

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

PRODUCCIÓN DE CAFÉ EstrictAMENTE DURO,
MANTENIENDO LA CALIDAD EN EL BENEFICIADO HÚMEDO
SIN CONTAMINAR EL AMBIENTE

DOCUMENTO DE GRADUACIÓN

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

JORGE ESTUARDO ALFARO TOVAR

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO
EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, ABRIL DEL 2001

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
F(1972)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	ING. AGR. EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA
VOCAL I	ING. AGR. WALTER ESTUARDO GARCIA TELLO
VOCAL II	ING. AGR. WILLIAM ROBERTO ESCOBAR LOPEZ
VOCAL III	ING. AGR. ALEJANDRO ARNOLDO HERNANDEZ FIGUEROA
VOCAL IV	PROF. ABELARDO CAAL ICH
VOCAL V	BR. JOSE BALDOMERO SANDOVAL ARRIAZA
SECRETARIO	ING. AGR. EDIL RENE RODRIGUEZ QUEZADA

Guatemala, abril del 2001

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

Señores miembros:

De conformidad con la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

“PRODUCCIÓN DE CAFÉ ESTRÍCTAMENTE DURO, MANTENIENDO LA CALIDAD EN EL BENEFICIADO HÚMEDO SIN CONTAMINAR EL AMBIENTE”.

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, agradezco su amable atención a la presente.

Atentamente,



Jorge Estuardo Alfaro Tovar

ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS:** DE QUIEN TANTAS BENDICIONES HE RECIBIDO
TODA MI VIDA.
- MIS PADRES:** JORGE LUIS ALFARO GALICIA Y GUADALUPE
TOVAR DE ALFARO, COMO UNA MUESTRA DE
AMOR Y GRATITUD A TODOS SUS ESFUERZOS Y
SACRIFICIOS.
- MI ESPOSA:** CELESTE MARICELY HIDALGO MERIDA, CON
MUCHO AMOR.
- MIS HIJOS:** CELESTE GUADALUPE, LILIANA WALESKA Y JORGE
LUIS, MI MAYOR RAZON PARA VIVIR.
- MIS HERMANOS:** MIRIAM ROXANDRA, CARMEN AMPARO, JUAN
CARLOS Y LUIS DANIEL, POR TODAS SUS
MANIFESTACIONES DE CARIÑO Y SOLIDARIDAD.
- MIS SOBRINOS:** POR SU APOYO EN TODO MOMENTO.
- MIS FAMILIARES:** AGRADECIÉNDOLES SU CONSTANTE APOYO
MORAL.
- TODOS MIS AMIGOS:** GRACIAS POR SU AMISTAD.

TESIS QUE DEDICO

A:

GUATEMALA, QUE ALGUN DIA PUEDA ALCANZAR EL COMPLETO
POTENCIAL QUE SE MERECE.

LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
Y SU CUERPO DOCENTE.

MIS AMIGOS, COMPAÑEROS Y PERSONAS EN GENERAL QUE
CONTRIBUYERON EN MI FORMACION.

AGRADECIMIENTOS

A:

MIS ASESORES DE ESTE TRABAJO, INGENIERO AGRONOMO JUAN JOSE CASTILLO MONT Y GUSTAVO ADOLFO TOVAR RODAS, QUIENES EN TODO MOMENTO ME APOYARON Y ORIENTARON EN LA REALIZACION DE ESTE PROYECTO.

MI AMIGO, PERITO AGRONOMO JOSE LUIS GALICIA GUILLEN, QUIEN COLABORO ESTRECHAMENTE EN LA ELABORACION Y DISEÑO DE EL BENEFICIO ECOLOGICO.

MIS AMIGOS DE ANACAFE POR SU APOYO EN TODO MOMENTO.

