escuintla	238,953	195,449	226,493	257,744	219,122
TOTAL	4'843,424	3'945,995	4'578,650	5'237,294	4'393,586

* Cifras en quintales de café oro, (Petén y Totonicapán no aparecen por tener sólo vestigios).
Fuente: Hombres de café, revista ANACAFE, 1995

1.5.3.1 Precio del café

El precio del café se determina por la intervención de la oferta y la demanda del grano del café en el mercado internacional, el cual se cotiza en función de la calidad reflejada en los valores que se obtienen del mismo en los mercados de Nueva York y de Londres. La tabla 1.13 muestra un resumen del comportamiento mundial de los precios del café en el período 1990/94.

	1990	1991	1992	1993	1994*
Precio nominal (USD)	78.20	63.30	54.90	69.81	145.85
Precio real (USD)	14.20	11.10	9.30	10.90	23.33
Precio exportación Guatemala	78.16	62.46	54.91	71.60	n.d.

* Precios estimados en dólares con base de 1948

n.d. = No disponible

Fuente: Hombres de café, revista ANACAFE, 1995

Para Guatemala, la ANACAFE es la institución facultada de acuerdo a la Bolsa de Valores de Guatemala para fijar los precios mínimos de la venta al exterior y para ello se toma como base la posición mínima del día y el mes de cotización reportado. En la tabla 1.14 se muestran los meses de cotización y la fecha de exportación de esa cotización en los mercados de valores de Nueva York o Londres.

Mercado/ Mes	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nueva York (a)	C1		E1	C2		E2	C3	E3	C4	E4	C5	E5
Londres (b)	C1	E1	C2	E2	C3	E3	C4	E4	C5	E5	C6	E6

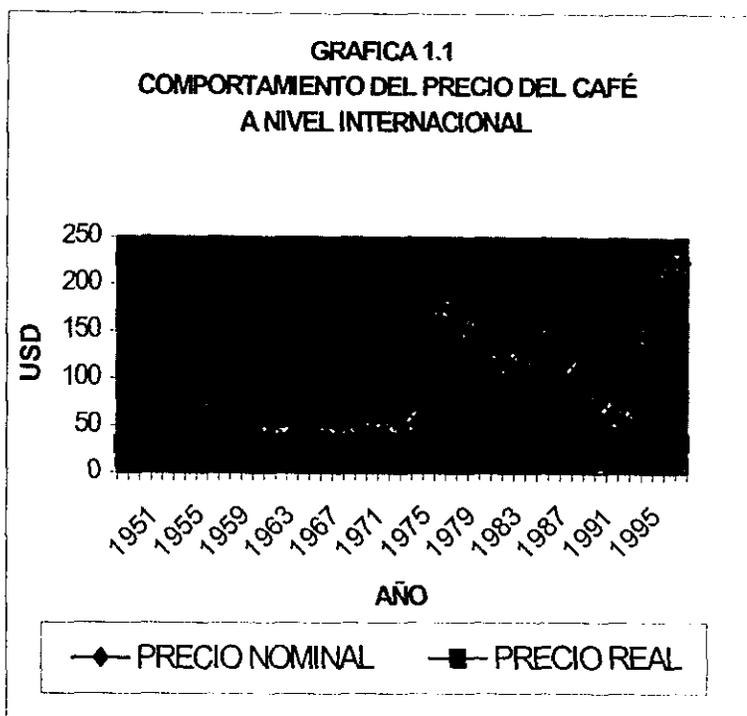
C: Cotización

E: Embarque

(a) Clase de café :lavados: prima, extraprima, semiduro, duro y estrictamente duro

(b) Clase de café: Robustas y naturales

Como se observa en la gráfica 1.1, los precios del café son particularmente volátiles. Las crisis de los precios, generalmente tienen que ver con la producción y consumo del grano del café, lo cual hace variar la oferta y la demanda. Han existido algunas crisis severas como la que se presentó durante la depresión de USA en los años treinta, otra crisis fue consecuencia de la Segunda Guerra Mundial. Otro ejemplo dramático observado como crisis de precios es el provocado por las heladas del Brasil, originando que los precios se muevan antes de que sucedan las heladas.



Precios reales en dólares de 1948, por qq. oro.

Fuente: Hombres de café, revista ANACAFE, 1995

1.6 COMPETENCIA DEL CAFÉ

Los productos que compiten más de cerca con el consumo de café, se resumen en la tabla siguiente:

TIPO DE COMPETENCIA	PRODUCTOS
A) Competencia directa	Té, leche, jugos, bebidas gaseosas
B) Competencia indirecta	Cerveza, vinos y otros licores

1.7 DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DEL CAFÉ

En general los principales canales de distribución al mayoreo y menudeo son:

- Tiendas de autoservicio;
- Tiendas de regalos y artículos del hogar;
- Tiendas de descuento;
- Cafeterías;
- Tiendas de café especial;
- Delicadezas Gourmet;
- Restaurantes;
- Estanquillos.

El consumo por tipo de café en los últimos años se muestra en la tabla 1.16, en ella se observa la introducción de nuevos productos de café durante los últimos veinte años.

TIPO DE CAFÉ	1969 [%]	1989 [%]
Puro	85	30
Tostado	10	10
Combinado	5	20
Descafeinado	-	15
Con sabores	-	25
Orgánico	-	1

Fuente: Avenues for Growth by Margaret C. Andrews

CAPITULO 2
MATAQUESCUINTLA
MUNICIPIO DE JALAPA, GUATEMALA

CAPITULO 2

MATAQUESCUINTLA, MUNICIPIO DE JALAPA, GUATEMALA

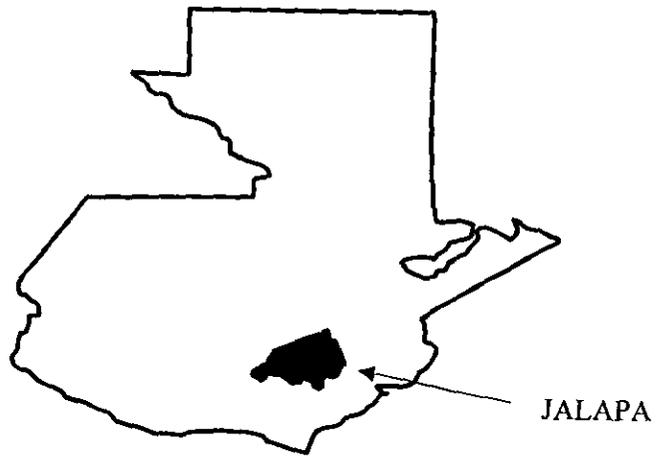
Este capítulo se divide en dos partes. En la primera se describe lo más relevante de Mataquescuintla, tanto su entorno físico, su entorno social y de servicios e infraestructura local, como su entorno productivo del café.

En la segunda parte se hace un diagnóstico general de la problemática del beneficiado de café que enfrenta el municipio Mataquescuintla, objeto de estudio en este trabajo.

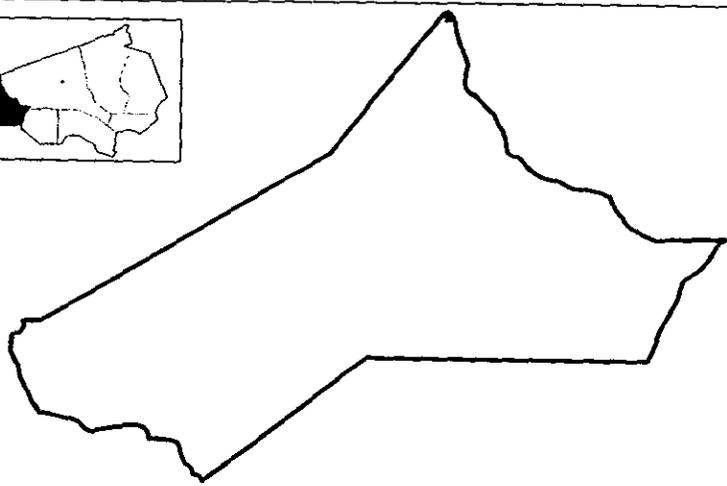
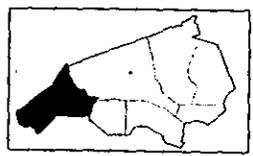
2.1.1 ENTORNO FÍSICO DE MATAQUESCUINTLA, JALAPA

Como se muestra en los mapas 2.1 y 2.2, Mataquescuintla es un municipio que pertenece al departamento de Jalapa, que se ubica al noreste de la capital de Guatemala.

MAPA 2.1
REPÚBLICA DE GUATEMALA



MAPA 2.2
MATAQUESCUINTLA, JALAPA



Mataquescuintla tiene una extensión territorial aproximada de 287 km², asentada sobre la Sierra Madre a 1,680 metros s.n.m., con altitudes que varían desde los 1,070 hasta los 2,653 metros s.n.m.; con 14° 31' 34" latitud norte y 90° 11' 14" longitud oeste.

Colinda al norte con Jalapa y Palencia, al sur con Santa Rosa de Lima, Nueva Santa Rosa (Casillas) y San Rafael (Las Flores), al este con San Carlos Alzatate y al oeste con Santa Rosa de Lima y San José Pinula.

2.1.1.1 Marco geográfico

El clima sobre la vertiente del Pacífico y las crestas es templado, con invierno benigno¹. Hacia la cuenca del norte se vuelve semi-cálido, clasificándolo como montañoso bajo húmedo, con influencia sub-tropical seca.

La temperatura varía de 20° a 22° C., como máxima; y de 15°C., como mínima.

