

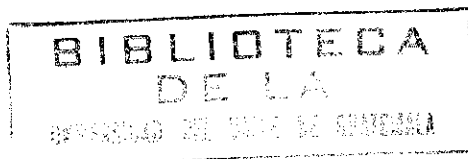
54135

BIBLIOTECA
DE
MUSEO DE LA CIUDAD DE MEXICO

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

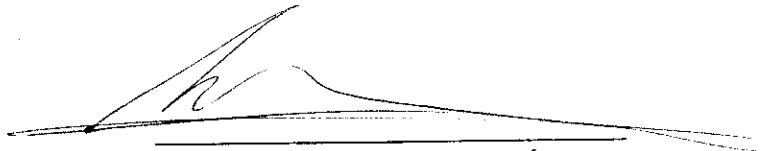
**BENEFICIO DE CAFÉ UTILIZANDO
MAQUINARIA
ECOLÓGICA EN LA FINCA EL CHORRO**



CARLOS ALBERTO DIEM ANDRADE

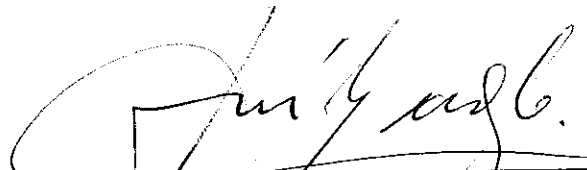
*GUATEMALA
2002*

Vo. Bo.

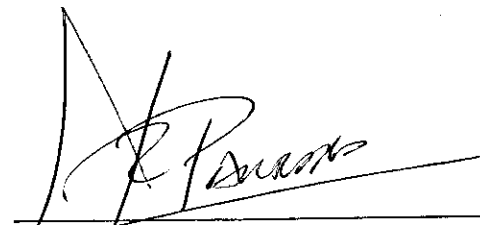


Asesor Ing. Manuel Hernández

Tribunal:



Ing. José Joaquín Garoz Cabrera



Ing. Carlos Paredes de La Vega



Ing. Manuel Hernández

Fecha Aprobación Examen: Guatemala 10 de junio de 2002

**BENEFICIO DE CAFÉ UTILIZANDO
MAQUINARIA
ECOLÓGICA EN LA FINÇA EL CHORRO**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

BENEFICIO DE CAFÉ UTILIZANDO MAQUINARIA ECOLÓGICA EN LA FINCA EL CHORRO

Trabajo de investigación presentado
para optar al grado académico de
Licenciatura en Ingeniería Mecánica

*GUATEMALA
2002*

PREFACIO

La explotación del café, como elemento empresarial posee características especiales, debido a los esfuerzos para su cultivo e industrialización.

Por la importancia de esta actividad, y debido a la poca atención que se le ha dado a este aspecto, unido a la necesidad de que las personas interesadas y profesionales tienen en conocer esta información, se desarrolla esta investigación, enfocando distintos aspectos

El mal uso que se la ha dado al recurso agua al utilizarse en grandes cantidades, ha hecho que ríos, quebradas y fuentes de agua escaseen y además se contaminen. Hoy en día la preservación del medio ambiente es de trascendental importancia, por razones por todos conocidas. Por dicha importancia, se ha diseñado una estrategia que sirva para contrarrestar los problemas relacionados con el procesamiento del café, aparte de aumentar los rendimientos, precios de venta, y sobre todo, ofrecer al mercado mundial un producto de alta calidad, preservando al mismo tiempo la ecología de cada lugar.

El procesamiento húmedo del café está íntimamente ligado con el concepto de calidad.

ÍNDICE

	Página No.
PREFACIO	ii
LISTA DE CUADROS	iii
LISTA DE GRÁFICOS	iv
RESUMEN	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. GENERALIDADES	9
A. Reseña Histórica del Cultivo del Café en Guatemala	9
B. Situación Actual del Cultivo del Café	10
III. VISIÓN	15
IV. MISIÓN	15
V. OBJETIVOS	16
VI. METODOLOGÍA	17
VII. IMPORTANCIA EN LA ECONOMÍA DEL PAÍS	19
A. Generación de Divisas	19
B. Generación de Mano de Obra	20
VIII. TIPOS DE BENEFICIADO HÚMEDO	21
A. Beneficio Tradicional	21
B. Beneficio Ecológico Tecnificado	30
• Pulperos <i>Fimar</i>	32
• Desmucilaginosos <i>Fimar</i>	34
IX. LA CALIDAD DEL CAFÉ Y SU IMPORTANCIA EN EL MERCADO INTERNACIONAL	37
A. Determinación de la Calidad del Café	37
• Características Físicas	38
• Características Organolépticas	38
B. Clasificación por Tipos de Café	39
X. EL CAFÉ Y SU RELACIÓN CON LA ECOLOGÍA	41
XI. COMERCIALIZACIÓN	42
A. Comercialización Interna	42
B. Comercialización Externa	43
XII. RESULTADOS	44
XIII. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	56
XIV. CONCLUSIONES	59
XV. BIBLIOGRAFÍA	61
XVI. APÉNDICE	63
A. Diagramas	63
B. Fotografías	66

LISTA DE CUADROS Y TABLAS

Cuadro	Página No.
1. VOLÚMENES Y PRECIOS MEDIOS DE LAS EXPORTACIONES DE CAFÉ	1
2. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE UN FRUTO DE CAFÉ	2
3. SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO DEL CAFÉ	13
4. GENERACIÓN DE DIVISAS	19

Tabla	Página No.
1. ANÁLISIS DE CALIDAD DEL DESPULPADO BAJO EL EFECTO DE LA APLICACIÓN O NO, DE AGUA	50
2. EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA CALIDAD EN TAZA DEL CAFÉ OBTENIDO CON FERMENTACIÓN NATURAL Y DESMUCILAGINADO MECÁNICO	50
3. MAQUINARIA UTILIZADA EN EL BENEFICIO TRADICIONAL	51
4. MAQUINARIA UTILIZADA EN EL BENEFICIO ECOLÓGICO	52
5. POTENCIA REQUERIDA PARA BENEFICIO TRADICIONAL	53
6. POTENCIA REQUERIDA PARA BENEFICIO ECOLÓGICO	54
7. CONSUMO DE AGUA PARA EL PROCESO DE BENEFICIADO	55
8. CONSUMO DE ENERGÍA PARA EL PROCESO DE BENEFICIADO	55

LISTA DE ILUSTRACIONES

Diagramas	Pagina No.
1. Proceso de Beneficiado húmedo	62
2. Proceso en " <i>Finca El Chorro</i> "	63

Ilustraciones	Pagina No.
1. Vista Pulperos de la Casa <i>Fimar</i>	65
2. Pulperos de la <i>Fimar</i>	65
3. Vista Desmucilaginadores	66
4. Desmucilaginadores	66
5. Pulperos Operando	67
6. Criba y Desmucilaginadores en Operación	68

RESUMEN

El objeto del presente estudio es describir la consumación del beneficiado potencialmente ecológico de café en la *Finca El Chorro*, Barberena, Santa Rosa. Así mismo evaluar el funcionamiento de la maquinaria ecológica marca *Fimar*.

Beneficio ecológico y rentable, vía húmeda, es el conjunto de operaciones que se realizan para transformar el café pergamino seco, conservando la calidad del café, cumpliendo con las normas de comercialización, evitando pérdidas de café y eliminando procesos innecesarios, aprovechando los subproductos, para representar el mayor ingreso económico para la empresa y produciendo la mínima alteración del agua estrictamente necesaria para el beneficio.

La consumación de este tipo de beneficio se basa primordialmente en la reducción de consumos de agua, de energía eléctrica y de eficiencia en el proceso.

El termino "potencialmente ecológico" se deriva de la tecnología, infraestructura y principalmente del adecuado uso y manejo que el hombre le dé a los subproductos.

BENEFICIO DE CAFÉ UTILIZANDO MAQUINARIA ECOLÓGICA EN LA FINCA EL CHORRO

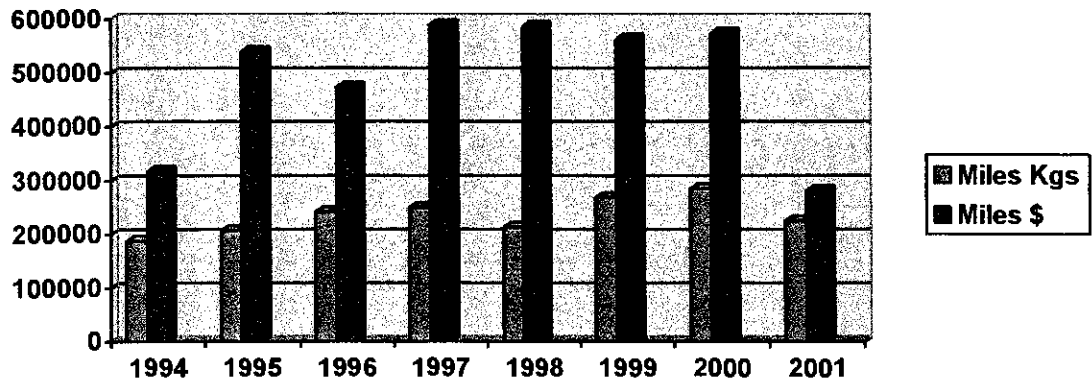
I. INTRODUCCIÓN

La caficultura en Guatemala es la principal actividad económica, el desarrollo y la prosperidad nacional están ligados al comportamiento de ésta. Los períodos de crecimiento económico y recesión coinciden con los períodos de auge y baja producción cafetalera, y con las variaciones en los precios del grano en el mercado internacional.

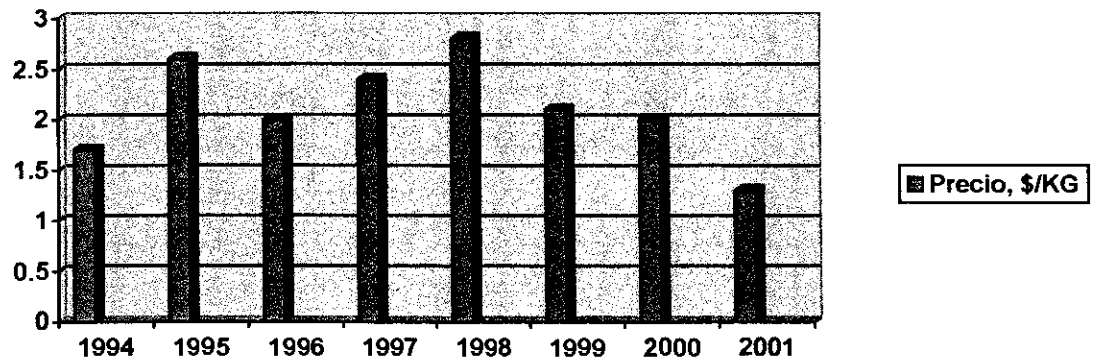
VOLUMEN Y PRECIOS MEDIOS DE LAS EXPORTACIONES DE CAFÉ			
A FIN DEL PERIODO	VOLUMEN Miles de KGS	VALOR Miles de \$	PRECIO MEDIO \$/Kg
1994	187,495.2	317,916.7	1.7
1995	206,790.9	539,288.2	2.6
1996	241,295.3	472,433.0	2.0
1997	249,928.8	589,454.5	2.4
1998	213,101.1	586,548.7	2.8
1999	269,191.0	562,556.7	2.1
2000	285,423.5	573,688.9	2.0
2001	224,757.4	282,056.3	1.3

Fuente: Banco de Guatemala, 2002

Volumen de Café Exportado por Año:



Precio Medio del Café por Año:



La caficultura mundial se divide en dos grandes grupos:

- **Cafés Duros o Fuertes:** Brasil, Africa y Asia.
- **Cafés Suaves o "Arábigos Lavados":** Colombia, Centro América, México, Ecuador, Perú, Jamaica, India y Nueva Guinea.