TABLA DE CONTENIDO

Tabla de anexos	viii
Tabla de apendices	viii
Tabla de cuadros	viii
Resumen	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEÓRICO	4
3.1. MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1 DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO	4
3.1.2 EL BENEFICIADO POR VÍA HUMEDA	4
3.1.2.i. LA FERMENTACIÓN NATURAL DEL CAFÉ	5
3.1.2.ii. EL CORRETEO	6
3.1.2.iii. EL SECAMIENTO DEL CAFÉ	7
3.1.2.iv. EL PUNTO DE SECAMIENTO	8
3.1.2.iv.a. DETERMINACIÓN A LA VISTA	8
3.1.2.iv.b. DETERMINACIÓN CON EL DIENTE	9
3.1.2.v. LA REGLAMENTACIÓN DE AGUAS SERVIDAS DEL BENEFICIADO HUMEDO Y SUS IMPLICACIONES PARA EL SECTOR CAFETALERO	9
3.1.2.v.a. ANTECEDENTES	9
3.1.2.v.b. PARÁMETROS A MONITOREAR	10
3.1.2.v.c. PARÁMETROS DE DESCARGA DE AGUAS SERVIDAS DEL BENEFICIADO HUMEDO DEL CAFÉ	11
3.1.2.v.d. PRINCIPALES ACTIVIDADES DE CADA ETAPA	11
3.1.3. BENEFICIADO ECOLÓGICO DEL CAFÉ	13
3.1.3.i. DESECHOS CONTAMINANTES DEL DESPULPADO	13
3.1.3.ii. EL DESPULPADO EN SECO	14
3.2. MARCO REFERENCIAL	16
3.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA	16
3.2.1.i. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA	16
3.2.1.ii. SITUACIÓN GEOGRÁFICA	16
3.2.1.iii. VÍAS DE ACCESO	16
3.2.1.iv. CLIMA	16
4. OBJETIVOS	17
4.1. OBJETIVO GENERAL	17
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
5. METODOLOGÍA	18
6. RESULTADOS	20
7. CONCLUSIONES	21
8. RECOMENDACIONES	22
9. BIBLIOGRAFÍA	23

TABLA DE ANEXOS

10.	ANEXOS	24
10.1.	ANEXO No. 1	25
10.2.	ANEXO No. 2	26
10.3.	ANEXO No. 3.....	27
10.4.	ANEXO No. 4	28
10.5.	ANEXO No. 5	29
10.6.	ANEXO No. 6	30

TABLA DE APENDICES

11.	APENDICES	31
11.1.	APENDICE A: El recibidor parcialmente seco	32
11.2.	APENDICE B: El sifón y la criba separadora de flotes	33
11.3.	APENDICE C: El despedrador y el separador de agua	34
11.4.	APENDICE D: Los despulpadores	35
11.5.	APENDICE E: La criba rotativa	36
11.6.	APENDICE F: Las pilas de fermentación	37
11.7.	APENDICE G: La cascada y el correteo	38
11.8.	APENDICE H: El decantador	39

TABLA DE CUADROS

CUADRO No. 1	6
CUADRO No. 2	6
CUADRO No. 3	11
CUADRO No. 4	13

PRODUCCIÓN DE CAFÉ Estrictamente DURO, MANTENIENDO LA CALIDAD
EN EL BENEFICIADO HÚMEDO SIN CONTAMINAR EL AMBIENTE

COFFEE PRODUCTION STRICTLY HARD-BEAN, KEEPING THE QUALITY IN
DAMP GROUND WITHOUT POLLUTING THE ENVIRONMENT

RESUMEN

El incremento en las áreas cultivadas con café en Guatemala ha permitido a nuestro país evolucionar significativamente en el campo de la agroindustria del café conocida por los caficultores como "Beneficiado Húmedo".

A raíz de este incremento nace de la necesidad de preservar el medio ambiente sin perder la calidad de nuestro café.

Basado en lo anterior la finca Rancho Carmela, consciente del deterioro ecológico que provocan los subproductos del café en los receptores naturales y a su vez de la escases de agua en la región, decidió cambiar el beneficio tradicional por uno potencialmente ecológico, para lograr con ello:

- Reducir el tiempo en la fase de fermentación y minimizar el uso de agua empleada en el proceso y el consumo de energía.
- Obtener y aprovechar los subproductos del café en alimentación de ganado y como fertilizante orgánico.
- Mantener la calidad del café de Guatemala, lo que le seguirá dando apertura a nuevas y mejores expectativas de comercialización.

En general se recomienda a los caficultores, que luego de tomar consciencia de la contaminación que los subproductos del beneficiado de café pueden provocar al ambiente, implementen lo antes posible un beneficio potencialmente ecológico, el cuál haga uso de la nueva tecnología, y que de esta manera se aprovechen estos subproductos tanto en alimentación como en la fertilización orgánica, evitando así la contaminación.