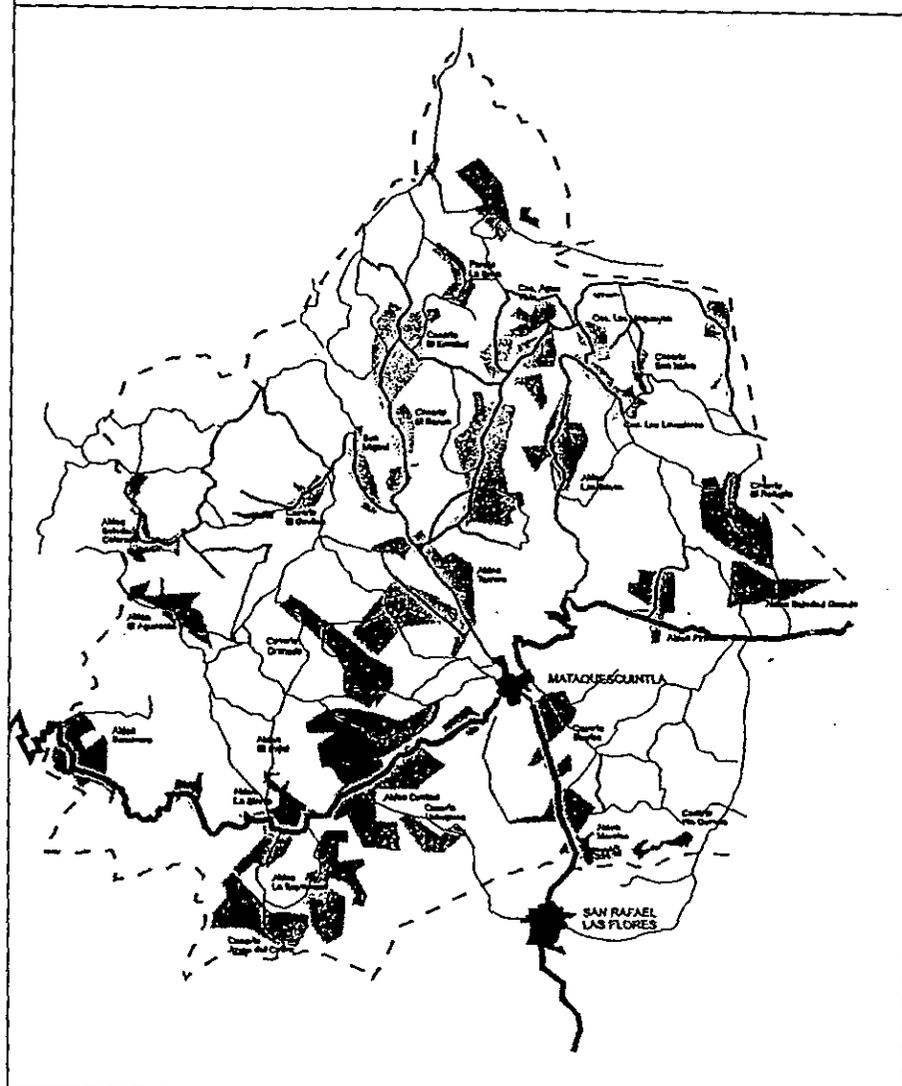
La temporada de lluvia comienza en enero y finaliza en octubre, la precipitación pluvial media es de 1,100 mm/año.

El suelo es de origen volcánico, pseudo-alpino de textura franco-arcillosa, contiene 94% de cenizas volcánicas y pH que varía entre 6.0 y 7.0; lo cual significa suelo de alta calidad para el cultivo del café.

Sus recursos hidrológicos son proporcionados por los ríos: El Morito, El Molino y Las Flores que se muestran en el mapa 2.3.

¹ Sin estación fría.

MAPA 2.3
RIOS DE MATAQUESCUINTLA



Fuente: Proyecto Cadena del café, ANACAFÉ, 1995

En el área se cosechan algunos productos según la época del año, destacando:

Frutas	Níspero, durazno, plátano y tejocote.
Granos	Maíz, frijol y café.
Herabáceas	Escobillo, pasto ilusión, epazote, zarza y trébol.
Hortalizas	Coliflor, brócoli, rábano, chile, tomate y cebolla
Vegetación	Pino, ciprés, gravilea, izote y roble blanco.

2.1.1.2 Marco social

La población de Mataquescuintla, de acuerdo al censo de población de 1994, alcanza la cifra de 32, 400 habitantes: el 85% vive en aldeas y el resto en caseríos².

Los habitantes de Mataquescuintla presentan un bajo nivel educativo: el 16% logra terminar la primaria y el 2% logra terminar el equivalente a secundaria. La población adulta en alto porcentaje es analfabeta y la mayoría de ellos son ladinos³.

2.1.1.3 Marco de servicios e infraestructura local

Hay escasez de servicios de salud, para atender casos de emergencia o enfermedades. Se tiene gran dependencia de la cabecera departamental, cuyo acceso se complica durante la temporada de lluvias.

² Conjunto de casas

³ Descendiente de español e indígena, habla español.

El servicio de agua y alcantarillado es deficiente: se dispone de escasa agua, de mala calidad y con servicio deficiente de entrega. Por lo regular dependen de los ríos para su consumo, aseo personal y limpieza de ropa.

En cuanto al servicio eléctrico, sólo tres comunidades del municipio disponen de él.

Cuenta con dos carreteras de acceso principal (ver mapa 2.3).

2.1.2 ENTORNO PRODUCTIVO DE MATAQUESCUINTLA

Las fuentes de trabajo permanente en la zona son pocas, limitando las condiciones de vida de los habitantes. La economía de Mataquescuintla depende directamente del cultivo del café. Cerca de 75% de la población tiene relación con la industria del café, lo cual permitió que durante 1995, 4,000 familias hayan contribuido con 150,000 qq oro de cosecha anual y con el 95% de café beneficiado en Jalapa.

2.1.2.1 Capacidad instalada de beneficios en Mataquescuintla

La capacidad instalada es el volumen máximo de producción que se puede transformar en un proceso. Como se observa en la tabla 2.1, los beneficios de Mataquescuintla utilizaron cerca del 66% de su capacidad instalada, durante la cosecha de 1994-95.

Lo anterior obedece a la escasez de agua, combinada con el diseño, ubicación y tecnología obsoleta, que evitan el beneficiado de más del 34% en la región.

TABLA 2.1
CAPACIDAD INSTALADA DE LOS BENEFICIOS DE MATAQUESCUINTLA

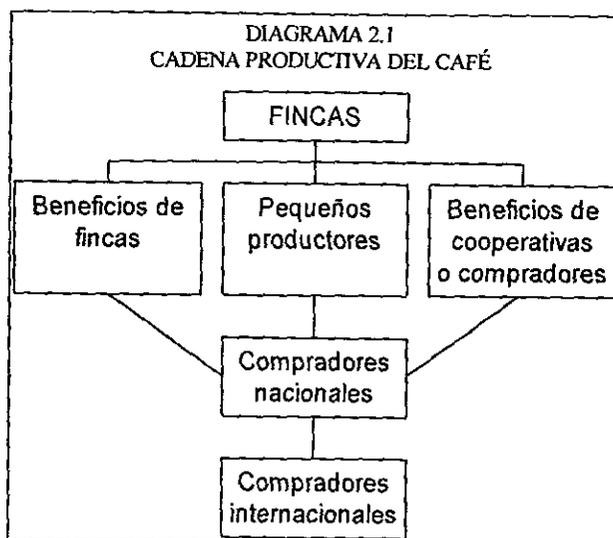
CUENCA	CANTIDAD DE BENEFICIOS	CAPACIDAD INSTALADA UNIDADES*		PRODUCCIÓN DE 1994/95 UNIDADES*		USO DE CAPACIDAD INSTALADA
			%		%	
Las Flores	25	59,143	33.96	40,758	35.58	68.91 %
Molino	32	65,714	37.74	47,387	41.36	72.11 %
Morito	8	49,287	28.30	26,405	23.05	53.57 %
TOTAL	68	174,143	100.00	114,550	100.00	65.72 %

* Cifras expresadas en qq. de café pergamino.

Fuente: Memorias Acción Cuencas de Mataquescuintla, ANACAFE, AID, PEICCE, 1994

2.1.2.2 Cadena productiva de Mataquescuintla

La organización productiva de Mataquescuintla está influenciada completamente por la forma de comercializar y financiar sus productos.



En el diagrama anterior, se muestra la cadena de producción del café, en Mataquescuintla, para la cosecha 1994-95 contaba con los datos siguientes:

- a) 167 fincas (productores medianos y grandes), cuyas extensiones de cultivo de café varían de 40 hasta 420 hectáreas. Su producción total está cerca de los 50,000 qq. oro/año.
- b) 851 pequeños productores, cuyas extensiones de cultivo varían de 0.4 hasta 6.7 hectáreas. Su producción total está cerca de los 100,000 qq. oro/año.
- c) 1 Cooperativa: Las Brisas, cuenta con 31 socios. Su producción es de 1,500 qq. pergamino/año.

La producción de café beneficiada en Mataquescuintla para la cosecha 1994-1995 fue de 113,067 qq. de café pergamino seco, de la cual se presenta la distribución según el origen de la producción en la tabla siguiente:

RIO	ORIGEN DE PRODUCCIÓN*			TOTAL
	PROPIA	COMPRAS	MAQUILA	
Las Flores	18,588	20,267	1,903	40,758
Molino	19,670	26,517	1,200	47,387
Morito	7,134	18,431	840	26,405
TOTAL	45,392	65,215	3,943	114,550

* Cifras expresadas en qq. de café pergamino.

Fuente: Memorias Acción Cuencas de Mataquescuintla, ANACAFE, AID, PEICCE, 1994

En la época pico de la cosecha, a pesar de que en Mataquescuintla se cuenta con infraestructura suficiente para beneficiar café, no se despulpa a tiempo el café maduro y se fermenta. Debido a lo anterior, cada año los productores deciden beneficiar su cosecha por cuenta propia; quienes al no tener tecnología ni experiencia en este proceso, se enfrentan a problemas de calidad y bajos precios pagados por su producto.

2.1.2.3 Contaminación generada

En Mataquescuintla predominan beneficios tradicionales que utilizan gran cantidad de agua para las operaciones de beneficiado, como se observa en la tabla siguiente:

TABLA 2.3 PROCESO DE BENEFICIADO EN MATAQUESCUINTLA				
CUENCA	RECEPCIÓN (qq. café fruta)	AGUA RESIDUAL (litros)	CONTAMINACIÓN (kg. DQO ⁴)	CAFE ORO (qq.)
Las Flores	40,758	74'090,249	819,590	7,336.44
Molino	47,387	92'134,679	894,300	8,529.66
Morito	26,405	46'905,942	282,959	4,752.90
TOTAL	114,550	213'130,870	1'996,849	20,619.00

Fuente: Memorias Acción Cuencas de Mataquescuintla, ANACAFE, AID, PEICCE, 1994

Las autoridades de Sanidad Ambiental, han cerrado 18 beneficios a causa de la contaminación en los ríos por aguas mieles y la imposibilidad de utilizar las aguas río abajo.

Se ha creado un círculo vicioso en el control de la contaminación de los ríos debido a que las autoridades de Sanidad Ambiental no tienen información real referente a los beneficios que operan en el área: por falta de inscripción y/o declaración de las utilidades para evadir impuestos.

De la tabla anterior se pueden concluir los siguientes puntos:

a) Se tiene un consumo de 1,860.59 litros por qq. pergamino procesado, es decir 41 litros de agua por cada kg. de café oro obtenido.