Colombia es el principal productor del grupo "Cafés Suaves" con más o menos el 35% de la producción grupal, el segundo es México con el 12% de la producción, el tercer lugar Guatemala con el 9%; hay otros países que están logrando mayor dinamismo, tal es el caso de La India, que podría llegar a relegar a Guatemala al cuarto lugar.

Brasil es el productor general más grande del mundo, pero recientemente ha aparecido Vietnam, que está tercero, después de Colombia, a quien podría llegar a desplazar, al colocarse después de Brasil, si sigue fomentando su producción.

El procesamiento húmedo del café está íntimamente ligado con el concepto de calidad; Guatemala compite en el mercado internacional con una de las mejores calidades de café, y dada esa variable, es importante realizar estudios que permitan un mejor conocimiento de los factores que influyen en la calidad del café.

Tradicionalmente el beneficiado húmedo del café se ha considerado como una actividad que no requería de demasiados conocimientos de ingeniería y técnicas de proceso. Actualmente esta tendencia está cambiando, debido a dos grandes factores: por un lado la crisis cafetalera, que impone nuevos criterios de

calidad y por el otro lado, el creciente deterioro del medio ambiente. (Adolfo Barrios, 1999)

Actualmente nuestro planeta está siendo sofocado por la contaminación, desnudado por la deforestación y agotado por la explotación incontrolable. Es por ello que a la ecología se le puede definir como "el estudio de los defectos perjudiciales de la civilización moderna sobre el medio ambiente, con la mira de prevenirlos y anularlos mediante la conservación".

La preocupación por preservar el medio ambiente está incidiendo en la preferencia de aquellos bienes de consumo cuya producción no daña el entorno natural. El café guatemalteco armoniza con el espacio físico en el que se cultiva, lo que ha facilitado de alguna manera aproximarse a la obtención de un grano que cumpla con las especificaciones de ese tipo de café. (Anacafé, Manual de Caficultura Orgánica, 1999)

El propósito fundamental del beneficiado utilizando maquinaria ecológica es proporcionar alternativas de producción sostenibles que minimicen el impacto ambiental, al trabajar en armonía con la naturaleza, aprovechando las experiencias y recursos locales. (Anacafé, Manual de Caficultura Orgánica, 1999)

A pesar de que se puede elaborar una definición muy completa de beneficio ecológico que incluya las diferentes posibilidades de alterar el ambiente por la práctica del beneficiado de café, incluyendo la contaminación del aire, el ruido producido por los equipos, ésta se limita a la alteración que se hace en el agua utilizada, que es la más importante, y problema generalizado en todos los beneficios que funcionan en el país. (CENICAFE, Beneficio Ecológico del café, una Opción Rentable, 1996)

Existen dos procedimientos, para practicar el beneficio ecológico. El primero consiste en racionalizar el proceso de beneficio convencional o tradicional, eliminando las etapas no estrictamente necesarias como el transporte hidráulico, la fermentación de mucílago, la excesiva clasificación o separación de café y minimizando el consumo de agua.

Esta práctica de beneficio ecológico, permite utilizar al mismo tiempo en forma aprovechable casi la totalidad de los materiales contaminantes (pulpa y mucílago), para transformarlos en productos de más valor, como lo son los lombricompostos y la proteína mineral.

El segundo procedimiento consiste en complementar el método del beneficio que utiliza la fermentación convencional del mucílago y la minimización del agua de lavado, descontaminando ésta última mediante bioreactores.

En el presente trabajo de investigación y desarrollo se tratará el primer caso descrito, utilizando pulperos y desmucilaginosos de la casa *Fimar*.

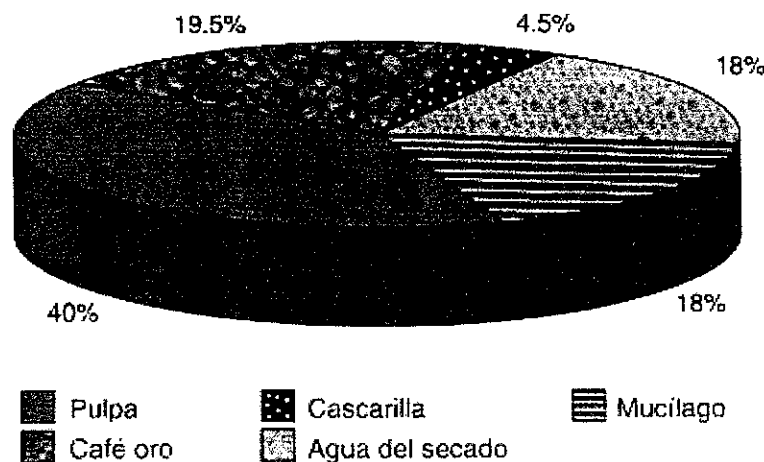
La producción de café es una actividad que ocupa un lugar importante dentro de la economía del país, como fuente generadora de divisas. No obstante, la literatura referente al proceso del café no ahonda mucho sobre el proceso ecológico.

"**Café**, nombre común de un género de árboles de la familia de las Rubiáceas y también de sus semillas y de la bebida que con ellas se prepara. De la treintena de especies que comprende el género *Coffea*, sólo son importantes tres: *arábica*, *canephora* y *liberica*. El arbusto o arbolillo, de 4.6 a 6 metros de altura en la madurez, tiene hojas aovadas, lustrosas, verdes, que se mantienen durante tres a cinco años y flores blancas, fragantes, que sólo permanecen abiertas durante unos pocos días. El fruto se desarrolla en el curso de los seis o siete meses siguientes a la aparición de la flor; cambia desde el verde claro al rojo y, cuando está totalmente maduro y listo para la recolección, al carmesí. El fruto maduro, que se parece a la cereza, se forma en racimos unidos a las ramas

Del fruto del café, sólo entre el 18% y 20% termina siendo grano oro, el resto del cual lo constituyen residuos potencialmente contaminantes, si no se procesan adecuadamente. (Adolfo Barrios, Ventajas Económicas del Beneficiado Ecológico, 1999).

El fruto de café está compuesto por la pulpa, la cual varía de verde (clorofila) a amarillo y rojo, y depende de la variedad y del grado de maduración del fruto. Envuelto por la pulpa se encuentra el mucílago, que está constituido por una gruesa capa de tejido esponjoso de aproximadamente 0.5 mm de espesor, rico en azúcares y pectinas, y rodea a los dos granos enfrentados por su cara plana. Los granos están a su vez revestidos por la cascarilla. El fruto de café posee un porcentaje relativamente alto de humedad (18%). A continuación se presenta la gráfica de la Composición Porcentual de un Fruto de Café.

Composición porcentual de un fruto de café



Por la importancia de esta actividad del beneficiado del café, y debido a la poca atención que se le ha dado a este respecto, unido a la necesidad de que las personas interesadas, técnicos y profesionales tienen en conocer esta información, se desarrolla el presente trabajo de investigación.

Al final de este trabajo, en el apéndice, podrá encontrar algunos diagramas del proceso de beneficiado húmedo y fotografías de los pulperos y desmucilaginosos *Fimar*.

II. GENERALIDADES

A. Reseña Histórica del Cultivo del Café en Guatemala

Existen diversas versiones sobre el origen de la palabra café, la más aceptable es la que indica que proviene de los mahometanos, quienes le llamaron "Kahoueh" al café. El nombre de "Kahoueh" lo utilizaban para identificar las bebidas prohibidas y por lo tanto la bebida tomó ese nombre, que al comercializarlo obtuvo finalmente el nombre de café.

Alrededor del año 1773 los padres jesuitas lo introdujeron en Guatemala como una planta ornamental para los jardines de sus conventos y para usos medicinales.

En el año de 1800, una plaga de langostas destruye importantes plantaciones de añil y otros productos agrícolas. Entonces el gobierno decide fomentar nuevos cultivos; fue Don Juan Pablo Rubio y Gemir el primer agricultor en ensayar la producción formal del café en Guatemala, sembrándola en el Valle de Guatemala.

Durante el año 1835, Don Mariano Gálvez dispuso emitir disposiciones legales que beneficiaban al cultivo del café, premiando con 200 pesos al primero

y segundo productores que cosecharan más de cien quintales de café maduro y con cien pesos al tercero y cuarto lugares.

A principios de 1854 se realiza la primera exportación consistente en 95 quintales de café oro a un valor de US\$10.00 dólares de los Estados Unidos de Norteamérica, por cada quintal.

A partir de 1860, surgen las fincas grandes dedicadas al cultivo del cafeto en los departamentos de Guatemala, Sacatepéquez, Retalhuleu, Escuintla, Alta Verapaz, Jutiapa y Quetzaltenango. (Anacafé, Manual de Caficultura, 1998)

En el año de 1865, la sociedad económica continua promoviendo la plantación del café, haciendo por su cuenta grandes semilleros en el Departamento de Amatitlán, para luego suministrar gratuitamente almácigos de café entre los agricultores de distintas zonas.

El cultivo del café ya constituía un negocio lucrativo en 1871, siendo el principal soporte de la economía nacional. La Revolución Liberal, que triunfó ese año da un mayor impulso a la producción de café, dictando medidas legales y de carácter económico, conducentes a fortalecer aún esa fuente de riqueza. Entre estas medidas destacan la Reforma Agraria Liberal y la creación por parte del Estado de beneficios de café en forma de cooperativa.

Durante las décadas de los 70 y los 80 del siglo XIX, se dedican al café numerosas fincas de otros departamentos, como Baja Verapaz, San Marcos, Huehuetenango, Santa Rosa, Sololá, Chimaltenango, Chiquimula, Zacapa, Jalapa, Quiché y Petén. (Anacafé, Manual de Caficultura, 1998)

En aquella época se establecieron en las Verapaces, principalmente en las cercanías de Cobán, numerosos inmigrantes europeos, entre ellos suizos y alemanes; estos inmigrantes con sus avanzados conocimientos en organización de empresas y sistemas de producción contribuyeron a la superación agrícola-comercial de la zona.

A finales del siglo XIX, la producción de café había logrado óptimas condiciones en el comercio mundial, en Guatemala esto se manifestó en la necesidad de fortalecer la empresa cafetalera en la producción, proceso y exportación del grano.

El cultivo del cafeto en Guatemala constituyó un reto, ya que su introducción, establecimiento y fomento trajeron aparejada una lucha por dominar la selva, al abrir nuevas fronteras para la agricultura, principalmente en las estribaciones de montañas, volcanes y en los barrancos de Quetzaltenango y otros departamentos. Lo que el hombre de campo guatemalteco aprendió con el café al introducirlo a nuevas regiones, cultivarlo con éxito, procesarlo y más

tarde exportarlo, llegó a constituir una escuela, cuyos conocimientos sirvieron de base para la introducción y establecimiento de otros cultivos.

B. Situación Actual del Cultivo del Café

El café ha constituido por varias décadas el principal producto de exportación de Guatemala, generando un promedio anual de 511.20 millones de dólares en divisas para el país (años 1996 al 2001).

La distribución geográfica de las zonas cafetaleras obedece naturalmente a los requerimientos del cultivo, pero coincidentemente ocupan tierras cuyas características topográficas difícilmente serían aprovechadas con tanta eficiencia por otro cultivo.