1. Introducción

El café que se consume en el mundo proviene especialmente de las especies *Coffea arabica* y de *C. canephora*, y en escala muy limitada de *C. liberica*. *Coffea arabica* se cultiva principalmente en el centro de Brasil, en un área de baja altitud ya casi en el límite de la franja tropical; en las zonas montañosas desde México a Bolivia, arriba de 1,000 metros de altitud; en las tierras altas de África Oriental y, en menor escala, en áreas montañosas de India, Filipinas e Indonesia.

Guatemala es un país que basa la mayor parte de su economía en la producción agrícola, ejemplo de ello es el cultivo de el Café (*Coffea* sp). El café crece bien en las islas de Java y Sumatra, en Arabia, India, África, Las Antillas y América Central y América del Sur. En estas regiones el cultivo de café tipo *arábica*, produce aproximadamente las dos terceras partes de todo el café del mundo. Es el producto básico de exportación para los países centroamericanos, sin embargo, para exportar es necesario manejar el concepto de calidad, el cual involucra diversos aspectos del proceso productivo en la plantación, con el uso de materiales genéticos mejorados, las prácticas agronómicas recomendables, hasta el método de recolección y la tecnología de beneficiado. Las condiciones del tueste, y de cuerpo, aroma y acidez en la taza, que en gran medida definen la calidad y el precio en el mercado internacional, se pueden mantener intactas a través de los procesos de recolección y beneficiado, pero también se pueden deteriorar, o dañar severamente, con métodos inadecuados.

El método más recomendable para la recolección es el de "Recolección Selectiva o Racional", solo maduración total.

Los parámetros más importantes a considerar para la calidad del café son:

- El tamaño de los frutos
- La uniformidad de la maduración
- El porcentaje de granos vanos y flotes, de caracoles y de granos mal formados o dañados
- El mayor o menor grosor de los frutos, es principalmente consecuencia del régimen de lluvias que prevalece durante la época de recolección.

En el departamento de Huehuetenango se producen anualmente más de los quinientos mil quintales de café oro aproximadamente, de los cuales el ochenta y cinco por ciento son del tipo estrictamente duro (característica proveniente del campo).

El proceso agroindustrial del café en su fase húmeda es clasificado en el mercado internacional como suaves lavados, requiriendo básicamente agua para el beneficiado. El agua es un recurso natural que ha sido mal aprovechado en la mayor parte de beneficios húmedos. En éstos se utiliza más de mil quinientos litros de agua por quintal de café pergamino procesado.

En este proceso los desechos del despulpado son los que provocan mayor daño a la naturaleza. Como consecuencia de la falta de tratamiento de las aguas se puede observar la contaminación de ríos, arroyos y otros afluentes por medio de los subproductos del café como el mucilago y la pulpa.

La finca Rancho Carmela, ubicada a la altura del Km. 334 de la CA-1 en el municipio de La Democracia, departamento de Huehuetenango consciente del deterioro ecológico que provoca los subproductos del café en arroyos y ríos y la escases del agua en la región, tomó la iniciativa de implementar un beneficiado limpio y seco, tratándose básicamente de utilizar bajos volúmenes de agua en las fases de recibo, clasificación, despulpado, conducción de café a las pilas, lavado y extracción de pulpa mecánicamente.

Se instaló además un sistema de recirculación de aguas servidas, depositándose el volumen reducido de agua utilizado diariamente a un tratamiento primario consistente en fosa de sedimentación y oxidación, evitando así la contaminación de afluentes de la cuenca.

2. Planteamiento del problema

En el beneficiado por vía húmeda se sigue todo un cuidadoso proceso que inicia en el tanque de recibo o sifón, que utiliza agua para evitar el calentamiento y fermentación de la fruta. Este tipo de beneficiado necesita una gran cantidad de agua para recibir el café, luego pasa al siguiente proceso que es el despulpar el café por medio de máquinas y utilizando de nuevo una gran cantidad de agua, a continuación se elimina el mucilago por medio de la fermentación natural y finalmente se procede al lavado, operación muy cuidadosa en la que se clasifica nuevamente el café por densidad y en donde se utiliza de nuevo una gran cantidad del recurso agua. Determinándose así que este es un problema, pues el recurso agua es cada vez más escaso.

Luego de que el café ha pasado por el proceso de beneficiado, el agua que sirvió para el mismo se dirige hacia los cuerpos receptores, causando de esta manera contaminación debido a las mieles y pulpa que resultan de este proceso.