⁴ Demanda Química de Oxígeno, para ver mas detalles consultar anexo B.

b) Se observa que el alto volumen de agua ocupado en la producción, diluye el valor de la contaminación de DQO/litro, llegando incluso a números cercanos a los establecidos por la norma: la carga observada en la tabla anterior es de 9.36 grs. de DQO/litro, comparado con los 8 grs de DQO/litro, implicaría estar dentro de la norma marcada por CONAMA⁵.

c) Se tiene que el consumo de agua de los beneficios equivale al consumo de 2,920 habitantes:

$$\frac{(213,130.87 \text{ m}^3 \text{ agua/año})}{((0.200 \text{ m}^3 \text{ agua habitante/día}) \times (365 \text{ día/año}))} = 2,919.6 \text{ habitantes}$$

Se observa también que la carga contaminante de las aguas mieles equivale a la contaminación de 54,709 habitantes:

$$\frac{(1'996,849 \text{ kg. DQO/año})}{((0.100 \text{ kg. DQO habitante/día}) \times (365 \text{ día/año}))} = 54,709 \text{ habitantes}$$

Esto significa que si este índice lo comparamos con los 32,400 habitantes de Mataquesuintla, con disposición aproximada de 200 litros de agua por persona, implicaría que la contaminación de agua supera, cerca de siete meses, el 168% del consumo mensual de dicha población, tiempo que dura el beneficiado. Considerando que el agua de la tubería no es potable (uso secundarios y W.C.) agrava la situación de desabasto en Mataquesuintla.

⁵ Comisión Nacional de Medio Ambiente, Guatemala.

2.1.2.4 Administración y financiamiento de la producción

En la administración de los pequeños productores, se tiene flujo de caja deficitario debido a que no manejan separadamente las cuentas propias de la familia de las de las parcelas de café (generalmente estos recursos los ocupan para subsistencia diaria, emergencias y gastos de salud) Los compradores les otorgan los primeros anticipos en forma de fertilizantes, una vez terminada la cosecha (marzo).

A los beneficiadores de pergamino, normalmente se otorgan créditos de comercialización o postcosecha, los cuales les permiten mantenerse hasta la venta o remate del producto por parte del productor. Llegando a pagar tasas de interés del 40 al 60%.

Existen los siguientes tipos de financiamiento:

- a) Directo: Programas de apoyo al productor los cuales tienen tasas de interés del 21% al año aproximadamente.
- b) Informal Se trabaja con el sistema de anticipos sobre cosechas y generalmente la fuente de financiamiento es el exportador, aplicando altas tasas de interés sobre los costos de producción.

La mayoría de compradores de café maduro, utilizan una conversión desfavorable para el productor, representando en ocasiones pérdidas hasta del 20%; esto también motiva la construcción de beneficios propios.

2.2 DIAGNOSTICO DE MATAQUESCUINTLA

Después de conocer el entorno del sector cafetalero y el actual funcionamiento del beneficiado de café en Mataquescuintla, comentados en este capítulo, se hace un diagnóstico de las ventajas y fallas del beneficiado húmedo tradicional en Mataquescuintla (basado en las Memorias de la Acción Cuencas de Mataquescuintla).

Fortalezas

- a) Los beneficios de Mataquescuintla se encuentran dentro de una de las principales zonas cafetaleras, situándolo dentro de los 10 primeros departamentos de Guatemala.
- b) Existen carreteras que facilitan, tanto el acceso en el abastecimiento de insumos, como la venta del café oro.
- c) Se cuenta con clima adecuado para el beneficiado.
- d) El tipo de café que se produce, cuya calidad final tiene reconocimiento a nivel internacional, lo sitúa entre los mejores cafés del mundo.

Debilidades

a) Problemas básicos en el diseño y operación de los beneficios:

- No existe un sistema de control de calidad que garantice la recolección del café.
- Manejo inadecuado de los subproductos generados en el proceso, tirándolos al río en forma de aguas mieles.
- Es muy importante el desperdicio de agua usada para transportar los subproductos y para lavar el café en sus diversas etapas.
- Desperdicio de energía en la etapa de secado, durante la época de lluvias.
- Alta contaminación generada por los beneficios.
- Procesos poco eficientes de beneficiado y cultura limitada en lo referente a la ecología.
- Volumen de café beneficiado irregular.
- Los empresarios con ánimo de cumplir las normas ecológicas, vierten grandes cantidades de agua para diluir el índice de contaminación DQO.

b) Problemas administrativos:

- Evasión fiscal por falta de inscripción y/o declaración de utilidades.
- Mala organización administrativa.
- No existe control contable en la mayoría de las fincas y por lo mismo se tiene acceso limitado para conseguir financiamiento.
- Falta de conocimiento técnico y cultura de productividad.
- Los financiamientos usados en Mataquescuintla encarecen y dificultan la operación.

Amenazas

- a) Riesgo de devaluación y altas tasas de interés para los préstamos.
- b) Riesgo de mala temporada en la cosecha.
- c) Deficiente sistema de aplicación de medidas legales.
- d) No se cuenta con información real referente a los beneficios que operan en el área.
- e) Riesgo de cierre de beneficios por no contar con infraestructura o procesos adecuados para cumplir las normas de CONAMA.

Oportunidades

- a) Demanda para el café producido en esta zona, tanto en el mercado local como en el internacional.

CAPITULO 3

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA "ASM"

PARA EL APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS

Y AGUAS RESIDUALES DEL BENEFICIADO HÚMEDO

DE CAFÉ

CAPITULO 3

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA "ASM" PARA APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS Y AGUAS RESIDUALES DEL BENEFICIADO HUMEDO DE CAFE

Este capítulo se divide en cuatro partes. En la primera parte se hace una introducción a los problemas de contaminación. En la segunda se describe la propuesta del sistema "ASM" para resolver la contaminación de agua en los ríos de la cuenca, generada por la descarga de aguas mieles y pulpa de los beneficios húmedos de café en la Cuenca de Mataquescuintla.

En la tercera se describe los usos de los subproductos generados durante el beneficiado de café y el uso del agua residual reciclada. En la cuarta se hace una evaluación financiera de la propuesta.

3.1 CONTAMINACION AMBIENTAL

Nuestra generación enfrenta una de las crisis más severas en el entorno global, y nuestro alcance para tratar de solventar algunas consecuencias, se está saliendo de la capacidad del género humano.

Algunos científicos predicen el incremento global de la temperatura, con cambios radicales en un tiempo no mayor al vivido por una generación; el daño de los clorofluorocarbonos y óxidos en la pérdida de la capa de ozono de la atmósfera, la lluvia ácida y las especies en extinción.

Dicho deterioro actual del medio ambiente es resultado de los modelos de desarrollo adoptados fundamentándose en dos supuestos: que los recursos naturales son infinitos y que hay sustitución perfecta de insumos en virtud de la ininterrumpida innovación técnica.

A la sombra de tales premisas, se ha deteriorado no sólo la base de recursos naturales, sino también el ambiente en el campo y las ciudades. Se estima que para atender los graves problemas ambientales sólo en las áreas urbanas, se requerirían US 40,000 millones de dólares.

El deterioro ambiental sufrido, es consecuencia de los actuales sistemas de producción, distribución y consumo, así como de los hábitos de la sociedad moderna.

Las comodidades que busca el hombre ha provocado una evolución en la relación con la naturaleza. Al principio el hombre tomaba sólo lo necesario para vivir, permitiendo que la naturaleza continuara con su ciclo, sin embargo esta condición o relación amistosa cambió a una relación hostil y agresiva. Esta relación, varió a raíz de la industrialización, en ella el hombre pide más de lo que el ecosistema en forma natural puede abastecer.

El desarrollo del hombre ha evolucionado, pasando de establecerse a modificar: el clima, la topografía, la riqueza del suelo, las condiciones naturales de la cría de animales (clonación), riquezas marinas, agua suficiente para su subsistencia a contaminación exagerada de mantos acuíferos y subterráneos, en la búsqueda o satisfacción de necesidades.

No podemos separar el concepto de tecnología de dependencia ecológica con la vida misma de los pobladores y sus poblaciones.

Contaminación se puede definir como cualquier presencia en el medio ambiente de materia o energía producidos naturalmente o vertidos por el hombre, en cantidades, concentraciones y durante un tiempo suficiente para alterar el ecosistema. La explotación desmedida de los recursos renovables y no renovables, acelera los procesos de deterioro.

Existen varios tipos de contaminación: las que afectan directamente al hombre en su entorno y las que paulatinamente afectan indirectamente su entorno.

Muchos de los problemas ambientales surgen de la errónea aplicación de tecnologías de países con temperatura distinta a la propia, en donde las condiciones ecológicas están marcadamente opuestas por las zonas de temperatura.

La suplantación de los medios naturales por máquinas, en aras de la necesidad de abastecer y solucionar requerimientos de las comunidades, también ha contribuido al deterioro ambiental de los ecosistemas.

La manera de diferenciar dos ecosistemas distintos: uno contaminado y el otro no; es al analizar el flujo de energía. No sólo la energía solar influye en esto, sino la energía que interviene por los diferentes roles como participan las personas, los cuales permiten determinar los niveles y el flujo de nutrientes, el crecimiento o eliminación de plantas, la densidad de población animal, los cuales remueven biomasa de los ecosistemas en forma de plantas o arbustos, dirigiendo o contrarrestando el curso de la evolución del ecosistema.

Las primeras son por ejemplo: el ruido, el suelo, el agua, basura,

Uno de las condiciones para solucionar los problemas de contaminación, es entender la evolución de las comunidades y los ecosistemas. En la sociedad nuestros hábitos de consumo (empaques, paquetes), de forma de vivir (familia, costumbres, religión, comunidad), son el mayor factor de esta crisis ambiental, todos ellos tienen un pasado, un presente y un futuro ambiental.

En el caso de esta tesis podremos concluir que el desarrollo del café, como se muestra en el capítulo 1, ha tenido una revolución en cerca de 200 años, lo que equivaldría a seis generaciones. La cual muestra un cambio de actitud en la forma de vivir y de pensar en torno a un producto, si observamos que en 1803 el gobierno trata de impulsar el desarrollo del café, por observar que es un negocio lucrativo, y casi 200 años después este mismo país enfrenta problemas de tipo ecológico, significa que la idea de progreso deberá ser examinada a conciencia.

Cada uno de nosotros, tenemos la grave responsabilidad de participar en ello, y no como simples espectadores como nos hemos comportado, permitiendo que el director de compras del centro comercial en que nos abastecemos sea el arbitro exclusivo de los procesos de introducción de nuevas tecnologías y productos en nuestras vidas.