Actualmente el sector cafetalero no pierde su auge a pesar de las circunstancias, significando económicamente el principal producto dentro de las exportaciones, jugando un papel importante dentro de la vida social y económica del país, como se puede apreciar en la siguiente tabla:

AÑOS 1980 – 2000							
- Millones de US dólares -							
AÑO	TOTAL	CAFÉ	AZÚCAR	BANANO	CARDAMO MO	CENTRO AMÉRICA	OTROS
1980	1,519.8	463.9	69.3	44.7	55.6	440.8	445.5
1981	1,291.3	325.3	85.2	55.6	34.3	378.9	412.0
1982	1,170.4	374.6	43.7	71.3	44.2	337.3	299.2
1983	1,091.7	308.8	95.3	53.5	59.4	320.9	253.6
1984	1,132.2	360.6	71.3	54.9	100.3	291.4	253.7
1985	1,059.7	451.5	46.5	70.9	60.7	207.8	222.3
1986	1,043.8	502.3	51.7	73.4	47.7	185.0	183.6
1987	977.9	354.5	51.3	74.6	45.1	230.6	221.7
1988	1,073.4	386.9	78.0	76.4	37.6	236.4	258.1
1989	1,126.1	380.0	92.1	87.1	27.5	248.9	290.5
1990	1,211.5	316.0	152.9	86.2	34.4	288.2	333.7
1991	1,230.0	280.8	141.1	80.1	37.8	324.0	366.2
1992	1,283.6	252.9	136.5	110.9	32.8	395.4	355.1
1993	1,363.2	276.4	155.8	102.2	39.4	417.8	371.6
1994	1,550.2	346.0	172.4	119.5	42.2	475.0	395.1
1995	1,990.8	578.6	245.4	145.6	40.7	565.4	415.1
1996	2,056.3	472.6	220.4	162.2	39.4	578.0	583.7
1997	2,390.6	620.4	258.4	161.6	37.9	683.4	628.9
1998	2,562.7	584.5	310.6	177.9	36.6	748.5	704.6
1999	2,493.6	587.9	188.1	143.1	56.4	789.9	728.2
2000	2,708.5	569.2	179.6	187.8	79.4	815.3	877.2

Fuente: Banco de Guatemala, 2002

Como ya se mencionó anteriormente en Guatemala el cultivo, proceso (beneficiado húmedo), y comercialización del café, ha sido un factor sumamente determinante en la economía del país. Para referencia durante el período cafetalero 99/2000, ingresaron US\$ 587.9 millones en divisas que representan el 34.5% del total, y en el período 2000/2001, ingresaron US\$ 569.2 millones de

divisas, sufriendo una baja en los precios internacionales del café, esto representó el 30.1% del total de divisas ingresadas al país.

Desde el año 1980 hasta el año 2000, el café ha generado en promedio el 27.2% del ingreso total de divisas al país; ocupando el segundo lugar la industria azucarera con un promedio del 8.80%.

La predominante mayoría de caficultores en Guatemala son individuos que trabajan sus granjas como una familia, representando más de 59,000 pequeños productores cafetaleros a lo largo del país. La mayoría de ellos pertenece a alguno de los veinte grupos étnicos descendientes de los Mayas. En algunas áreas, tales como Atitlán y Nuevo Oriente, ellos cosechan del 80% al 90% de su producción.

Por ser el cultivo del café tan importante para la economía nacional, Anacafé actualmente está desarrollando programas para beneficiar al pequeño y mediano productor que se dedica a producir café de buena calidad en Guatemala. Trabajando de la mano con otras instituciones, Anacafé ahora ofrece varias oportunidades con proyectos dirigidos a mejorar la calidad de vida del caficultor. Parte de estos proyectos es promover la utilización de maquinaria ecológica que mejore la calidad y rendimiento en los cafés cereza.

III. VISIÓN

Ser una planta de proceso capaz de producir café de alta calidad, participando en un proceso de economía sostenible, fundamentada en la caficultura; en el que las personas trabajando en equipo optimicen los recursos de la empresa.

IV. MISIÓN

Ser reconocidos como una empresa de alta productividad, basados en el principio de mejora continua de la calidad y capacidad de producción siempre. Produciendo y ofreciendo café que realmente satisfaga las necesidades de nuestros clientes.

V. OBJETIVOS

General:

Implementar el proceso de beneficiado ecológico utilizando maquinaria de la casa *Fimar*, en la "*Finca El Chorro*" evaluando sus ventajas contra el beneficio tradicional.

Específicos:

1. Dar a conocer en el medio industrial, la nueva tecnología en maquinaria y equipos ecológicos que se está aplicando en proyectos nacionales relacionados con el cultivo del Café.
2. Demostrar que el beneficio ecológico es rentable y asegura la sostenibilidad de la producción cafetalera.
3. Promover la estabilidad de la producción del café de una forma energéticamente sostenible.
4. Lograr el procesamiento de la producción del café con fuentes reducidas de potencia.

VI. METODOLOGÍA

La descripción del proceso de beneficiado tradicional y el proceso de beneficiado potencialmente ecológico, se realiza por medio de la descripción escrita y por medio de planos y diagramas.

La medición del consumo energético se lleva a cabo mediante la conversión de la potencia de cada una de las máquinas utilizados en ambos procesos, beneficiado tradicional y beneficiado potencialmente ecológico, utilizando los factores de conversión correspondientes.

El consumo de agua se contabiliza por medio de la medición de caudales de entradas y salidas de agua al proceso para ambos tipos de beneficio, en relación con un volumen base.

Para determinar la calidad del café obtenido con fermentación natural y desmucilaginado mecánico, se escogió una muestra al azar de cada proceso, y se llevó al Laboratorio de Catación de Anacafé.

Para realizar el análisis de calidad del despulpado bajo el efecto de la aplicación o no, de agua, se tomaron varias muestras al azar de 25 libras cada una, de lo cual se sacó el porcentaje de granos con defectos; al total de las muestras de les sacó un promedio.

Se obtienen datos importantes e información técnica con el personal que labora en *Finca El Chorro*, en el proceso del beneficiado del café húmedo, como en otras áreas de interés.

VII. IMPORTANCIA EN LA ECONOMÍA DEL PAÍS

El café ha constituido por varios años el principal producto de exportación de Guatemala. Esta actividad genera el mayor porcentaje de divisas al país, así como también se considera fuente importante de ingresos fiscales al Gobierno Central. Dentro de la economía, el cultivo del café constituye una de las principales actividades generadoras de empleo en el campo.

A. Generación de Divisas

A pesar de su consistencia dentro del esquema de la economía nacional, el café no ha sido sujeto a los efectos desfavorables que en forma cíclica se han presentado en el mercado internacional. En lo referente a la generación de divisas para el país continúa siendo el más importante dentro de los principales productos de exportación, tal como el detalle siguiente:

A FIN DEL PERIODO	EXPORTACIÓN Millones qq	INGRESO DIVISAS Millones de US\$	% Sobre Ingresos Totales
1994	4.13	317.92	20.50
1995	4.56	539.29	27.09
1996	5.32	472.43	22.97
1997	5.51	589.46	24.66
1998	4.70	586.55	22.89
1999	5.93	562.56	22.56
2000	6.29	573.69	21.18
2001	4.955	282.06	

B. Generación de Mano de Obra

Guatemala exporta el café desde 1859, el cual representa el producto más importante para la economía del país, debido a su participación en el Producto Interno Bruto (PIB), ya que genera divisas y empleo.

La población económicamente activa de Guatemala es de 4.2 millones de personas; empleadas de la siguiente manera: Agricultura 50%, Industria 15% y Servicios 35%. Existe un desempleo del 7.5% de la población. (World FactBook 2001, Internet)

El café emplea aproximadamente el 10% de la Población Económicamente Activa (PEA), equivalente a 420 mil personas.

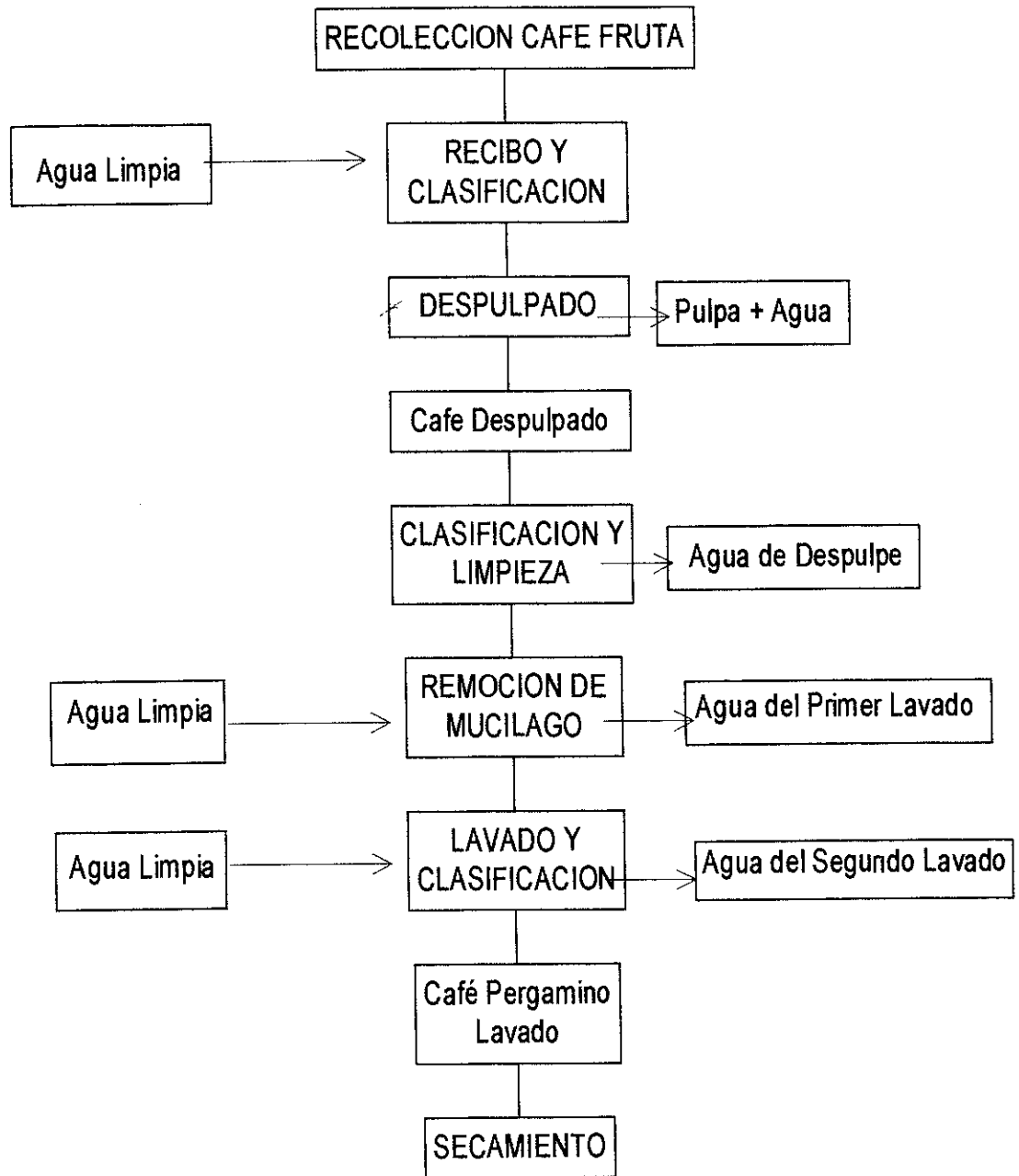
VIII. TIPOS DE BENEFICIADO HÚMEDO

A. Beneficiado Tradicional

Este tipo de beneficio fue construido al final del siglo pasado. El beneficio húmedo de café tradicional se encuentra ubicado en lugares que generalmente presentan una red hídrica con bastante caudal. Su característica principal es que, debido a su diseño, requiere para su operación grandes volúmenes de agua, tanto para el procesamiento del grano como para la generación de energía hidráulica de operación. Estos beneficios utilizan un promedio de 2,500 litros de agua para procesar un quintal de café pergamino seco. Esta cantidad de agua utilizada es desechada después de su utilización hacia los afluentes de agua, arrastrando subproductos del café, como mucílago y pulpa, provocando contaminación aguas abajo; afectando a las fuentes en sus calidades organolépticas, siendo un vehículo para enfermedades gastrointestinales y afectando la flora y la fauna acuáticas. (Anacafé, Manual de Beneficiado Húmedo del Café, 1999)

A continuación se presenta el gráfico del proceso de las operaciones de un Beneficio Húmedo Tradicional:

SECUENCIA DE OPERACIONES DE UN BENEFICIO HÚMEDO TRADICIONAL



Las etapas requeridas en el beneficiado húmedo tradicional (referirse a Sección Diagramas en el apéndice) se describen brevemente a continuación:

1. La Recolección o Cosecha:

El buen beneficiado se inicia desde esta etapa, manteniendo uniformidad en el corte. Los frutos se cortan en su estado óptimo de madurez, evitando frutos verdes o semiverdes, así como los sobremaduros o secos.