La finca Rancho Carmela viendo la problemática de la falta de agua en la época seca (llamada en la región verano), decidió instalar un nuevo sistema en el cuál el agua utilizada es recirculada y al final del proceso enviada a fosas de sedimentación y oxidación en dónde se queda la mayor parte de los contaminantes.

Al utilizar este nuevo proceso de beneficiado, es importante que no se pierda la calidad del grano, conservando así sus características organolépticas.

3. Marco Teórico

3.1 Marco Conceptual

3.1.1. *Descripción del cultivo*

Las especies de la familia Rubiácea son plantas de porte muy variado, desde herbáceas a arbóreas, con hojas opuestas y unidas por estípulas bien desarrolladas. Las flores tienen cáliz y corola regulares, con cuatro a seis piezas unidas; en la corola la sección inferior forma un tubo, que se abre arriba en cuatro a seis pétalos en forma de estrella. Los estambres, en número igual al de pétalos, salen del tubo de la corola. El ovario es generalmente de dos lóculos, aunque pueden haber tres o más. El estilo tiene a menudo longitud variable (heterostilia) en la misma especie. Los frutos son cápsulas, bayas o drupas.

Las rubiáceas incluyen varias especies útiles: el café, que constituye el producto agrícola más importante del comercio mundial; la ipecacuama y las quinas, que se utilizan como medicinales; en los trópicos hay varias especies frutales de poca importancia (6).

3.1.2. *El Beneficiado por vía húmeda:*

El sistema de beneficiado del café por vía húmeda produce los cafés conocidos en el mercado como "lavados o suaves", que principalmente se producen en México, Centroamérica y en Colombia.

Para Guatemala es particularmente importante la divulgación de las mejores técnicas para el beneficiado del café, porque este trabajo se hace, en la mayor parte de los casos, en las propias fincas productoras (*Ver Anexo 4*).

En el beneficiado por vía húmeda se pueden distinguir las siguientes etapas principales:

- a. La remoción de la pulpa (el epicarpio y parte del mesocarpio) del fruto maduro, en los llamados pulperos o despulpadores:

La separación de la pulpa se efectúa en aparatos que aprovechan la cualidad lubricante del mucílago del café, para que por presión se suelten los granos y se pueda eliminar por una corriente de agua, la pulpa desprendida. Si la operación se hizo dañando el pergamino o mas aun el propio grano de café, entonces el defecto permanecerá a través de las distintas etapas del beneficiado, provocando trastornos en el punto de secamiento y en la fermentación, alterando por consiguiente, la calidad de la bebida (5).

Como los sistemas de despulpado funcionan en forma completamente mecánica, es imposible despulpar perfectamente fruto de distintos tamaños, por eso conviene insistir en que es preferible que pase cereza sin ser despulpada, que producir cierta proporción de granos lastimados.

Los pulperos deberían recibir tan solo café en cereza de un tamaño, sin embargo esto exigiría el uso de un clasificador previo, lo cual únicamente se justifica en grandes centrales de beneficio, por lo tanto, se deben mantener los pulperos graduados de manera que no lastimen, ni dejen pasar café en cereza del tamaño que predomine durante las tres etapas principales de la cosecha, es decir que es necesaria una graduación para el principio, otra para cuando se empareja el grueso de la cosecha y otra para cuando esta se reduce y termina (5).

Existen diferentes tipos de pulperos o despulpadores para café como: Los pulperos de cilindro, el pechero con bandas de hule, el pulpero de discos, los pulperos repasadores, los pulperos de tipo especial.

- b. La eliminación de la miel o mucílago (el mesocarpio) por medio de la fermentación natural, sistemas mecánicos o químicos.

3.1.2.1 *La fermentación natural del café*

El fruto despulpado queda envuelto por una cubierta de miel que representa el 20% de su peso maduro. El mucílago, es rico en pectinas y azúcares que deben ser eliminados con la fermentación, esta merece mucho cuidado para conservar y resaltar la alta calidad de los cafés suaves. Aquí actúan las enzimas del fruto y las producidas por los microorganismos en el material recién despulpado.

La fermentación debe ser uniforme en toda la masa de café; si en una pila de agua no cubre toda la partida, no hay drenaje, hay diferencias de nivel, capas llenas de agua, capas húmedas y superficies al aire, la fermentación es muy dispareja. La altitud y la temperatura afectan el tiempo de la fermentación; el café de cada región tiene enzimas que actúan de manera diferente.