El ambiente toma valor en el momento que agregamos valor humano y tecnología al transformar materia prima en productos. Aunque redefinamos nuestra relación con nuestras herramientas, nos daremos cuenta que las tecnologías raramente son neutrales y por el contrario, las tecnologías reflejan el valor que la sociedad otorga al ejercicio del poder. Por lo que la manera de entender a la empresa actual deberá ser: toda empresa que se digne llamarse así, no sólo deberá añadir valor económico agregado, valor humano agregado, solucionar una necesidad de la sociedad, sino que deberá generar valor ecológico agregado.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA "ASM" PROPUESTO

El sistema "ASM" contempla la propuesta para reducir los dos principales problemas de Mataquescuintla:

- Alto volumen de agua manejado en el beneficiado;
- Manejo inadecuado de la carga contaminante: pulpas y aguas mieles, vertidas en forma de aguas residuales en los ríos.

3.2.1 Premisas a cumplir

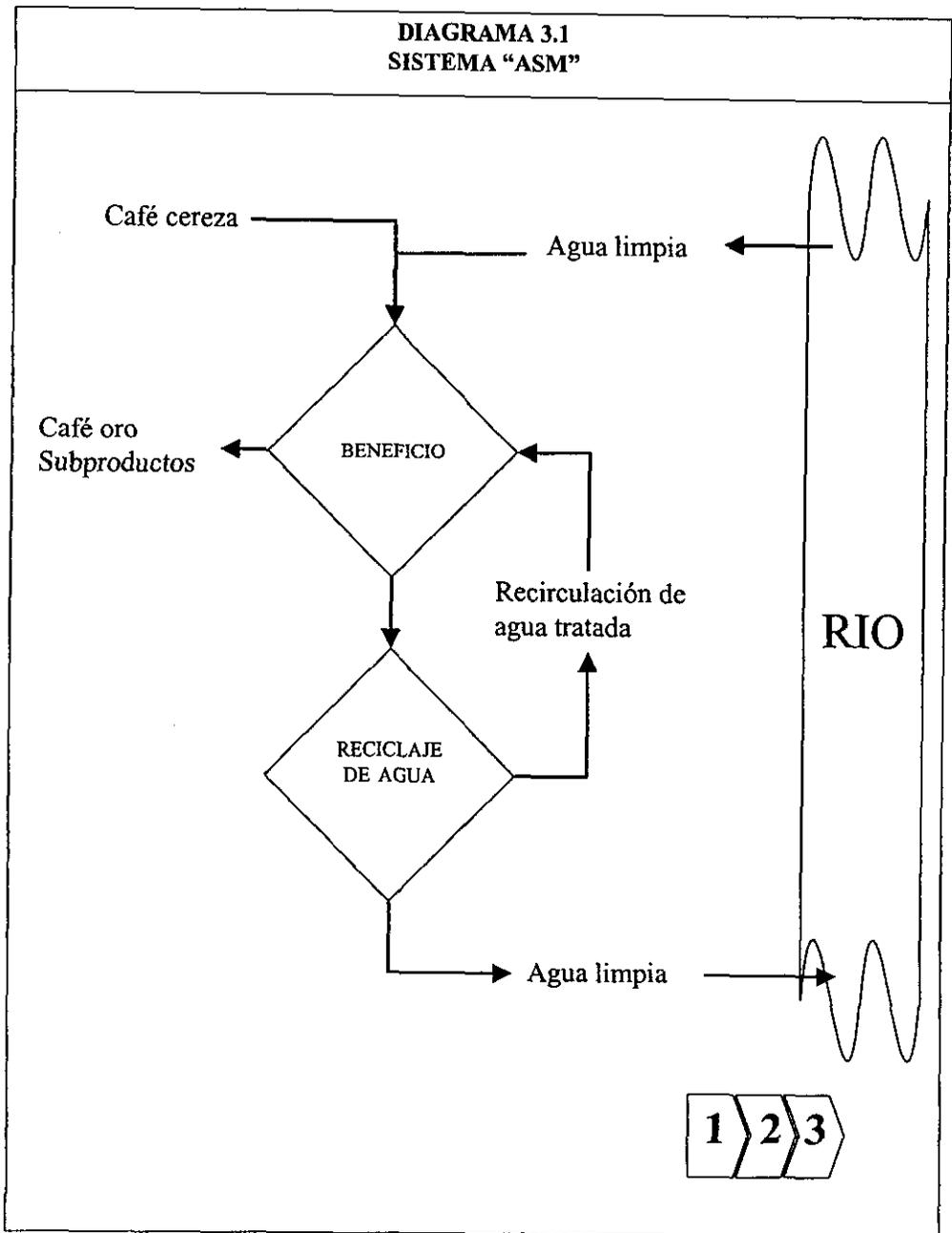
Para lograr el objetivo trazado, se utilizaron las premisas descritas a continuación:

- a) Reducir el consumo de agua por medio del reciclado;
- b) *Conservar la calidad del café;*
- c) Utilización de subproductos;
- d) Devolver agua sobrante del proceso al río, con cumplimiento de las normas de descarga de aguas servidas del beneficiado húmedo de café (ver anexo B).

3.2.2 Procesos del sistema

Se trató de emplear una lógica adecuada en cada etapa del proceso, el cual es resultado del ordenamiento de diversas tecnologías existentes y la experiencia de gente involucrada en procesos biológicos, químicos y mecánicos, que contribuyeron en el proyecto.

El sistema propuesto se divide en dos grandes procesos: el primero se enfoca al beneficiado de café, mientras que el segundo se enfoca al tratamiento y reuso de aguas residuales. Dicho sistema se presenta en el diagrama 3.1, el cual muestra la integración de los dos procesos.



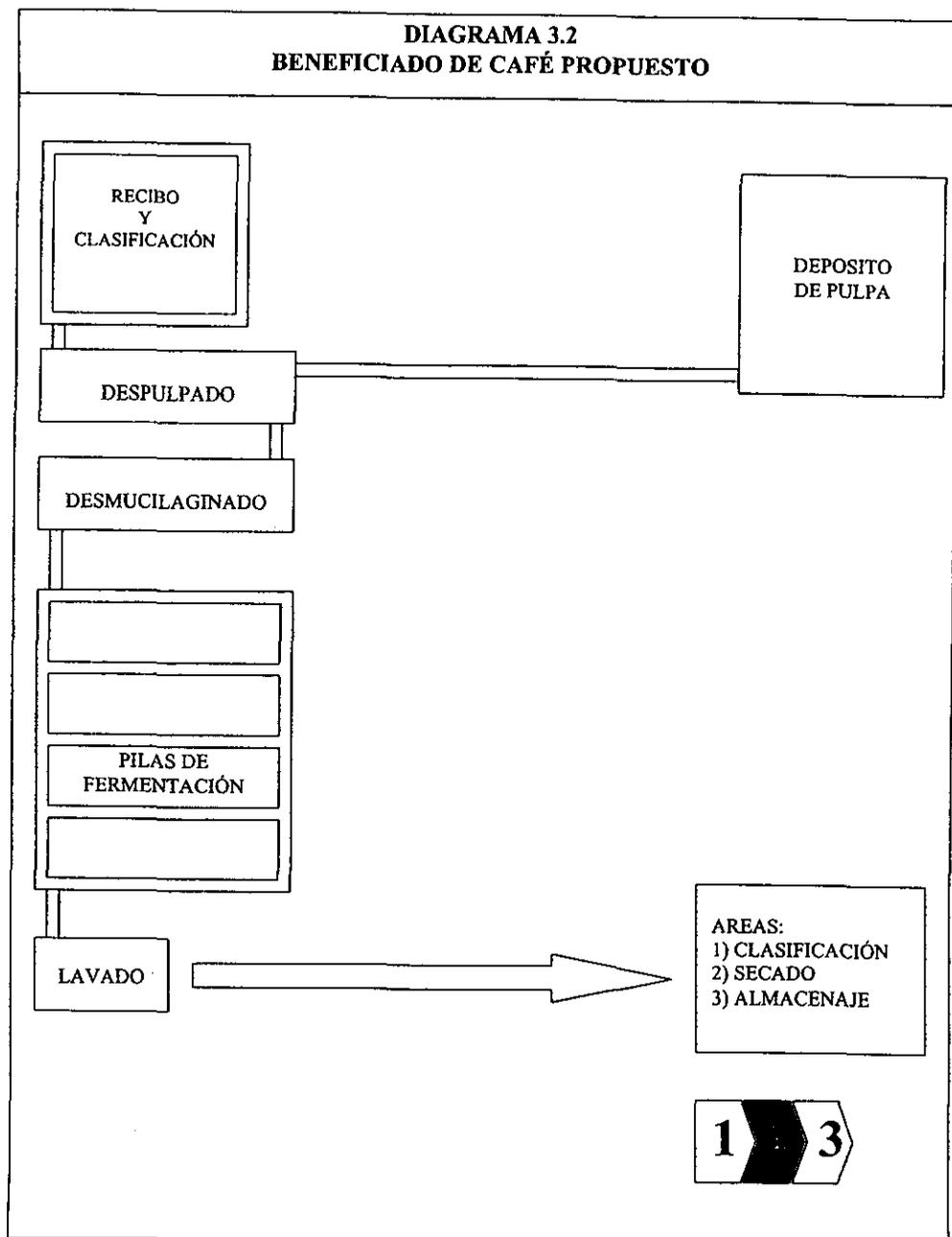
3.2.2.1 Proceso de beneficiado húmedo de café

La capacidad instalada del beneficio, permite procesar hasta 500qq. de café pergamino diario.

Se decidió esta capacidad, porque se prevé la reordenación de producción en los beneficios de Guatemala para los siguientes años.

El proceso de beneficiado propuesto se muestra en el diagrama 3.2, y posteriormente se describe cada etapa.

DIAGRAMA 3.2
BENEFICIADO DE CAFÉ PROPUESTO



- RECIBO** Se recibe el fruto en depósitos semisecos, cuyo piso tiene pendiente de 4.5%. El fruto se conduce hacia el canal sifón de clasificación, por medio de agua tratada. En él se aprovecha: la erosión y el arrastre, ocasionados por el agua y el peso del fruto.
- CLASIFICACIÓN** Se clasifica el café, empleando agua tratada.
- DESPULPADO** Posterior a la clasificación en el canal sifón, se recupera el agua a través de pichanchas. En esta área, el sistema de transporte a utilizar es por medio de tornillos helicoidales. Esto permite al mismo tiempo, reducir el tiempo de fermentación, preservar los nutrientes orgánicos de la pulpa y evitar contaminar el agua.
- El café clasificado se despulpa en un despulpador de disco, obteniendo: café despulpado y pulpa. La pulpa se lleva hacia el depósito de pulpa, en donde posteriormente se procesará; mientras que el café despulpado, se llevará al despulpador de disco. Al aprovechar la cualidad lubricante del mucilago del café se evita nuevamente el uso de agua.
- Posterior a esto, se emplea un despulpador para recuperar el fruto que no se despulpó en la primera etapa; lo que se recupere se envía al área de segundas.