El café es cortado y procesado el mismo día para evitar el deterioro de la calidad.

2. La Recepción o Recibo del Café:

Se inicia con la recepción del producto por peso, anotando la cantidad entregada por cada persona, revisando a la vez que todo el café esté en su punto de madurez.

Después de pesarlo se coloca en el tanque recibidor, que por medio de gravedad arrastra el café hacia la salida que lo lleva directamente hacia los pulperos. Para el correcto funcionamiento de esta etapa se utiliza alrededor de

una pulgada de agua recirculada, con el propósito de que ésta erosione o arrastre el café hacia la salida, dándole mayor velocidad al café.

3. El Despulpado:

El despulpado de café debe iniciarse durante las primeras 4 ó 5 horas de recibido; si se tarda más tiempo, se corre el riesgo de que se inicie la fermentación dentro del fruto, afectando con ello la calidad del fruto. (Anacafé, Manual de Caficultura Orgánica, 1999)

Esta etapa consiste en separar el epicarpio del fruto, comúnmente llamado pulpa, dejando al descubierto los granos de café cubierto por una película delgada y mielosa denominada mucílago, haciéndose por medio de una máquina despulpadora.

El café descende del recibidor seco, se le hace pasar por un despedrador o trampa de piedras, el cual funciona con agua, sirve para eliminar objetos extraños y pesados que puedan dañar las máquinas despulpadoras. Luego cae a un sifón para separar el café de primera que se hunde al fondo del mismo y los flotes o cafés de segunda salen en un rebalse hacia una criba en seco, la cual separa el café seco y recupera los granos buenos y los retorna con el café de

primera. Luego por medio de un recuperador de agua, se separa el flujo de café maduro del agua, precipitándose el café a los pulperos. Inmediatamente que el agua se separa por medio del recuperador, se le lleva a un punto más bajo donde transporta por arrastre el café recién despulpado, llevándolo hacia una criba rotativa cónica.

El pulpero convierte el café maduro en pergamino. El subproducto pulpa, resultante de dicha operación, es extraído del área de maquinaria o beneficiado a un lugar apropiado por medio de un tornillo helicoidal o "tornillo sinfín", extrayéndole el agua previamente. (CENICAFE, Beneficio ecológico del Café, Una Opción rentable, 1996)

4. Clasificación y Limpieza del Grano despulpado:

El grano despulpado es clasificado por tamaño y densidad en una criba rotativa, máquina sencilla que accionada mecánicamente separa el café que no fue despulpado por una u otra razón. La criba separa tres calidades de café. El primero es el de buena calidad que por medio de agua es llevado hacia las pilas de fermentación, de primeras. El segundo café o flotes, de baja densidad, va hacia las pilas de fermento de segundas y el café mal despulpado es pasado por

un pulpero repasador para luego ser trasladado a la pila de segundas.(Cafetín, 1995)

5. Remoción de Mucílago:

El grano de café recién despulpado está recubierto de una capa mucilaginosa (mesocarpio), que representa entre el 18.5% y 21.5% del peso del fruto maduro con relación al contenido de humedad. El mucílago cubre el endospermo de la semilla, el que mide aproximadamente 0.4 mm de espesor; es una estructura rica en azúcares y pectinas. (Anacafé, Cafetín, 1995)

Luego del cribado, el café de primera es llevado por agua hacia las pilas de fermentación con el fin de dejar el mismo en reposo por un período de aproximadamente 32 horas. Las mieles que recubren el grano se desprenden a través de procesos químicos naturales de fermentación y oxidación. (Anacafé, Cafetín, 1995)

La fermentación natural es una de las etapas más delicadas del proceso de beneficiado, en la cual se degrada el mucílago a una sustancia soluble. Como el mucílago es una sustancia gelatinosa insoluble en el agua (hidrogel), es

necesario solubilizarlo para convertirlo en un material de fácil remoción en el lavado (hidrosol), en pilas (Anacafé, Cafetín, 1995)

Las pilas poseen un doble desagüe (para agua y café), de tal manera que el agua que se ha usado en las etapas anteriores es recuperada y llevada a un tanque decantador. El propósito es reunir todas las aguas, decantar las fibras naturales y por medio de una bomba sumergible llevarlas a los distintos puntos de necesidad.(Anacafé, Manual de Caficultura, 1998)

El café recién despulpado posee una densidad aparente de 18.5 qq/m³, según (Anacafé, Cafetín, 1995)

El espesor del café en las pilas no debe sobrepasar de un metro de altura, el desnivel deberá ser, por lo menos, de 4 a 6% de pendiente. Además, deben tener pichachas en el piso, una por cada metro de longitud, para drenar con facilidad los jugos formados. (Anacafé, Cafetín, 1995)

6. Lavado y Clasificación:

Consiste en la operación de quitar los restos de mucílago que quedan adheridos al pergamino, por medio de la inmersión y paso de una corriente de agua. (Anacafé, Manual de Caficultura, 1998)

El café es expulsado de las pilas utilizando una corriente de agua y luego se lleva al canal de clasificación. El canal posee una pendiente de 0.75%; esto da al canal un flujo laminar que permite la clasificación del café recién lavado. (Anacafé, Manual de Caficultura, 1998)

Al final del canal se colocan reglillas de madera, con una pulgada de ancho, para ayudar a crear este flujo laminar, en el cual, por densidad, primeramente son trasladados los materiales de inferior calidad, mientras que el café de mayor peso es llevado por el agua muy lentamente. Al completar la primera lámina de café se coloca una segunda reglilla y se repite de esta manera el ciclo, hasta llenar el canal, o bien, hasta que se agote el café.

7. El Secado:

Según Fernando Caldas, Ingeniero en Avances del Secado del Café, la dinámica del secado de café es el proceso de separación entre un líquido y el sustrato seco que lo contiene, y como tal, su dinámica se constituye en un complejo proceso de transferencia de masa (agua) y calor dentro del grano, donde las características y velocidad de secado son determinadas por las propiedades del café, la cantidad de energía aplicada y la forma o el método a través del cual se produce calor en el producto. (Anacafé, Manual de Beneficiado Húmedo del Café, 1999)

Con este proceso, el beneficiado del café se termina. Consiste en bajar la humedad del café pergamino recién lavado, de un 55% hasta un 10 a 12%, que es cuando está disponible para su almacenamiento y/o comercialización. (Anacafé, Manual de Caficultura Orgánica, 1999)

El café se deja reposar en patios de cemento en períodos de alrededor de 6 a 8 días, dependiendo de la intensidad solar, moviéndolo constantemente con herramientas adecuadas, tales como: rastrillos, paletas y escobones. Colocado en camellones, escurre el agua superficial, luego se extiende en capas con espesor que varía entre 5 y 10 centímetros.

También está la alternativa de utilizar secadoras de café, previo presecado en los patios. Estas secadoras son accionadas por combustible (leña). Debe tenerse cuidado de mantener la temperatura entre 55 y 60 grados centígrados máximo. (Anacafé, Manual de Caficultura Orgánica, 1999)

B. Beneficiado Ecológico Tecnificado

El beneficio ecológico tecnificado puede reducir el consumo de agua hasta en un décimo de lo consumido con el beneficio tradicional, mediante la implementación de medidas de ahorro en su proceso. Debido a las mínimas cantidades de agua consumidas, estas pueden manejarse de una mejor forma al momento de salir del beneficio y evitar con ello la contaminación. (Anacafé, Manual de Beneficiado Húmedo del Café, 1999)

El término "potencialmente ecológico" se deriva de la tecnología, infraestructura y principalmente del adecuado uso y manejo que el hombre le dé a los subproductos. (Anacafé, El Beneficiado Potencialmente Ecológico, la calidad y los subproductos del Café, 1996)

El beneficio ecológico integra varias prácticas demostradas. Su adopción puede ser paulatina según las oportunidades de inversión de los caficultores. (CENICAFE, Beneficio ecológico del Café, Una Opción Rentable, 1996)

Algunas de las mejoras que se han obtenido con el beneficio potencialmente ecológico son:

- Economía de agua hasta en un 85%.
- Mínimo consumo de energía por quintal procesado.
- Bajos volúmenes de agua residual, lo cual facilita su manejo.
- Eliminando el agua de transporte en la pulpa, se preservan los nutrientes orgánicos de la misma. Se facilita una descomposición más rápida de la materia orgánica, así como su transporte.
- Al despulpar parcial o totalmente en seco, se logran fermentaciones más rápidas, debido a que se evita el lavado de azúcares.
- En este sistema la contaminación queda concentrada en el tanque decantador. Lo cual hace más fácil el manejo de la misma.
- Además de poseer un beneficio económico, adoptar la tecnología, se constituye un valioso aporte de importancia nacional, evitando la contaminación de nuestros ríos y fuentes de agua naturales.

Racionalizando el proceso de beneficio convencional o tradicional y utilizando la despulpadora *Fimar* y el desmucilagador mecánico *Fimar*, se logra una reducción en el consumo de agua utilizada para el proceso de beneficiado.

- **Pulperos *Fimar***

Entre las principales ventajas que se presentaron por la no utilización del agua en el despulpado, se pueden enumerar las siguientes:

1. Disminución del tiempo de fermentación.
2. No contaminación del agua.
3. Conservación de las condiciones naturales de la pulpa.
4. El beneficio de café no queda supeditado a la disponibilidad de grandes cantidades de agua.
5. Descomposición más rápida de la pulpa sin producir olores desagradables.

Ver apéndice, sección fotografías, página 65 para apreciar los pulperos instalados en el beneficio.