En fincas bajas la fermentación requiere de 24 a 36 horas; en las altas, desde 36 hasta un máximo de 80 horas. Lo cual exige la construcción de mayor o menor número de tanques. Como se indica en el cuadro 1. El tiempo de la fermentación también varía conforme avanza la época de la cosecha en las regiones donde se adentra en los meses de temperaturas mas bajas (4).

Cuadro 1. TAMAÑOS DE LOS TANQUES DE FERMENTACION CON BASE EN LA MAXIMA COSECHA DIARIA

CEREZA DIARIOS (qq.)	CAFÉ DESPULPADO (qq.)	LARGO Mts.	ANCHO Mts.	ALTURA Mts.
200	120	4.00	2.00	0.95 y 0.75
100	60	3.00	1.50	0.85 y 0.65
50	30	2.00	1.00	0.90 y 0.80
25	15	1.50	0.75	0.80 y 0.75
10	6	1.00	0.50	0.70 y 0.65
5	3	0.75	0.40	0.60

- c. El lavado del grano para desprender los residuos de la fermentación, operación que puede hacerse por sencillos procedimientos manuales o bien mecánicamente:

Cuando el café ha alcanzado su fermentación completa esta a "punto de lavado" para llegar a obtener un "grano" con el pergamino limpio, áspero, "blanco" y sin restos de miel en su hendidura.

3.1.2.ii. El correteo

Es un canal de longitud variable con un ancho de 45 a 60 cms. y una profundidad no mayor de 50 cms. (Ver cuadro 2.). Sus dimensiones varían según la entrada diaria de fruto; el más práctico y eficiente es el de un solo tiro sin curva ni ángulo (3).

Cuadro 2. DIMENSIONES DE CORRETEO SEGÚN COSECHA DIARIA

PRODUCCION DIARIA (qq.)	CAFÉ LAVADO RESULTANTE (qq.)	LARGO CORRETEO (mts.)	qq. DE CAFÉ A LAVAR POR PARTIDA**
1,000*	420	60	65
500	210	45	48
200	84	30	21
100	42	15	10.50
50	21	8	5.25
25	10.50	5	2.50

* Las partidas se dividen para tener mayor facilidad de lavado.

** Cantidades mayores pueden trabajarse con doble canal.

Luego de finalizada la etapa de lavado de café el agua utilizada en el mismo es desechada después de dejar la pulpa en un tanque recibidor.

- d. El secamiento del café lavado, en los patios o bien en secadoras, para obtener el llamado café en pergamino seco:

En el secamiento de cualquier material es decisiva la composición, forma y estructura del sólido del cual se pretende eliminar la humedad. En el caso especial del café, hay que tomar en cuenta que después de eliminar el agua superficial durante el escurrido, se inicia una etapa en la cual el agua debe emigrar del interior del grano a la superficie del mismo. Deberá, asimismo, atravesar la película plateada para caer entonces en una cámara de aire, tanto más grande, cuanto más avanzado esta el proceso de secamiento. Luego, el agua deberá atravesar en forma de vapor la cubierta o pergamino, antes de que la corriente de aire pueda arrastrarla.

3.1.2.iii. El Secamiento del Café

El mecanismo del secamiento del café es mas complicado que el de cualquier otro grano, no solo por las razones anteriormente expuestas, sino también por el efecto que las condiciones de operación puedan causar en el aspecto y particularmente en la bebida.

En el secamiento de cualquier material inicialmente muy húmedo y suponiendo que se seca en un aire con propiedades secadoras que se mantienen constantes (humedad relativa y temperatura) ocurre primero una etapa en la cual la velocidad de desecación es independiente del contenido de humedad del material y el agua de la superficie se evapora como si estuviera libre.

A esto se le llama período de evaporación constante; sigue la desecación hasta un punto en el cual la velocidad empieza a disminuir, en este punto esta la llamada humedad crítica. Se inicia, entonces, el período de velocidad decreciente y al terminar, el material alcanza un valor mínimo en su humedad, que se llama humedad de equilibrio o higroscópica.

Por otra parte, el volumen inicial de una partida se reduce alrededor del 10%, cuando esta seca. Aunque la cápsula de pergamino casi no se modifica, salvo las conocidas grietas en el café de altura, el grano de café en oro se encoge para dar origen a la bolsa de aire antes mencionada (2).

El método clásico que se emplea para secamiento de café en Guatemala es el de secamiento a sol en patios, sobre todo para el secamiento de café de altura.