- CLASIFICACIÓN** El café despulpado, se hace pasar por una criba rotativa, que combina la clasificación por densidad y por tamaño.
- DESMUCILAGINADO** Se desmucilagina mecánicamente el café. La máquina funciona sin agua, el mucílago actúa como lubricante y evita el daño al grano, además de reducir el tiempo de fermentación natural. Tiene dos entradas: una de ellas sirve para inyectar agua que facilita y acelera la salida del café, durante el proceso; la otra, es para lavar la máquina al terminar la operación.
- FERMENTACIÓN** Se fermenta el grano desmucilaginado, para ello se emplea agua tratada.
- LAVADO** En esta operación se lava el café con agua tratada. Se combina el uso de bombas de impulsor abierto con canales rectos y pendiente uniforme de 7.5%.
- SECADO** El proceso finaliza con el secado mecánico. Posterior a esto se almacena en áreas especiales.

3.2.2.2 Procesos de tratamiento y reuso de aguas residuales

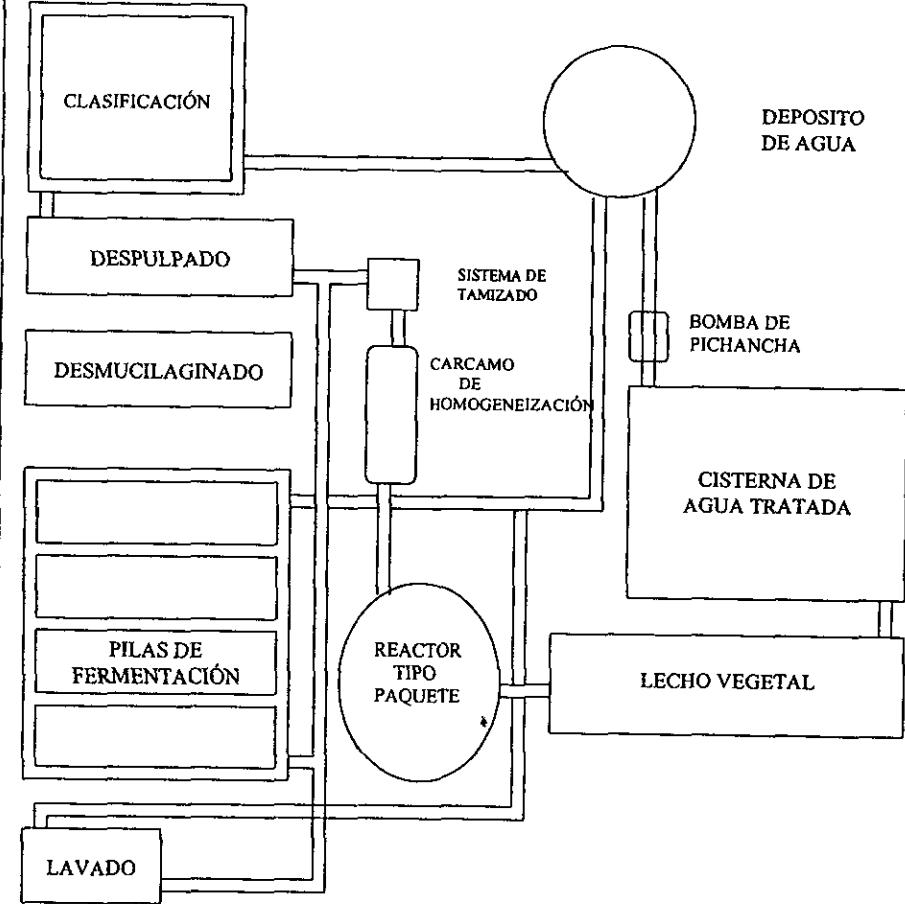
El sistema que se propone, es un proceso biológico que requiere 5 m³ de agua al día como volumen total para operar dentro de un ciclo semi-cerrado.

Los procesos biológicos para el tratamiento de aguas residuales dependen del metabolismo de microorganismos y el tipo de aceptor final del oxígeno: se tienen operaciones aerobias (requieren oxígeno para operar) y operaciones anaerobios (operan en ausencia de oxígeno).

Este proceso se compone de dos etapas: la primera se refiere al tratamiento de las aguas residuales; la segunda a la recirculación del agua en el sistema.

La integración de las dos etapas: Tratamiento de aguas y recirculación, se muestran en el diagrama siguiente:

DIAGRAMA 3.3
INTEGRACIÓN DE PROCESOS DE AGUA DEL SISTEMA "ASM"



Primera etapa: Tratamiento de aguas residuales

1.- Tratamiento primario

El sistema de tratamiento de aguas residuales se inicia con el tamizado a fin de evitar el paso de pulpa o desechos sólidos del proceso. Continúa con la homogeneización a fin de estabilizar el pH y evitar cualquier variación intempestiva en el proceso biológico.

2.- Tratamiento secundario

Posteriormente, viene el tratamiento secundario, el cual por la efectividad de su actividad bioquímica removerá los materiales disueltos y suspendidos en el agua a tratar: carbono, nitrógeno, fósforo y azufre, y materia viva (proteínas, grasas, carbohidratos y ácidos nucleicos). Una de las entradas al sistema lo constituye la luz solar, que continuamente aporta la energía necesaria para el ciclo.

El tratamiento secundario se lleva a cabo en un reactor empacado (ver diagrama 3.4), el cual se compone de dos digestores (uno anaerobio y otro aerobio) y un sedimentador.

La diferencia de los digestores radica en que el primero no requiere aire para llevar a cabo las reacciones químicas y el segundo, requerirá forzosamente de un inyector de aire.

El digestor anaerobio es de lechos de lodos con flujo ascendente, mejor conocido como U.A.S.B.¹, que mantiene a un mínimo la mezcla mecánica y recirculación de los lodos a fin de permitir la sedimentación de los mismos.

Una vez se cumpla lo anterior, se genera gas por la acción química de los microorganismos en los lodos obtenidos. La cantidad de producción de metano en el digestor, es proporcional a la concentración de material orgánico en la solución de sustrato y a la fracción de este material que podrá ser convertido a metano por microorganismos (bacterias, hongos y protozoos). Las bacterias y los hongos son los encargados de descomponer la materia orgánica, mientras que los protozoos son los que eliminan las bacterias del agua, ya que es su principal fuente de alimento. Por ello se buscará que dicha concentración sea superior a 80 gr. de organismos/lit.

El gas se recolecta en un tanque independiente, que cuenta con una válvula de alivio de presión, arretastflama y trama de condensados. El gas se utilizará en la secadora de café.

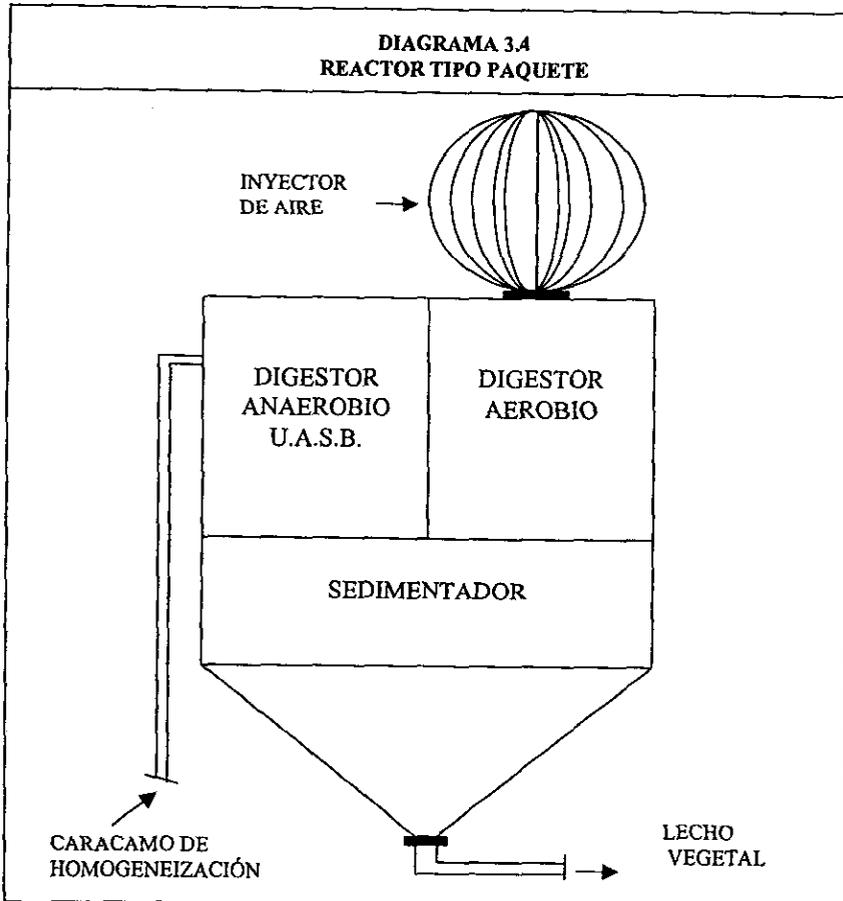
Continúa con un digestor aerobio empacado a fin de remover contaminantes remanentes. En la parte superior se tiene un sistema que inyector aire para llevar a cabo la digestión.

El reactor empacado finaliza con el sedimentador. En esta parte del proceso se aprovecha la acción de la gravedad sobre las partículas más densas en el medio acuoso y se depositan en el fondo del recipiente. Es necesario que el fluido no esté en fuerte movimiento y que se dé

¹ Up flow Anaerobic Sludge Blanket.

tiempo adecuado de acomodación para obtener una buena sedimentación. El tiempo de retención aproximadamente de esta etapa será de 5 horas.

En el diagrama siguiente se muestran las etapas del proceso del reactor empacado.