Para despulpar en seco se necesita simplemente de un deposito de acopio en seco que descarga a la tolva de una despulpadora. En el descargue de la pulpa se coloca un canal abierto para que la pulpa sea trasladada por gravedad a las fosas o sitios de descomposición.(Anacafé, Manual de Caficultura Orgánica, 1999)

Practicando el despulpe sin agua se preserva la buena calidad del grano despulpado, permitiendo valorar la pulpa, y evitando en un 72% la contaminación generada en el proceso del beneficio. (CENICAFE, Beneficio ecológico del Café, Una Opción rentable, 1996)

A continuación se enumeran las principales especificaciones del pulpero

Fimar No. 8:

Capacidad (qq/hrs en café maduro)	44
Potencia Requerida (Hp eléctrico)	1
Consumo de agua (Galones/minuto)	0
Velocidad al Volante (RPM)	130 – 200
Número de Palacios	4
Ancho (metros)	0.88
Largo (metros)	0.58
Alto (metros)	0.87
Peso (libras)	192

- **Desmucilagador *Fimar***

El equipo de desmucilaginado *Fimar* presenta las siguientes ventajas, según Industrias *Fimar* de Colombia:

1. Mejora la calidad y rendimiento en los café cereza, disminuye las impurezas al darle mayor limpieza al grano. El daño mecánico del grano depende del porcentaje del café verde y seco que llegue al equipo.
2. Disminuye el consumo de agua, ahorrando grandes cantidades de líquido requeridas antes con el sistema tradicional.
3. El mucílago producido sirve para dar de alimento al ganado (porcinos y bovinos), o se mezcla con la pulpa; contribuyendo de esta manera a descontaminar las fuentes de agua, que antes producía el beneficio.
4. Se mejora la conversión de café cereza a seco.

Ver apéndice, sección fotografías, página 66 para apreciar los desmucilagadores instalados en el beneficio.

La etapa de remoción de mucílago en un beneficio tradicional, impide la continuidad del proceso, pues se realiza por tandas o baches. A la vez, demanda un gran consumo de agua, porque es necesario drenar la que transporta al café

hasta los tanques o pilas de fermentación, para acelerar el proceso. Esto implica que debe suplirse agua de nuevo, para la descarga y lavado posterior del café. (Rodrigo Cleves, Tecnología en Beneficiado de Café, 1995)

Con los desmucilaginosos, el mucílago del grano es removido mediante fuerzas de fricción generadas por la máquina. El desmucilaginado mecánico permite realizar la remoción rápida del mucílago. Al iniciar la operación de secado inmediatamente, las pérdidas de peso por respiración se reducen entre el 1.5 y 2% del peso en seco del café. (Anacafé, Manual de Beneficiado Húmedo del Café, 1999)

El desmucilaginado mecánico permite el mejor aprovechamiento de las secadoras, ya que se puede iniciar este proceso el mismo día en que se cosecha el café. (CENICAFE, Beneficio Ecológico del Café, Una Opción Rentable, 1996)

Con estas máquinas, un alto porcentaje del mucílago es desprendido en los primeros segundos de agitación, originándose suspensiones altamente viscosas de granos-mucílago. El café fluye en dirección vertical ascendente y las mieles desprendidas son expulsadas a través de las aberturas colocadas en dirección tangencial, a medida que el producto avanza hacia la salida localizada en la parte superior. (Anacafé, Manual de Beneficiado Húmedo del Café, 1999)

Adicionalmente se recupera un alto porcentaje de granos con almendra de buena calidad, que por su menor tamaño, mala calibración de la despulpadora o problemas fitosanitarios, no fueron despulpados, lo cual contribuye a incrementar notoriamente la conversión cereza/seco. (Anacafé, Manual del beneficiado Húmedo del Café, 1999)

A continuación se describen las especificaciones del desmucilaginador vertical

Fimar DV10:

Capacidad (qq/hrs en café maduro)	100
Potencia Requerida (Hp eléctrico)	7.5
Consumo de agua (Galones/minuto)	3
Velocidad al Volante (RPM)	870
Ancho (metros)	0.58
Largo (metros)	0.58
Alto (metros)	2.10
Peso (libras)	313

IX. LA CALIDAD DEL CAFÉ Y SU IMPORTANCIA EN EL MERCADO INTERNACIONAL

A. Determinación de la Calidad del Café

Según Suárez Salaverría, 1998, define la calidad en el café como "grado de excelencia", "aquello que satisficé a los consumidores" y "libre de defectos".

Los parámetros para determinar la calidad del café se han basado más que todo en los gustos del consumidor. Y el consumidor cada día es más exigente, las preparaciones solicitadas deben contener menos defectos, el tamaño del grano debe ser más homogéneo, el secamiento debe ser homogéneo y las condiciones del almacenamiento no deben alterar el sabor original de la bebida. (Anacafé, Manual del Beneficiado Húmedo del Café, 1999)

La determinación de la calidad del grano es una actividad que se basa en calificar las características físicas y organolépticas del café, y tiene que ser realizada por una persona que tenga amplio conocimiento, experiencia y habilidad natural para poder percibir cada uno de los atributos y defectos que pueda tener el café. (Anacafé, Manual de Caficultura, 1998)

Todos los aspectos de evaluación son subjetivos, ya que la actividad es meramente empírica. Es importante mencionar que los estándares de calidad están establecidos por el mercado internacional. (Anacafé, Manual del Beneficiado Húmedo del Café, 1999)

Según Anacafé, 1998, en Guatemala se ha clasificado el café en calidades o tipos de acuerdo con la altura en que se producen, para lo cual se toman en cuenta las características físicas y organolépticas del grano:

- **Características Físicas:**

- Tamaño del grano
- Abertura de la hendidura del grano
- Aspecto del café en oro
- Color en oro y tostado
- Aspecto externo

- **Características Organolépticas:**

- Aroma
- Acidez
- Intensidad del Cuerpo
- Sabor en General
- Presencia de Aromas y Sabores defectuosos

B. Clasificación por Tipos de Café

1. Bueno Lavado:

En oro es poco definido en su forma, pequeño, poco peso, ranura bastante abierta y recta, color pálido. Tostado sin carácter, superficie lisa, bebida de aroma suave o tenue, sin cuerpo, ni acidez. (Anacafé, Manual de Caficultura, 1998)

2. Extra Bueno Lavado:

Supera al anterior en características y carácter, taza más limpia. (Anacafé, Manual de Caficultura, 1998)

3. Prima Lavado:

Grano pequeño, forma normal, liso en oro y tostado, ranura abierta y recta, color verde aceituna. Tueste flojo, color claro, sin carácter. Aroma suave y sabor sin cuerpo ni acidez. (Anacafé, Manual de Caficultura, 1998)

4. Extra Prima Lavado:

Grano mediano, tonalidad del verde más oscura que el Prima Lavado, hendidura poco torcida y semiabierta. Tueste con más carácter, con aroma, cuerpo y acidez más pronunciados que el anterior. (Anacafé, Manual de Beneficiado Ecológico del Café, 1999)

5. Semiduro:

Grano grande, color verde jade, poco corrugado, hendidura poco torcida. Tueste oscuro, manchas claras, aroma bastante fragante, acidez balanceada. (Anacafé, Manual de Caficultura, 1998)

6. Duro:

Grano grande, compacto y corrugado, hendidura cerrada y torcida o en zigzag. Aroma muy pronunciado, mejor cuerpo y acidez que el semiduro y bien balanceados. (Anacafé)

7. Estrictamente Duro:

Grano bastante compacto y corrugado, hendidura bastante cerrada y torcida o en zigzag, de color verde azulado. Tueste bastante oscuro y corrugado. Bebida con excelente fragancia, buen cuerpo, acidez bastante pronunciada y, distinguido por la fineza. (Anacafé, Manual del Beneficiado Húmedo del Café, 1999)

X. EL CAFÉ Y SU RELACIÓN CON LA ECOLOGÍA

Los productos generados por el café son puestos de nuevo en el proceso de conservación de la naturaleza. La pulpa y el mucílago son utilizados como fertilizantes y la cáscara como combustible para las secadoras.

Cosechado en el contorno, el café ayuda a prevenir la erosión y a proteger las cuencas de los ríos.

Sus árboles de sombra ayudan a proteger la tierra.

El café actualmente reduce la presión sobre los grandes bosques en Guatemala, entre los cuales se encuentra el bosque lluvioso más grande de Centroamérica. Mientras estos árboles son podados, proveen el 16% de la leña consumida en Guatemala, en donde la mayoría de hogares cocinan con leña.

Uno de los proyectos más recientes del sector cafetalero, es el desarrollo de técnicas para el ahorro de agua utilizada en el molido húmedo. Por el momento han sido capaces de reducir la cantidad de agua que se necesita para producir una bolsa de café pergamino -de 2,000 litros de agua a 200 litros-, una disminución del 90% del agua consumida. (Anacafé, Internet, 2002)

XI. COMERCIALIZACIÓN

La comercialización del café es la actividad que se desarrolla entre productores y consumidores finales. La comercialización se puede analizar desde dos puntos de vista: La Comercialización Interna y la Externa.

A. Comercialización Interna

Se identifican cuatro sistemas principales de comercialización utilizados para hacer llegar el café, desde el productor hacia al consumidor interno, o al mercado internacional. El primero identificado como el canal principal o dominante, compuesto por el productor-intermediario, utilizado básicamente por los pequeños productores.

El mediano productor que vende directamente al beneficio y al exportador, registrándose algunos casos de venta a las cooperativas. El productor grande usualmente tiene su propio beneficio y vende directamente a los exportadores.

El aspecto de mayor importancia en la comercialización es el hecho de que los intermediarios llegan a captar hasta el 66.67% del total de los ingresos netos derivados del proceso de producción y comercialización del café; como

resultado el pequeño productor solamente logra captar el 18% de estas utilidades. El sistema productor-cooperativa muestra ser altamente eficiente en la comercialización de pequeños productores incrementando la captación del productor a una proporción del 76.40% de los ingresos netos similar a la obtenida por estragos grandes.

B. Comercialización Externa

Las empresas exportadoras juegan una función importante en esta actividad. Por la condición que fija este tipo de operación se requieren fuertes inversiones para almacenar y procesar el producto antes de ser enviado al extranjero.

XII. RESULTADOS

Los datos que se presentan a continuación son el reflejo del manejo del beneficiado con las máquinas ecológicas *Fimar*, para una cantidad total procesada de 14,000 qq de café maduro. Se utilizaron pulperos *Fimar* de 40 qq/hr y desmucilaginosos *Fimar* de 100 qq/hr.

Es importante mencionar que el beneficio tradicional está capacitado para procesar 4,800 qq de café en un período de 20 horas continuas; mientras el beneficio equipado con la maquinaria ecológica *Fimar* está capacitado para procesar 8,000 qq en el mismo período de tiempo.

El proceso de beneficiado ecológico proporcionó cuatro aspectos importantes de comparación:

1. Rendimiento:

Es de conocimiento general que al no fermentar el café, se genera un rendimiento oro/pergamino, de alrededor de un 4%

- Para el beneficiado tradicional o convencional, el rendimiento promedio resultó de 4.49 quintales oro por quintal pergamino.

- Para el proceso Ecológico *Fimar*, el rendimiento promedio resultó de 4.28 quintales oro por quintal pergamino.

A continuación se presenta el cuadro comparativo de rendimientos y ganancias por quintal:

	Rendimiento qq oro/ qq pergamino	Café Pergamino Obtenido qq	% Mejora en Rendimiento	Mejora en la Producción qq	Ganancias en US\$ @ US\$ 60/qq
Beneficio adicional	4.49	3,118			
Proceso ecológico <i>Fimar</i>	4.28	3,271	4.7	153	9,180

2. Costo de Operación:

Se logró una disminución en la utilización de Mano de Obra en un 50% y de Energía Eléctrica en un 68%.

a) Mano de Obra:

- En el proceso de beneficiado tradicional se utilizaban seis operarios que laboraban en el recibido, despulpado y lavado de café.
- En el proceso ecológico *Fimar* se utilizaron tres operarios.