Este método se reduce a extender el café recién lavado en capas delgadas inicialmente y cada vez de mas espesor conforme avanza el secamiento. Se revuelve constantemente para acelerar y emparejar el grado de secamiento, y cuando llega la lluvia se le recoge en casetas apropiadas. De acuerdo con el lugar y el régimen de lluvias imperante, la operación se prolonga de cinco a quince días.

El movimiento de volteo de café en los patios se hace con rastríos que forman surcos. También se usan palas de madera para el amontonamiento de café, aun cuando en patios de áreas muy grandes debe ser lo mas lisa y libre de irregularidades que sea posible, para evitar « pelar » excesiva cantidad de café. Cuando se usa la pala esta debe dejar un rastro limpio.

El tipo de secamiento al sol da una mejor calidad de grano, debido a que el mismo durante la noche « se queda descansando », y en este período de descanso la humedad interior del grano aprovecha para transportarse hacia la parte exterior del café. Esto es debido a que la humedad avanza de un potencial hídrico mayor hacia un menor. Se necesita un metro cuadrado de patio para empezar a secar 70 lbs. de café al 55% de humedad. El espesor máximo se recomienda de 4 a 5 cms.

3.1.2.iv. *El punto de secamiento*

El punto correcto de secamiento se alcanza cuando el café que se esta secando (al observarse el grano de café oro, del tamaño medio) aparece completamente parejo el típico color verde claro o verde azulado (según la zona), coloración que empieza a palidecer conforme avanza el resecamiento. En todo caso, cuando el encargado procede a tomar la muestra, debe obtener una muestra representativa de la partida; aparte de esto es necesario tomar en cuenta también el tamaño del grano que se observa, puesto que el grano pequeño decididamente debe estar “reseo”, cuando el de tamaño promedio esta a “punto” y el grano grande aun tiene lo que corrientemente se llama “mancha de agua”.

Existen diferentes formas para saber si el grano de café esta de punto, como por ejemplo: con navaja o cuchillo, con martillo, con aparatos determinadores de humedad como el Dole 400, pero las mas comunes son:

3.1.2.iv.a. *Determinación a la vista*

Consiste en tomar una muestra de café, se le quita el pergamino y se observa la coloración que tendrá que ser verde azulado. Si el café no ha alcanzado el color verde-azulado, esta muy húmedo (2).

3.1.2.iv.b. *Determinación con el diente*

Se toman granos de café en diferentes puntos y se prensan con los dientes. Tiene que observarse si al café le queda marca de los dientes; esto nos indicará que ya esta de punto. Si el diente se hunde, el grano esta muy húmedo. Si al grano no le queda señal de diente, esta reseco (2).

Hasta el momento se ha explicado lo que es el beneficiado, lavado y secamiento del café, pero en este proceso el agua es vital pues sin ella no podría realizarse el mismo, y por lo tanto esta se contamina y contamina a otros receptores en donde cae después del beneficiado, por esto el gobierno de Guatemala ha hecho un reglamento para aguas servidas o contaminadas el cual explicaremos ahora.

3.1.2.v. *La reglamentación de aguas servidas del beneficiado húmedo y sus implicaciones para el sector cafetalero*

3.1.2.v.a. *Antecedentes*

El Acuerdo Gubernativo 60-89 estableció el Reglamento de Requisitos Mínimos y sus Límites Máximos Permisibles de Contaminación Para la Descarga de Aguas Servidas, con el objeto de fijar los límites de contaminación de aguas servidas o de desecho que son vertidas en cuerpos receptores de aguas superficiales, subterráneas o costeras. En este reglamento se tipifican dos clases de descarga: una directa - que es el caso del beneficiado húmedo-, y otra indirecta, que corresponde a entidades generadoras que tienen su sistema de afluentes conectado al sistema público de alcantarillado.

En 1996, CONAMA presentó una propuesta de Modificación al Reglamento. Esta propuesta fue presentada al sector productivo, y este acordó trabajar de forma conjunta con la Asociación para el Manejo Sostenible de la Cuenca del Lago de Amatitlán (AMSA). Durante 1997 se elaboró un plan de trabajo para el proyecto conjunto y se definió una propuesta de límites para el sector cafetalero (1).