3.- Tratamiento terciario

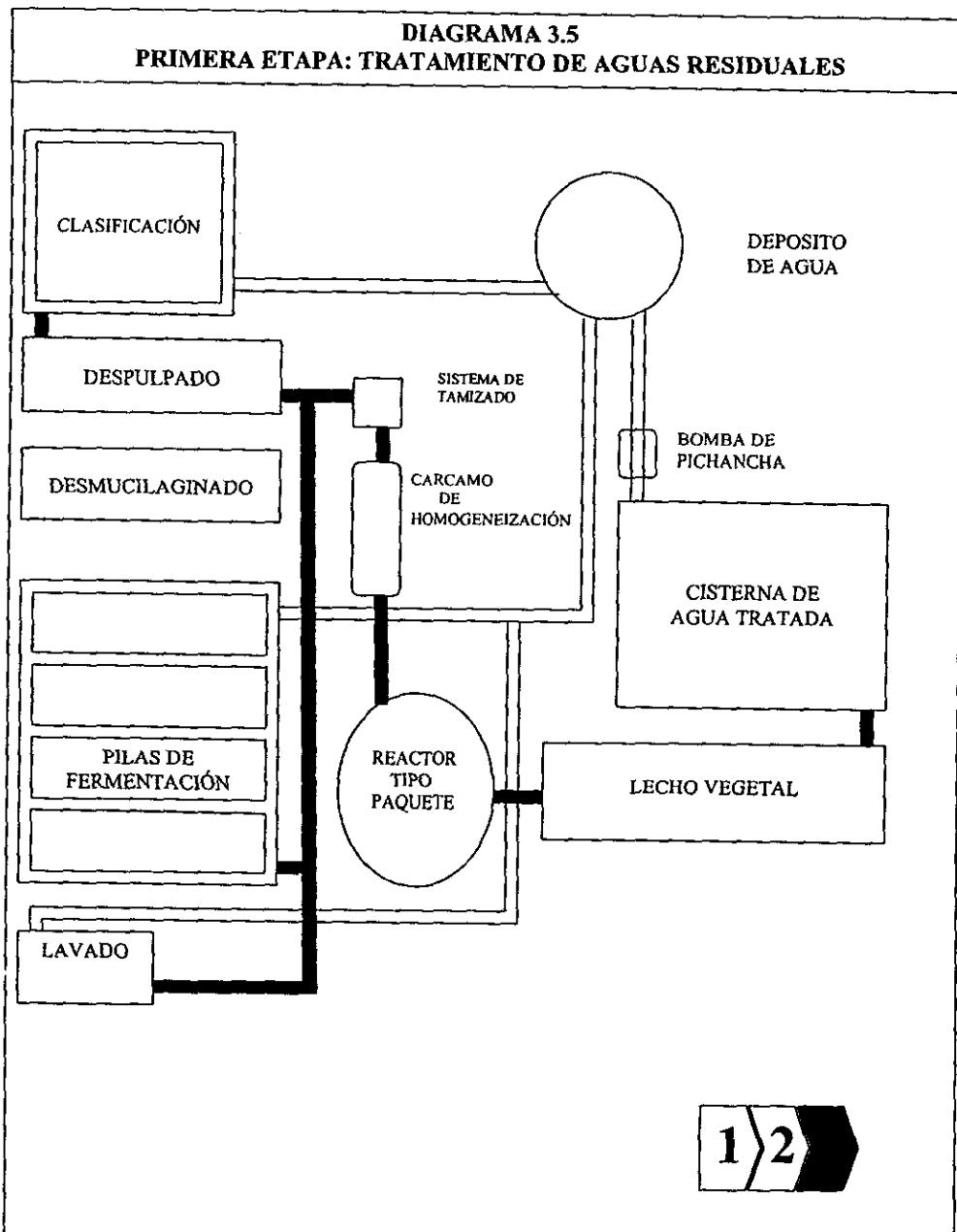
En esta etapa, el agua sufre un pulimiento: los nutrientes remanentes son convertidos en biomasa. El proceso se lleva a cabo en un lecho vegetal, dentro del cual existen microorganismos aerobios y anaerobios, que se encargan de convertir la contaminación en biomasa o vegetales.

4.- Desinfección

Esta es la etapa final del tratamiento, el agua se hace pasar por un ozonificador con el fin de eliminar los agentes patógenos y evitar la formación de compuestos no deseados como coliformes.

El agua ozonificada se conduce a la cisterna de agua tratada y por medio de una bomba de pichancha se hace conducir el agua al depósito de agua para recircularlo en el beneficiado de café.

DIAGRAMA 3.5
PRIMERA ETAPA: TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES



Segunda etapa: Recirculación de agua

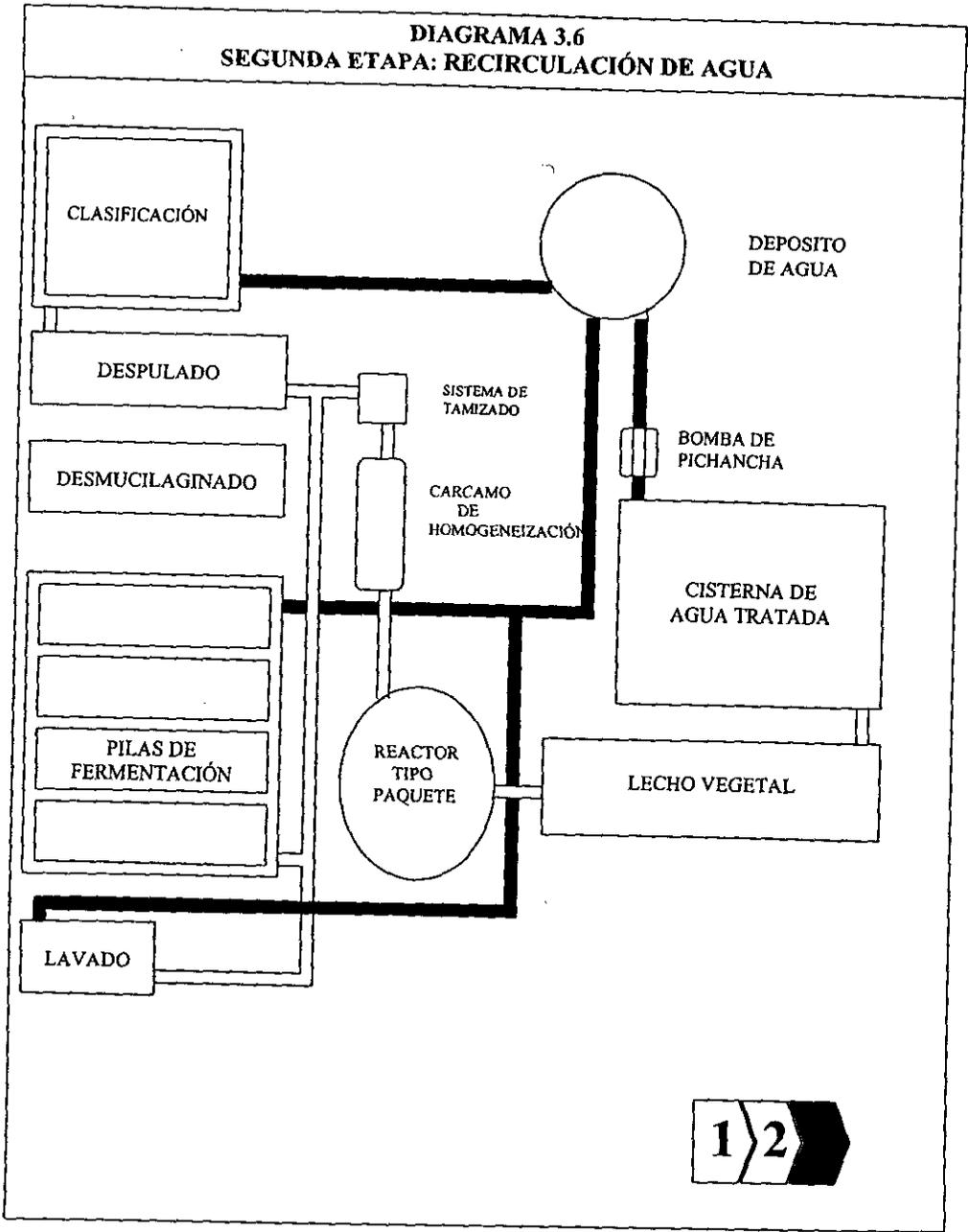
Los valores esperados del sistema de tratamiento cumplen con sobrado margen las normas de CONAMA mencionadas en el anexo B. En la tabla 3.1 se muestran los valores que se obtienen en el proceso: La primera columna indica los valores que se obtienen después de haber beneficiado 500 qq. de café pergamino, la segunda columna indica los valores que se obtienen después de haber pasado por la planta de tratamiento de aguas.

VARIABLES	VALOR A LA ENTRADA	VALOR A LA SALIDA	VALOR MÁXIMO PERMISIBLE
DBO (mg/l)	3,521.00	70.00	150.00
DQO (mg/l)	7,923.40	90.00	80.00
SS	250.00	10.00	10.00
Ph	4.57	7.50	5.00

El agua tratada retorna al sistema, abasteciendo las diferentes entradas de agua durante el beneficiado. El sistema cuenta con una válvula de alivio que en épocas de exceso de agua en el sistema, se vierte hacia el río más cercano sin afectarlo..

En el siguiente diagrama se muestra la trayectoria seguida por el agua tratada, la cual se inyecta al sistema por gravedad.

DIAGRAMA 3.6
SEGUNDA ETAPA: RECIRCULACIÓN DE AGUA



3.2.3 Organización orientada a la producción

El ciclo de producción del beneficiado de café se determina por la época de cosecha.

En la tabla 3.2 se muestra la producción esperada y las cantidades de subproductos obtenidos, se espera que la producción máxima se realice en el mes de enero, llegando a utilizar el 100% de la capacidad instalada. Los valores bajos que se tienen en octubre y en abril son debido a la deficiencia de la calidad de grano de café al iniciar y finalizar la cosecha, y a que el sistema de reciclaje de agua, requiere tiempo para la estabilización del sistema interno.

El tiempo del proceso es de 29 horas por lote de 550 qq. de café pergamino, iniciando a las 7:00 horas y finalizando a las 12:00 horas del día siguiente.

MES	CAFÉ PERGAMINO (qq.)	PULPA (kgs.)	MUCILAGO (kgs.)	CASCARILLA (kgs.)	CAFÉ ORO (qq.)
Octubre	3,300	1,320	726	594	660
Noviembre	6,050	2,420	1,331	1,089	1,210
Diciembre	8,250	3,300	1,815	1,485	1,650
Enero	11,000	4,400	2,420	1,980	2,200
Febrero	8,800	3,520	1,936	1,584	1,760
Marzo	6,600	2,640	1,452	1,188	1,320
Abril	4,400	1,760	968	792	880
TOTAL	48,400	19,360	10,648	8,712	9,680

La planta puede ser operada al máximo de su capacidad por cinco personas: dos operarios, dos ayudantes y un administrador.