A continuación se presenta el cuadro resumen:

	Operarios Trabajando	Costo Mano de Obra @ Q 35.8/día	% Reducción Operarios	Ahorro Q/día
Beneficio Tradicional	6	215		
Proceso Ecológico Fimar	3	107	50	107

b) Energía Eléctrica:

- En el proceso de beneficiado tradicional se consumían alrededor de 56.5 Hp para energizar la maquinaria.
- En el proceso Ecológico *Fimar* el consumo eléctrico se redujo en un 66.7%.

Las diferencias y ahorros son los siguientes:

	Total Hp Consumidos	Hp Consumidos por Quintal Procesado	% Ahorro
Beneficio Tradicional	56.5	0.012	
Proceso Ecológico Fimar	67	0.008	66.7

3. Ecología:

Se logró la disminución del volumen de agua utilizada y el fácil manejo de los subproductos del proceso.

- En el proceso de beneficiado tradicional se consumían, y se utilizaba un flujo permanente de agua de más de 11.5 pulgadas por veinte horas promedio de trabajo, lo que equivale a 1,382 metros cúbicos diarios de agua, para procesar 4,800 qq oro.
- En el proceso Ecológico *Fimar* se utiliza un circuito cerrado de reciclaje de agua reduciendo el consumo a 32.5 metros cúbicos de agua por un día de trabajo, y agua de lavado de 48 metros cúbicos aproximadamente (80 metros cúbicos total), para 8,000 qq oro.

A continuación, los ahorros resultantes:

	Consumo Agua m³/qq	% Reducción Consumo
Beneficio Tradicional	0.29 (1382/4800)	
Proceso Ecológico <i>Fimar</i>	0.01 (80/8000)	95

En La *Finca El Chorro* se cuenta con un nacimiento natural de agua, de donde se obtiene el servicio de agua a toda la finca; por lo cual no representa un desembolso directo.

4. Flujo Continuo:

Gracias al procedimiento ecológico *Fimar*, se logra una disminución de los tiempos perdidos, aumentando la productividad y la eficiencia del proceso.

A continuación, se presentan una serie de tablas de resultados obtenidos experimentalmente, procesando el café con el beneficiado tradicional y procesando el café con el beneficiado ecológico tecnificado.

Entre las tablas de resultados encontramos las siguientes:

- Tabla 1. Análisis del despulpado bajo el efecto de la aplicación o no, de agua
- Tabla 2. Evaluación comparativa de la calidad en taza del café obtenido con fermentación natural y desmucilaginado mecánico.
- Tabla 3. Maquinaria utilizada en el beneficio tradicional
- Tabla 4. Maquinaria utilizada en el beneficio ecológico tecnificado
- Tabla 5. Potencia requerida para beneficio tradicional
- Tabla 6. Potencia requerida para beneficio ecológico tecnificado
- Tabla 7. Consumo de agua para el proceso del beneficiado
- Tabla 8. Consumo de energía para el proceso de beneficiado

Tabla 1.

Análisis de calidad del despulpado bajo el efecto de la aplicación o no, de agua (1 lt/kg oro)

VARIABLES (%)	SIN AGUA	CON AGUA
Grano Trillado	0.26	0.27
Grano Mordido	0.29	0.30
Grano sin Despulpar	2.58	1.73
Pulpa en el Grano	2.05	2.15

Tabla 2.

Evaluación comparativa de la calidad en taza del café obtenido con fermentación natural y desmucilaginado mecánico.

ATRIBUTO	TESTIGO	DESMUCILAGINADO
Intensidad del Aroma	7.1	7.0
Aroma de Bebida	6.7	6.8
Acidez	6.1	5.2
Amargo	5.0	5.2
Cuerpo	6.4	6.8
GLOBAL	6.4	6.9

Tabla 3.

Maquinaria Utilizada en el Beneficio Tradicional (Capacidad 4,800 qq)

MAQUINARIA	CANTIDAD	POTENCIA	CAPACIDAD	USO
Motor para Pulperos Penagos	1	15		Movimiento de Pulperos Penagos
Pulperos Penagos	4	Ver inciso anterior	60 qq/hr	Despulpado Café
Bomba Pulpa	1	20		Bombeo de pulpa a almacenamiento
Adelio Pulpa	1	2		
Motores Pulperos repasadores	3	2		Movimiento Pulperos Repasadores
Pulperos repasadores	3	Ver Inciso Anterior	40 qq/hr	Despulpado Café Repaso
Bomba agua retorno	1	2		Recirculación Agua
Bomba para agua-miel	1	1.5		Bombeo agua-miel
Bomba Lavado	1	10		Bombeo Agua Lavado

Tabla 4.

Maquinaria Utilizada en el Beneficio Ecológico (Capacidad 8,000 qq)

MAQUINARIA	CANTIDAD	POTENCIA	CAPACIDAD	USO
Pulperos <i>Fimar</i> No. 8	10	1.5 Hp	40 qq/hr	Despulpado café sin agua
Desmucilagadores DV100	4	7.5 Hp	100 qq/hr	Remoción mucílago
Motores para Cribas	2	0.5 Hp		Movimiento de cribas rotativas
Bomba a Pilas Fermentación	1	2 Hp		Bombeo producto a pilas de fermentación
Bomba a Elevador Desmucil	1	2 Hp		Bombeo hacia elevador de desmucil
Bombas Sumergibles	2	2 Hp		Bombeo retorno agua despulpe
Motores para Gusanos	3	3 Hp		Movimiento gusanos descarga Pulpa
Motores para Gusanos	2	2 Hp		Movimiento Gusanos carga Pulperos

Tabla 5.

Potencia Requerida para Beneficio Tradicional (Capacidad 4,800 qq)

MAQUINARIA	CANTIDAD	POTENCIA (Hp)	POTENCIA (Kw)	POTENCIA TOTAL (Hp)	POTENCIA TOTAL (kw)
Motor Pulperos	1	15	11.25	15	11.25
Bomba Pulpa	1	20	15	20	15
Adelio Pulpa	1	2	1.5	2	1.5
Motores para pulperos repasadores	3	2	1.5	6	4.5
Bomba agua retorno	1	2	1.5	2	1.5
Bomba para agua-miel	1	1.5	1.125	1.5	1.125
Bomba Lavado	1	10	7.5	10	7.5
TOTAL	9			56.5	42.38

Tabla 6.

Potencia requerida para Beneficio Ecológico (Capacidad 8,000 qq)

MAQUINARIA	CANTIDAD	POTENCIA (Hp)	POTENCIA (Kw)	POTENCIA TOTAL (Hp)	POTENCIA TOTAL (kw)
Despulperos <i>Fimar</i> No. 8	10	1.5	1.125	15	11.25
Desmucilaginosos DV100	4	7.5	5.625	30	22.5
Motores para Cribas	2	0.5	0.25	1	0.50
Bomba a Pilas Fermentación	1	2	1.5	2	1.5
Bomba a Elevador Desmucil	1	2	1.5	2	1.5
Bombas Sumergibles	2	2	1.5	4	3
Motores para Gusanos	3	3	2.25	9	6.75
Motores para Gusanos	2	2	1.5	4	3
TOTAL	25			67	48.5

TABLA 7

Consumo de Agua para el Proceso de Beneficiado

BENEFICIO POTENCIALMENTE ECOLÓGICO	
Consumo Total Agua	80 mts ³
Producción	8,000 qq
Consumo Unitario	0.01 mts/qq
Ahorro	95%
BENEFICIO TRADICIONAL	
Consumo Total Agua	1,380 mts ³
Producción	4,800 qq
Consumo Unitario	0.28 mts/qq

TABLA 8

Consumo de Energía para el Proceso de Beneficiado

BENEFICIO POTENCIALMENTE ECOLÓGICO	
Consumo Total Hp	67 Hp
Consumo Total kW	48.5 kW
Producción	8,000 qq
Consumo Unitario	6.06 W/qq
Ahorro	67%
BENEFICIO TRADICIONAL	
Consumo Total Hp	56.5 Hp
Consumo Total kW	42.4 kW
Producción	4,800 qq
Consumo Unitario	8.83 W/qq

XIII. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos con respecto a las distintas variables estudiadas, en el análisis de calidad del despulpado, al ser analizados estadísticamente no muestran diferencias significativas entre las variables grano trillado, mordido y pulpa en el grano, bajo la aplicación o no, de agua en el despulpado. La variable grano sin despulpar, sí mostró diferencias significativas y resultó mayor cuando no se empleó agua.

Debe tenerse en cuenta que cuando se realiza el despulpado del café, ya sea utilizando agua o no, en el análisis se obtienen granos de café oro que entran a la zaranda sin ser despulados, de forma que siempre es necesaria la operación de los repasadores.

En las evaluaciones efectuadas se observó que el rendimiento de las máquinas despulpadoras, bajo la aplicación o no de agua para el despulpado, presentaron alrededor del 85% del rendimiento, que establece el fabricante en los manuales.

Los resultados obtenidos con la evaluación comparativa entre el uso de la fermentación natural y el uso de desmucilaginadores, indican que con la técnica de desmucilaginado mecánico se obtiene mejor calidad de la bebida.

El café preserva mejor sus cualidades en el almacenamiento con el uso de desmucilaginadores mecánicos; existe la tesis, según Calle, especialista de CENICAFE en métodos de desmucilaginado, que la película plateada que queda más adherida a los granos durante este proceso, con relación al grano fermentado tradicionalmente, disminuye la oxidación de la almendra y lo conserva en mejor forma.

La fermentación es necesaria para que el grano de café adquiera el máximo de sus propiedades licorizantes y el sabor de los aceites, sin embargo la fermentación bien realizada, de duración limitada al tiempo necesario para la fluidificación del mucílago, no tiene influencia alguna sobre la bebida.

Al comparar la calidad del café proveniente de desmucilaginado mecánico con el café fermentado naturalmente, se comprueba que el desmucilaginado mecánico del café y el secado inmediato del mismo mejoran la acidez y el cuerpo del café sin afectar el aroma, y que el desmucilaginado del café y su secado inmediato provoca aumentos en el rendimiento de hasta 1.9% en peso, cuando se compara con la fermentación natural.

Para procesar el café producto de la cosecha, utilizando el beneficio tradicional, son necesarios 42.4 kW y 56.5 Hp para beneficiar 4,800 qq diarios. Procesando el café por medio del beneficio potencialmente ecológico con maquinaria de la casa *Fimar* se consumen 48.5 kW y 67 Hp para una producción diaria de 8,000 qq, utilizando este mismo proceso para beneficiar 4,800 qq, que es la capacidad de beneficiado del beneficio tradicional, solamente se consumirían 29.1 kW, lo que representa un ahorro del 68% de energía. Lo que demuestra que el beneficio ecológico utilizando maquinaria *Fimar* es más rentable que el beneficio tradicional. Utilizando el beneficiado ecológico se consumen 6.06 Watts/qq, utilizando el beneficio tradicional se consumen por quintal 8.83 W, lo que representa una disminución en el consumo de 2.77 Watts/qq, si esto lo multiplicamos por los 4,800 qq que se producen con el beneficiado tradicional, se ahorrarán 13.3 kW en el proceso.

Respecto a los consumos de agua para el proceso de beneficiado, el beneficio tradicional muestra un consumo de aproximadamente 17 veces mayor que el consumo del beneficiado con maquinaria *Fimar*, a pesar de procesar solamente el 60% de lo que se procesa con este último. El beneficio tradicional consume 0.28 mts de agua por cada qq procesado, mientras el beneficio ecológico consume únicamente 0.01 mts de agua por quintal procesado, lo que representa un ahorro del 96% del consumo de agua.