3.1.2.v.b. *Parámetros a monitorear*

La contaminación generada por los beneficios se basa fundamentalmente en un aporte de carga orgánica derivado del lavado del mucilago fermentado y otros componentes del fruto. Este le confiere a las calidades organolépticas del agua que lo arrastra ciertas características indeseables. Es importante hacer notar que el procesamiento del fruto no aporta ninguna contaminación por microorganismos que puedan ocasionar enfermedades gastrointestinales, y no se hace uso de ningún reactivo químico que contenga metales pesados. Por esto, los parámetros seleccionados para el monitoreo de este tipo de agua son los siguientes:

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** Se refiere a la cantidad de oxígeno requerido para la descomposición completa de la materia orgánica utilizando agentes químicos.
- **Demanda Biológica de Oxígeno (DBO):** Se refiere a la cantidad de oxígeno requerido por un grupo de bacterias para la descomposición de la materia orgánica.

La DQO y la DBO son parámetros que expresan la cantidad de materia orgánica presente en el agua y la cantidad de oxígeno necesaria para su descomposición. Estos parámetros pueden expresarse como kilogramos por metro cúbico, o miligramos por litro de agua (mg/l).

Algunos valores promedio de DQO (mg/l) serían: aguas negras no tratadas, de 700 a 800 DQO; efluentes del ensilaje, de 80,000 a 160,000 DQO; efluentes del beneficiado del café, de 6,000 a 18,000 DQO.

- **Potencial de Hidrógeno o pH:** se refiere al grado de acidez del agua residual.
- **Sólidos Sedimentables:** indica la cantidad de sólidos en suspensión que se encuentran en el flujo de las aguas residuales, expresada en kilos/m³ o partes por millón -ppm- (mg/l).
- **Sólidos Totales:** Es la cantidad de partículas sólidas que se encuentran presentes en el agua, sean sedimentables o no, expresada en porcentaje o kilos/m³ (1).

3.1.2.v.c. *Parámetros de descarga de aguas servidas del beneficiado húmedo del café*

En el cuadro 3 se muestran varios niveles de tolerancia para la demanda química de oxígeno o DQO, que es el parámetro más importante de las aguas servidas del beneficio húmedo. En su orden aparecen los datos del Reglamento inicial (Acuerdo Gubernativo 60-89), luego de la propuesta de modificación de AMSA y finalmente la propuesta de ANACAFE, que fue aceptada por CONAMA (1).

Cuadro 3. Límites permisibles de demanda química de oxígeno -DQO- en mg/l

Etapas	Ac. Gbo. 60-89 (sin etapas)	Modificación AMSA	Propuesta ANACAFE
I: 0-3 años	3,000-2,500	500	3,000
II: 3-6 años	3,000-2,500	250	2,000
III: 6-9 años	3,000-2,500	200	1,500

3.1.2.v.d. *Principales actividades de cada etapa*

Etapa I

- Reducción de volúmenes de agua en el despulpado.
- Traslado mecánico de la pulpa.
- Reducción en el consumo de energía.
- Recirculación de las aguas utilizadas durante el proceso.
- Sistemas de tratamiento físico de las aguas residuales del beneficiado, consistentes en acequias de ladera con pozos de absorción y fosas de sedimentación y oxidación.
- Utilización de la pulpa como abono orgánico por medio de la descomposición natural y vermicompostaje.
- Investigación sobre sistemas de pre-tratamiento físico-químico de aguas residuales.
- Identificación de fuentes de financiamiento interno y externo, dirigidas a la reconversión de los beneficios.

Etapa II

El objetivo básico en esta etapa es una adopción más amplia de las tecnologías limpias de beneficiado, que involucran los siguientes componentes:

- Seguimiento de la reconversión de los beneficios tradicionales a beneficios tecnificados de bajo consumo de agua.
- Aplicación de los sistemas de pretratamiento físico de las aguas residuales investigados en la Etapa I, tales como filtración, floculación y oxigenación.
- Evaluación y adopción de equipos y maquinaria para procesos de despulpado en seco, que deberá acompañarse de estudios de calidad de café y análisis de posibles restricciones de mercado.
- Investigación de nuevos sistemas de tratamiento de aguas residuales por medio de procesos anaeróbicos bajo lineamientos de factibilidad técnica y económica.
- Diseño y evaluación de microplantas para tratamiento de aguas residuales del beneficiado húmedo a nivel de finca (1).