3.3 DESCRIPCIÓN DE USOS DE SUBPRODUCTOS Y AGUAS RESIDUALES RECICLADAS EN EL SISTEMA "ASM"

El aprovechamiento integral de los materiales, resultado del beneficiado húmedo de café, que se vierten como aguas residuales en los ríos, representan un recurso económico con gran valor agregado. Con el tiempo y buen funcionamiento de la operación, se espera generar utilidades adicionales al beneficio, contribuyendo al desarrollo económico y ecológico de la región

3.3.1 Usos potenciales de subproductos generados en el sistema "ASM" durante el beneficiado húmedo de café

En la tabla 3.3 se presentan algunos usos que se pueden dar a los subproductos del café:

TABLA 3.3 USOS DE SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ		
SUBPRODUCTO	APROVECHAMIENTO	PRODUCTO Y USO
PULPA	Agrícola	Abono orgánico, composta, larvas, cerdos, vacas y avícola
	Alimenticio	Proteínas, forraje, crecimiento de hongos.
	Industrial	Cafeína, taninos, alcohol, biomasa, combustible (biogas)
MUCILAGO	Agrícola	Abono
	Alimenticio	Levaduras, azúcares
	Industrial	Pectinas, ácido péctico, melaza y alcohol
PERGAMINO (Cascabillos)	Industrial	Combustible, furfural, celulosa, plásticos
	Alimenticio	Raciones balanceadas para ganado y aves
BORRAS (Granzas)	Industrial	Aceites, ceras, jabones

3.3.2 Usos potenciales del agua tratada en el sistema "ASM"

En la tabla 3.4 se presentan algunos usos potenciales que se pueden dar al agua tratada:

APROVECHAMIENTO	PRODUCTO Y USO
Agrícola	Cultivos para producción de fibras, huertas, viñas y cultivos
Ganadero	Abrevaderos, simientes y forrajes
Industrial	Enfriamiento de procesos, generación de vapor
Uso general	Recarga de acuíferos, riego de áreas verdes, camellones, pesca, navegación deportiva y lavado de patios.

3.4 EVALUACIÓN FINANCIERA

El realizar un control contable de la empresa que opere el sistema "ASM", es conveniente por las razones siguientes:

- Permite medir el progreso económico de la inversión.
- Permite tomar decisiones para la aplicación de los recursos obtenidos.
- Permite comparar el ingreso por subproducto vs. la operación de beneficiado.

3.4.1 Parámetros para las proyecciones financieras

Conviene realizar proyecciones financieras a fin de evaluar financieramente a la empresa.

Los supuestos utilizados para las proyecciones financieras, son las siguientes:

1. Las proyecciones se realizan en dólares, porque es una moneda firme y su inflación puede considerarse despreciable.

2. El proyecto contempla la inversión en un terreno donde se construirán: el beneficio húmedo de café cuyo costo asciende a US 43,750 dólares y una planta de reciclaje de agua de 5m³ cuyo costo asciende a US 50,000 dólares.
3. Se propone iniciar la construcción del proyecto en marzo y su terminación en julio, a fin de estar a tiempo para la producción, considerando que se requiere hacer algunas pruebas.
4. Se considera un crédito a 10 años por un monto total de US 100,000 dólares con un año de gracia y una tasa de interés del 7.4%.
5. Las proyecciones se realizan a 10 años, porque se estima tener rendimientos de la inversión con la venta de los subproductos, lo que aportará ingresos para disminuir los intereses del crédito solicitado.
6. El suministro de agua para la planta actualmente no se factura por abastecerse del río, actualmente, interesa costear esta agua pues es agua que deja de entrar a Mataquesuintla. Con objeto de medir resultados se considera el costo por m³ de acuerdo a costos estimados que se aplican en Guatemala.
7. El consumo actual de agua es de 1,549 m³/año, se busca disminuirlo con el nuevo sistema: beneficiado de café modificado, tratamiento de aguas residuales y recirculación de agua reciclada.

8. Se consideró que el consumo del agua se reducirá de 30 lts./qq. de café oro a 10 lts./qq. de café oro.
9. Se consideró que los precios de los insumos son fijos, lo que varía es el número de qq. de café cereza a beneficiar. En el caso de la mano de obra se realizó un ajuste anual del 25% porque interesa generar valor humano agregado en el proceso.
10. El beneficio del café se completará con la venta de los subproductos: pulpa y pectina.
11. Las cuentas por cobrar y cuentas por pagar se consideran de 90 días, por ser el tiempo requerido en el ciclo de exportación en los mercados de Nueva York y Londres.
12. El período de beneficiado opera un ciclo diferente al año calendario, esto es: cosecha y beneficio de octubre al mes de abril, quedando el resto del año para reparar y dar mantenimiento a las plantas.

En las siguientes tablas se presentan los estados financieros para el sistema propuesto:

- Proyecciones del balance general;
- Proyecciones del estado de resultados;
- Amortizaciones de la deuda;
- Premisas del estado de resultados.

ANO	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
ACTIVO											
Activo circulante											
Bancos	186,032	(24,218)	10,270	40,427	75,852	115,913	159,688	205,884	252,734	297,873	338,176
CXC	106,304	297,715	126,747	319,193	149,312	342,899	174,218	369,085	201,708	397,946	232,050
Suma activo circulante	292,336	273,497	137,017	359,620	225,163	458,812	333,906	574,949	454,442	695,819	570,227
Activo fijo											
Planta de beneficio de café	0	40,711	37,672	34,633	31,593	28,554	25,515	22,476	19,437	16,398	13,359
Planta de tratamiento	0	46,827	43,053	39,580	36,107	32,834	29,160	25,687	22,214	18,740	15,267
Eq. de oficina	0	1,006	894	782	670	559	447	335	223	112	0
Terreno	6,250	6,250	6,250	6,250	6,250	6,250	6,250	6,250	6,250	6,250	6,250
Suma activo fijo	6,250	94,493	87,869	81,245	74,621	67,997	61,372	54,748	48,124	41,500	34,876
Total Activo	298,586	367,990	224,886	440,865	299,784	526,808	395,278	629,698	502,566	737,319	605,102
PASIVO + CAPITAL											
Pasivo											
Proveedores	89,760	91,555	93,386	95,254	97,159	99,102	101,084	103,106	105,168	107,272	109,417
Acreedores diversos	458,836	512,637	354,898	552,878	390,788	594,308	437,504	645,869	493,227	704,763	553,907
Cuentas por pagar	0	0	100,000	90,000	80,000	70,000	60,000	50,000	40,000	30,000	20,000
suma pasivo	548,596	604,192	548,284	738,132	567,947	763,410	598,588	798,975	638,395	842,035	683,324
Capital											
Capital social	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
Utilidad del ejercicio	(210,250)	15,603	14,635	17,999	21,009	23,504	25,274	26,055	25,510	23,217	18,639
Utilidad del ejercicio anterior	0	(210,250)	(194,646)	(180,012)	(162,013)	(141,004)	(117,500)	(92,226)	(66,171)	(40,661)	(17,444)
suma capital	(160,250)	(144,646)	(130,012)	(112,013)	(91,004)	(67,500)	(42,226)	(16,171)	9,339	32,556	51,195
Pasivo + Capital	298,586	367,990	224,886	440,865	299,784	526,808	395,278	629,698	502,566	737,319	605,102

Supuestos:		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	TOTAL
Capital	100,000	-	-	100,000	90,000	80,000	70,000	60,000	50,000	40,000	30,000	20,000	10,000	550,000
Periodo de pago	10 años 1 año de gracia	-	-	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	100,000
Tasa de interés	7.4%	-	-	7,400	6,660	5,920	5,180	4,440	3,700	2,960	2,220	1,480	740	40,700
ANOS		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	TOTAL
Deuda por pagar		-	-	100,000	90,000	80,000	70,000	60,000	50,000	40,000	30,000	20,000	10,000	550,000
Capital devengado		-	-	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	100,000
Interés		-	-	7,400	6,660	5,920	5,180	4,440	3,700	2,960	2,220	1,480	740	40,700
Anualidad		0	0	17,400	16,660	15,920	15,180	14,440	13,700	12,960	12,220	11,480	10,740	140,700

3.4.2 Resultados de proyecciones financieras

Con los supuestos mencionados anteriormente se realizó el estado de resultados para conocer la utilidad neta de cada año y posteriormente conocer el flujo de efectivo y proyectar el período de pago de la deuda.

Se concluye que se deberán cuidar los gastos de operación, la eficiencia del beneficio de café y la planta de tratamiento de agua. En caso de no tener cuidado en el consumo del agua se elevarían los costos, lo que tiraría el negocio a la basura considerando los problemas cada día mayores en el abasto de este líquido vital.

Los ingresos se incrementarán por la venta de subproductos; la cantidad de café beneficiado aumentará conforme pasan los años, ya que los procesos se desarrollarán mejor, así como el control en la selección de café a procesar.

CONCLUSIONES

Al realizar este proyecto de Mataquescuintla se concluye que es un sistema viable que se puede con ayuda de algunas técnicas y sentido práctico, convertir en un negocio lo que hasta la fecha ha generado problemas de contaminación y desabasto de agua.

Al ser el café un producto base de la economía de varios países siempre tendrá una demanda continua al crecer la población mundial continuará, cada día la necesidad de producir más quintales de café.

Al realizar el diagnóstico de Mataquescuintla, se detectaron problemas actuales del beneficiado: falta de conciencia en el uso del agua, contaminación, irregular control de la producción, evasión fiscal por falta de inscripción y/o declaración de utilidades, no existe un "layout" práctico, mala organización administrativa, falta de conocimiento técnico y cultura de productividad, no se cuenta con la información real referente a los beneficios que operan en el área, etc. Se encontró que todos estos detalles se pueden modificar o implementar en su caso, de una manera muy simple. La solución que se propone es definir que se espera del beneficiado, conocer y evaluar las diferentes alternativas que se tienen para lograrlo.

Se decidió continuar con el beneficio de café en Mataquescuintla por encontrarse en un lugar con una situación geográfica y climática favorable. Con estas mejoras se desea contribuir a la economía de este municipio de Guatemala, además de mantener y generar fuentes de trabajo, mismas que cada día tendrán un nivel de preparación mejor.

Debido a la preocupación constante por el ecosistema, la tecnología cada vez exige mayor limpieza de procesos, y una mejor aplicación de los subproductos generados. La globalización de mercados es cada día más notable, la comunicación entre los países más cercana y el ser humano va cambiando y buscando solución a sus necesidades.

El beneficio ecológico propuesto con respecto al beneficio tradicional presenta: reducción del 66% en el consumo de litros de agua dentro del proceso y reducción considerable en el índice de contaminación hasta 90 grs./litro de agua. Concluyendo que es viable el desarrollo de este beneficio ecológico con recirculación de agua, y que los beneficios húmedos tradicionales no presentan ventaja alguna sobre el sistema propuesto.

Otras posibles futuras modificaciones que se le puede hacer al proceso de beneficiado húmedo de café y que en este momento no se llevarán a cabo por razones diversas: dedicarse a la siembra y cosecha del cafeto, para lo que se requeriría proponer un estudio de factibilidad para detectar el segmento de mercado que se puede abarcar; dedicarse al eco turismo, que permitirá simultáneamente, desarrollar conciencia entre los turistas y generar fuentes de empleo para un sector de la población.

Se recomienda una divulgación eficaz en lo referente a los asuntos ecológicos, para concientizar que al reducir la contaminación se puede generar valor agregado, así como integrar al pensum de ingeniería cursos de ecología y tratamiento de aguas residuales.