XIV. CONCLUSIONES

1. La utilización del proceso de beneficiado húmedo *Fimar* brinda ventajas concretas a la empresa, mejorando la productividad y la rentabilidad.
2. El beneficio potencialmente ecológico es rentable y asegura la sostenibilidad de la producción cafetera.
3. El beneficio potencialmente ecológico disminuye el consumo de agua ahorrando grandes cantidades requeridas antes con el sistema tradicional.
4. El beneficio ecológico tecnificado es mucho más amigable al ambiente, utilizando solamente 0.01 metros de agua por quintal vrs 0.28 metros de agua por quintal para el beneficio tradicional, un ahorro de hasta el 95%
5. El proceso de beneficiado ecológico genera una relación maduro-pergamino menor que el proceso de beneficiado tradicional.
6. Esta relación mejora el rendimiento en un 4.7%, equivalente a una conversión de 4.49 para el beneficio tradicional contra una conversión de 4.28 para el beneficio con maquinaria ecológica. Logrando ganancias de aproximadamente \$ 9,180 por 14,000 qq uva procesados

7. Con el proceso de beneficiado potencialmente ecológico se obtiene una mejor calidad en la bebida del café. Un atributo global de 6.9 para el café beneficiado ecológicamente vs un atributo global de 6.4 para el café beneficiado tradicionalmente.

8. Utilizando el proceso de beneficiado ecológico se mejora la economía de la industria cafetalera; representa un ahorro del 67% en energía eléctrica.

9. Con el proceso de beneficiado ecológico se disminuyen los costos de operación, reduciendo en un 50% (Q 107/día) el personal obrero.

XV. BIBLIOGRAFÍA

Asociación Nacional del Café. 1995. Cafetín. Unipres.

Asociación Nacional del Café. 1996. El Beneficiado Potencialmente Ecológico, la Calidad y los subproductos del café.

Asociación Nacional del Café. 1998. Manual de Caficultura. Tercera Edición. Guatemala. 318pp.

Asociación Nacional del Café. 1999. Manual de Caficultura Orgánica. Guatemala. 148pp.

Asociación Nacional del Café. 1999. Manual de Beneficiado Húmedo del Café. Guatemala. 240pp.

Banco de Guatemala, Estadísticas, 2002.

Barrios, A. 1999. Ventajas Económicas del Beneficiado Ecológico.

Centro nacional de Investigaciones de Café. 1996. Beneficio Ecológico del Café, Una Opción Rentable. Colombia. 83pp.

Cleves, R. 1995. Tecnología en Beneficiado de Café. Primera Edición.

Impresora Tica, S.A. San José, Costa Rica. 201pp.

García, G. 1995. El Contador Público y Auditor y Los Aspectos Tributarios de una Empresa Exportadora de Café. 93pp.

Industrias *Fimar*. San Gil, Colombia.

Salaverría, S. 1998. Seminario Regional de Consulta sobre la Situación actual del Beneficiado de Café: Revisión y Avances Tecnológicos del Proceso.

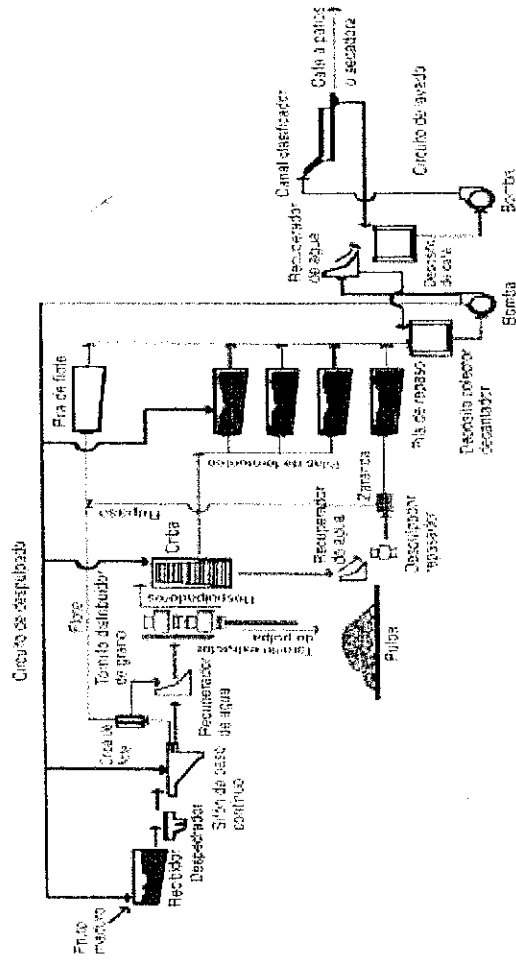
Costa Rica. 188pp.