Se recomienda que el gobierno y la iniciativa privada, velen por la generación confiable de información, para una aplicación puntual de las normas de ecología, a las industrias que viertan aguas sin tratar a los cuerpos receptores de agua y sus entornos.

El empresario finalmente es un ser humano que nunca debe olvidar su contacto y total dependencia de la naturaleza, en la medida que se preocupe por explotar adecuadamente los recursos naturales empleando sentido común, planeación, organización y tecnología limpia, será mayor la armonía que pueda lograr en ella.

El sistema de beneficiado con ecología sostenible y redituable permite favorecer el desarrollo económico de un país, debido a que cada elemento que lo compone es un ente generador de recursos, ya sean humanos, financieros, materiales o ecológicos.

La satisfacción armónica de las premisas requeridas para que una empresa merezca este apelativo serán las siguientes:

Generar valor económico agregado;

Generar valor humano agregado;

Satisfacer un requerimiento social;

Generar valor ecológico agregado.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

LIBROS:

1. Dover, Michael, "To feed the earth: Agro-ecology for sustainable development", World Resources Institute, Washington, 1987.
2. Kemmer, Frank, "Manual de agua", Editorial Mc Graw Hill, Volúmenes 1 al 3, México, 1989.
3. Fair, Gordon M., "Ingeniería sanitaria y de aguas residuales", Editorial Limusa, México, 1988.
4. Rifkin, Jeremy, "The green lifestyle handbook", Editorial Henry Holt & Company, Nueva York, 1990.

ESTUDIOS:

1. Asociación Nacional del Café, "Beneficiado húmedo de café", Guatemala, 1991.
2. Asociación Nacional del Café, " Hombres de café", Guatemala, 1995.
3. Asociación Nacional del Café, "La reglamentación de aguas servidas del beneficiado húmedo y sus implicaciones para el sector", Anzueto, Francisco, Guatemala, 1998.

4. Comisión Nacional del Agua, "Guía para el manejo, tratamiento y disposición de lodos residuales de plantas de tratamiento municipales", Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial, México, 1994.
5. ICAITI, "Estudios preliminares sobre el tratamiento de aguas residuales del beneficiado de café", Costa Rica, 1978.
6. Proyecto Cadena del Café, "Identificación del impacto ambiental del beneficiado del café, en las cuencas de Mataquesuintla y Lago de Atitlan", Guatemala, 1995
7. Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, "Desarrollo urbano", México, 1981.
8. Secretaría de Recursos Hidráulicos, "Café: Uso del agua y manejo del agua residual en la industria", Dirección General de usos del agua y prevención de la contaminación, México, 1976.

PUBLICACIONES:

1. Asociación Nacional del Café, "Manual de Caficultura", Guatemala, 1998.
2. Asociación Nacional del Café, "Manual Práctico de beneficios de Café", Guatemala, 1973.
3. Asociación Nacional del Café, "Utilización integral de los subproductos del café", Departamento de Postcosecha, Guatemala, 1987.
4. Asociación de Investigación y Estudios Sociales "Las empresas y el desarrollo sostenible", Número. 6, Guatemala, 1997
5. Secretaría de Obras y Servicios, "Cuida el agua: paga menos ¿cómo?", Número 3, México, 1998.
6. Secretaría de Salubridad y Asistencia, "Ecología y salud", colección salud, México, 1974.

REVISTAS:

1. CONACYT, " Información científica y tecnológica", Volumen 15, Número 203, México, 1993
2. Programa Cooperativo ICAFE-MAG, "Agroindustria: Tecnología Cafetalera", Costa Rica, Agosto y Junio, 1992.
3. BANCOMEXT, "Comercio Exterior", Volumen 48, Número 5, 1989

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

ANEXOS

ANEXOS

A) DEFICIENCIAS EN EL GRANO DEL CAFE

Las deficiencias se clasifican dependiendo del momento de la etapa del proceso:

A.1 Antes del beneficiado

A.1.1 Enfermedades del café:

Antraxnaxis Daña el fruto, la cáscara y la pulpa.

Roya Disminuye el volumen de la cosecha.

Broca Disminuye la productividad y la calidad: perfora el fruto, deja larvas, excremento y ensucia el café.

Enfermedad rosada Dificulta el beneficiado al: disminuir la cantidad de mucilago lo cual hace que se pegue la cáscara y daña el grano.

A.1.2 Granos defectuosos:

Deformes	Granos sanos cuya forma difiere de la plano-convexa normal, incluyen las “madres”(elefantes), los “caracoles” y los “triángulos”(triatas).
Manchados	Se originan por deficiencias nutricionales (nitrógeno y potasio). Su tamaño es normal y las manchas presentan diferentes coloraciones.
Negros	Granos faltos de formación, pueden aparecer de tamaño y densidad normales. Se originan por factores nutricionales y/o climáticos durante la época de maduración.
Pequeños	También llamado enanismo, se origina por deficiencia nutricional.
Rojizos	Proviene de café sobremadurado en la planta, cuyo colorante en la pulpa (antocina) tiñe la película, la cual permanece adherida.
Verdes	Son pequeños y de coloración verdosa, tienen cara plana hundida y presentan la película plateada adherida, su tueste claro y taza amarga afectan la calidad.
Bellotillas	Frutos secos en forma de bolitas, pueden llegar al final del proceso, provienen de café verde o maduro de tamaño muy pequeño.

A.2 Durante el beneficiado:

A.2.1 Granos con daño físico-mecánico:

Ambar o amarillento Se producen por sobrecalentamiento en la parte inferior de granos amontonados, el germen se presenta hundido.

Aplastado y partido Se producen durante el retrillado, puede ser por tener muy cerrado el ajuste del tamaño del grano, también en cafés con alta humedad. Muestran abertura longitudinal en uno o en ambos extremos. La rotura y el resto del grano generalmente presentan blanqueamiento.

Blanqueado Ocurre cuando el café oro se almacena en condiciones de alta humedad relativa (14% a 15%), se atribuyen a procesos de oxidación de naturaleza enzimática. Vienen de zonas bajas y lluviosas.

Cardenillo Daño de origen fungoso debido al almacenamiento de café húmedo. Se produce un polvo amarillento en las puntas del grano y posteriormente se extiende a todo el grano.

Gris oscuro Son granos de consistencia suave que tuvieron insuficiente secado, propician microorganismos durante el almacenamiento.

- Gris azulado** Son granos con el germen hundido, se originan en el secamiento a altas temperaturas. También se presentan cuando se mantiene el café muy húmedo con ventilación forzada.
- Mordido** Producidos por deficiente control durante las etapas húmedas: despulpado o desmucilaginado mecánico. Incluye la transportación por bombeo o por helicoidales.
- Quebrado** Granos fracturados en la fase húmeda. Proviene de los llamados "elefantes, muelas, madres o conchas". Los granos sobrecalentados o sobresecados también se quiebran en el trillado.
- Springer** Granos vitrificados por sobrecalentamiento, de color gris azulado opaco, si se golpean con martillo se pulverizan y al lanzarlos al suelo rebotan. Se presentan por insuficiente capacidad del beneficio, se lava mal el café y se usan altas temperaturas en el secamiento. No producen mal sabor pero afectan la apariencia del café verde y el tueste.
- Veteado o descolorido** Se debe a rehumedecimiento después del secado, presentan coloración blanca en las puntas, o vetas sobre la almendra, normalmente es por gotera en el lugar de almacenaje.

A.2.2 Sabores extraños:

Cuero	Se produce por alguna de las siguientes causas: café verde o maduro, acumulado y caliente; sobrefermentado en la pila; o amontonamiento del café en pergamino húmedo por mayor tiempo del conveniente.
Fruty	Se produce por sobrefermentación del grano.
Grassy	Tienen sabor a pasto, son cafés faltos de maduración.
Humo	Este sabor se origina cuando se emplea fuego directo, cuya combustión no esta regulada para dar el tueste. También cuando se usa leña verde o húmeda.
Moho	Este sabor se presenta cuando se almacena café en pergamino húmedo, o café en oro, en bodegas húmedas o mal ventiladas.
Quakery	Tienen sabor a cacahuete, tienen tueste claro amarillento.
Río	Es el grano recogido fermentado del suelo.

- Stinker** Es el grano apestoso, es el último estado del grano sobrefermentado. El daño es severo: se desprende el embrión dejando un pequeño hoyo en la base del grano. Normalmente se origina por falta de limpieza periódica en caños, pilas, equipo de transportación y trampas. También puede ser originado por utilizar aguas sucias en el segundo lavado sin secamiento inmediato.
- Tierra** Lo dan los cafés de “juntas” o los que se han pasado por despergaminadores sucios.
- Winy** Tienen sabor vinoso, por sobremaduración en la planta o atraso en el despulpado.

B) PARAMETROS DE DESCARGA DE AGUAS SERVIDAS EN EL BENEFICIADO HÚMEDO DE CAFÉ.

Las variables que todo beneficiado húmedo de café debe cumplir para operar, son la Demanda Química de Oxígeno (DQO), la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), el Potencial Hidrógeno (pH), Sólidos sedimentable (SS), Sólidos Totales (ST).

DQO Cantidad de oxígeno necesario para estabilizar o degradar la materia orgánica por procesos químicos.

DBO Cantidad de oxígeno necesario por los microorganismos para degradar la materia orgánica durante procesos biológicos.

pH Grado de acidez, en el agua residual.

SS Cantidad de sólidos en suspensión que se encuentran en el flujo de las aguas residuales.

ST Cantidad de partículas sólidas que se encuentran presentes en el agua.

De estas variables, el índice de concentración de contaminación más representativa dentro de los procesos de beneficiado húmedo de café es el DQO, producido por el agua miel o mucilago (disuelto en el agua de lavado de fermentado), por lo cual es la variable que se tomará como principal parámetro de contaminación.

NORMA MEXICANA 001 ECO 96

PARAMETRO	
Sólidos sedimentables	10
DBO	150 mg/l
DQO	8,000 mg/l
pH	5-9
Sólidos Totales	125

CONAMA

En el cuadro siguiente se indican los parámetros y límites permisibles de descarga de aguas servidas del beneficiado húmedo del café, propuestas por el Sector Cafetalero y aceptadas por CONAMA.

PARAMETRO	ETAPA I (0 -1 AÑO)	ETAPA II (3-6 AÑO)	ETAPA III (6-9 AÑO)
Sólidos sedimentables	10	5	2
DBO	1,500 mg/l	1,000 mg/l	500 mg/l
DQO	8,000 mg/l	3,000 mg/l	2,000 mg/l
pH	5-9	6.5-8.5	6.5-8.5
Sólidos Totales	5%	3%	1.5%