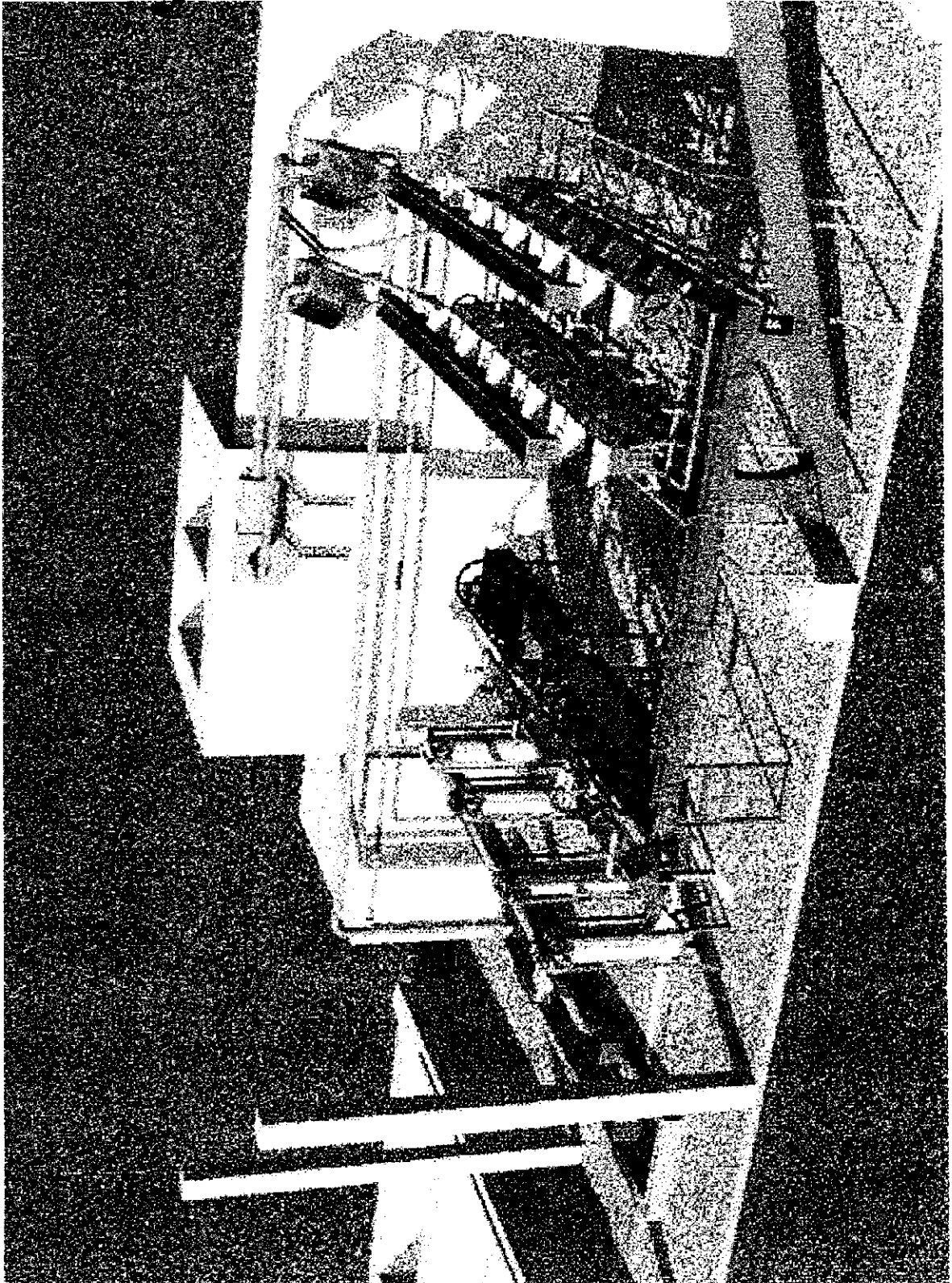
World FactBook. 2001. Internet

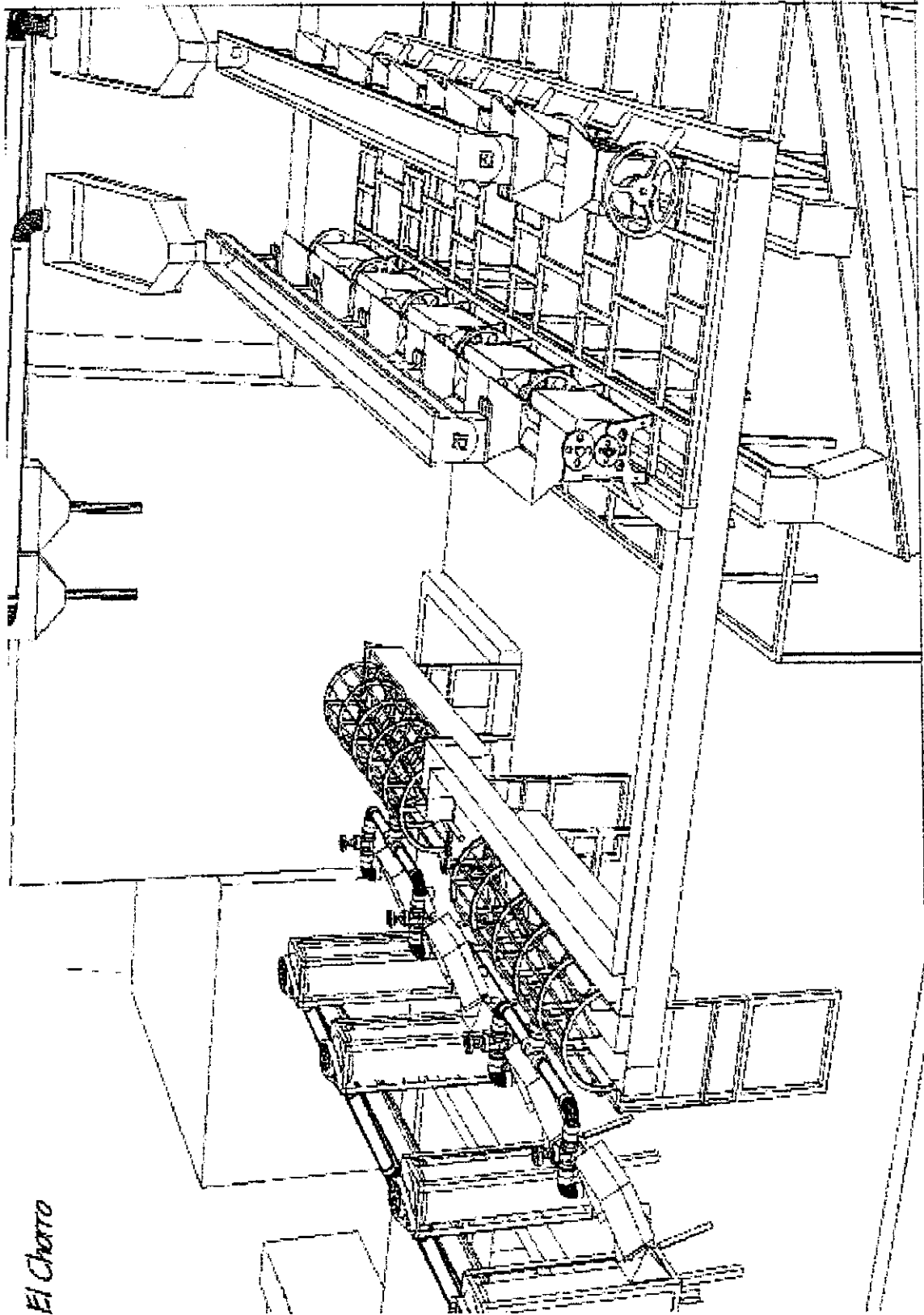
XVI. APÉNDICE

A. Diagramas

Diagrama del proceso de beneficiado húmedo

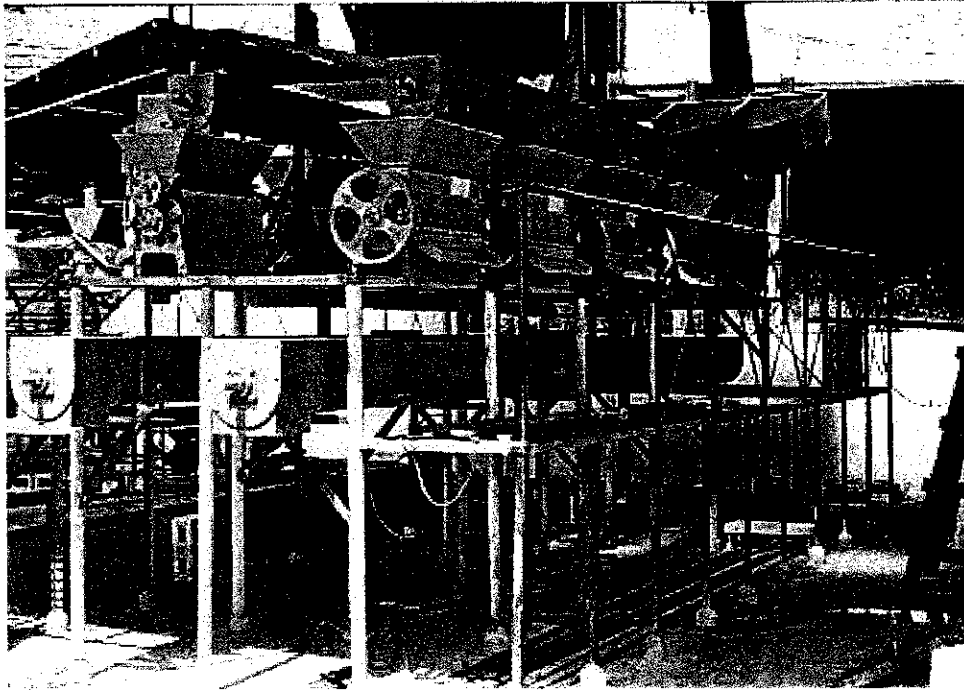




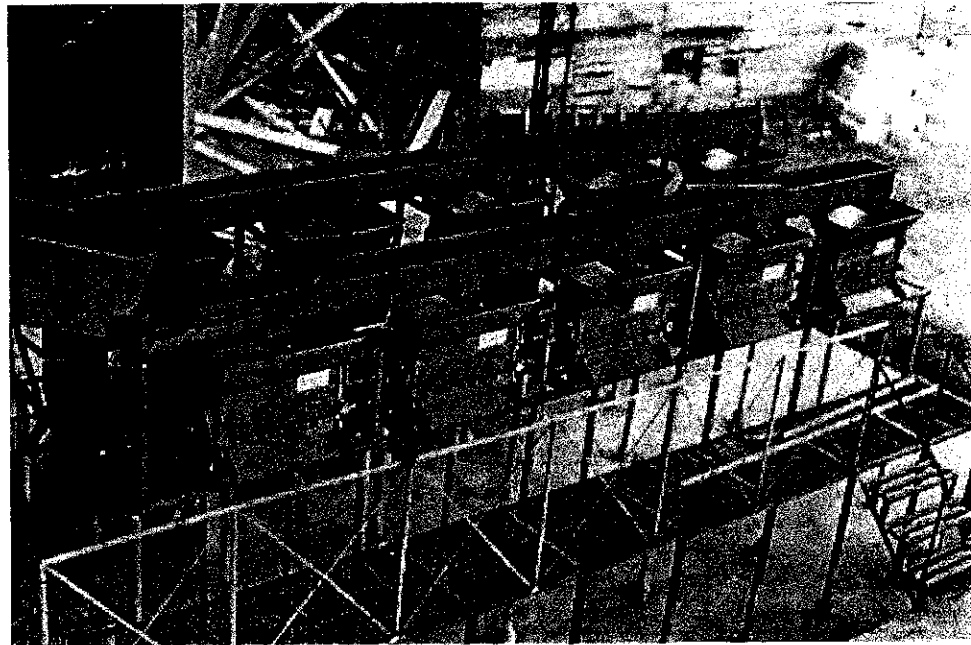


El Chorro

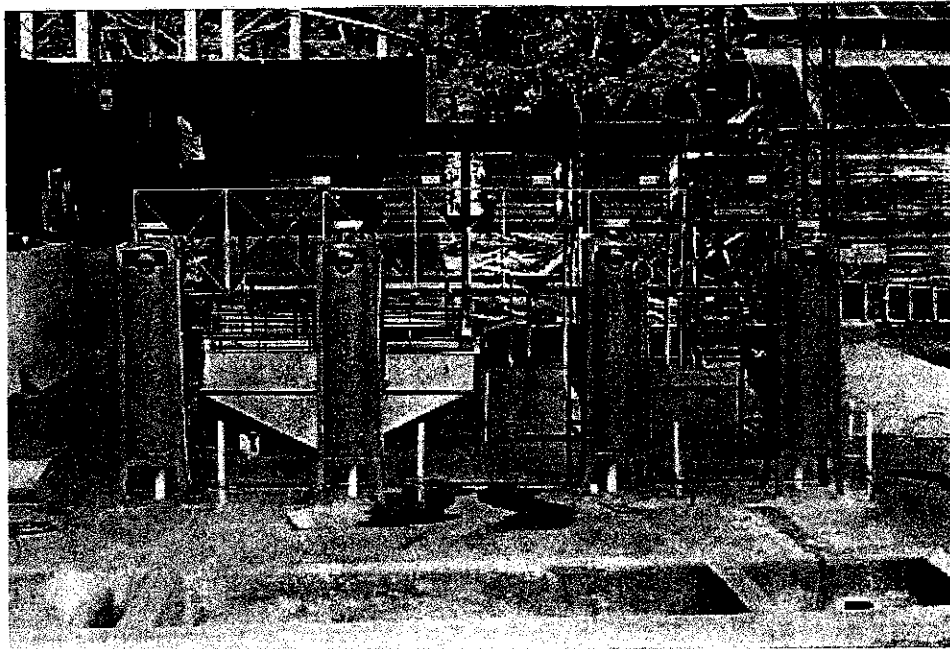
B. Fotografías



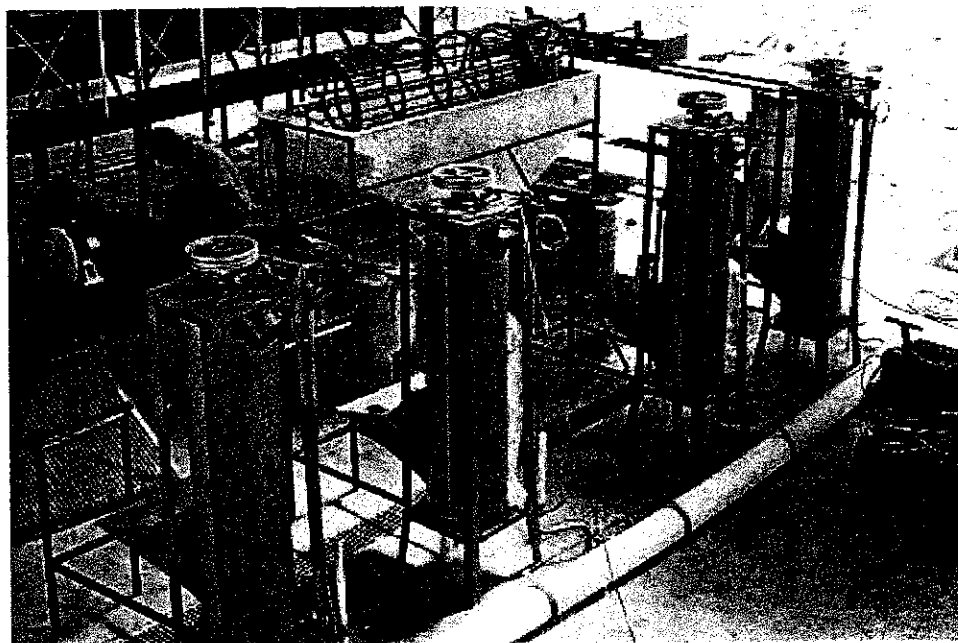
1. Vista Pulperos de la Casa *Fimar*



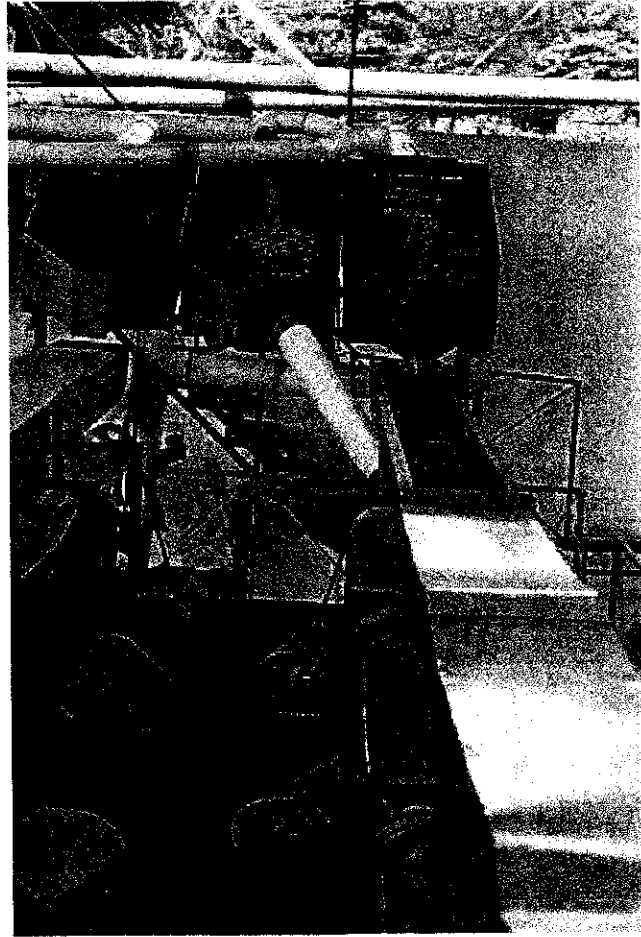
2. Pulperos de la Casa *Fimar*



3. Vista Desmucilaginores



4. Desmucilaginores



5. Pulperos Operando



6. Criba y Desmucilagadores en Operación