Etapa III

Esta etapa se orientará básicamente a una adopción general de tecnologías limpias de beneficiado húmedo del café, por medio de las siguientes líneas de acción:

- Reconversión de los beneficios húmedos que operan en el país.
- Establecimiento de microplantas a nivel de fincas, para tratamiento de aguas residuales del beneficiado húmedo de café.
- Implementación de equipos y maquinaria para proceso de despulpado en seco, pero verificando que los estándares de calidad del café guatemalteco no sean alterados negativamente durante el proceso.

3.1.3. Beneficiado Ecológico del café

3.1.3.i. Desechos contaminantes del despulpado

Con insistencia se habla en la actualidad del beneficiado ecológico del café, refiriéndose a los aspectos mecánicos del proceso, y al manejo adecuado y racional de la pulpa y las aguas mieles, para evitar la contaminación ambiental.

Desde luego, el termino involucra cambios radicales en la teoría y mecánica de la separación y disposición de la pulpa, recirculación de las aguas, utilización de los equipos, sistemas de tratamiento de los afluentes, etc.

Es sabido que los desechos del despulpado son los que generan mayor daño a la naturaleza, y deterioro ecológico, como se explica a continuación:

- Las aguas de despulpado, sobre todo si han sido muy recirculadas, son altamente contaminantes como se ve en el cuadro 4.

Cuadro 4. PARÁMETROS DE LAS AGUAS DE DESPULPADO

Parámetro	Promedios
DQO	450 a 11,710 mg/l
Sólidos en suspensión	70 a 850 mg/l
Sólidos totales	2,687 mg/l
PH	5.9

- La pulpa representa aproximadamente un 41% del peso del café en fruta, y es muy voluminosa y perecible. Su contenido de azúcares y elevado porcentaje de humedad (80%-85%), originan rápidos procesos de fermentación con olores ofensivos y proliferación de moscas. El recurso de algunos beneficiadores de arrojarla a los ríos, es letal para las formas de vida en el propio cuerpo receptor, y nocivo para el entorno.
- La poca utilización actual de la pulpa como abono orgánico, y su mínimo empleo como ensilaje o producto deshidratado para alimentación animal, son también factores agravantes a considerar.

Ante la evidencia y magnitud del problema, se han sugerido varias opciones para solucionarlo o minimizar al menos sus graves efectos sobre las cuencas de los ríos y la salud de las poblaciones aledañas.

- a. Reducir al mínimo y recircular las aguas de despulpado y lavado, lo cual hace más racional y factible su tratamiento en cuanto a volúmenes a manejar, dimensiones de biodigestores, lagunas de oxidación, etc.
- b. Evaluar y adoptar los mejores tipos y modelos de máquinas para el despulpado en seco, como el sistema ideal y punto de partida para el beneficiado ecológico del café.
- c. Investigar nuevos sistemas de tratamiento de las aguas residuales, de preferencia aquellos que no demanden grandes inversiones en equipos sofisticados, ni extensas áreas de terreno. Nos referimos al empleo de bacterias aerovías, que solamente requieren para su actividad la corrección del pH en las aguas y un sistema de aereación. En ciertos casos adición de nutrientes también (1).

3.1.3.ii. *El despulpado en seco*

El despulpado sin agua no constituye un tema novedoso, pues ha sido objeto de pruebas con diversidad de equipos desde hace muchos años.

Implementando este sistema se logra disminuir radicalmente la contaminación del agua utilizada en el beneficiado, lo que a su vez permite un mayor grado de recirculación del agua que conduce el café a los pulperos, a las pilas, y al lavado. Se reduce así el volumen total a utilizar, con la consiguiente economía en instalaciones de captación, circulación-utilización, descarga y tratamiento.

Es importante aclarar que cuando se hace referencia al despulpado en seco, se implican dos condiciones básicas (3).

Primera:

Que el café debe ser transportado en seco por medios mecánicos, o bien, desaguado inmediatamente antes del despulpado. O sea que el café en cereza puede ser llevado desde el sifón o tanque de recibo hasta el despulpador, por medio de agua, desviada y nuevamente inyectada después del proceso, para transportar el café a las pilas o al sistema mecánico de lavado, y luego ser recirculada.

Segunda:

Que la pulpa debe ser transportada sin el empleo de agua, en lo cual radica parte de la disminución del volumen a utilizar.

Por otra parte, los subproductos pulpa y mucílago quedan en ventaja para su eventual utilización futura, pues la pulpa tendrá menor porcentaje de agua y mayor contenido de nutrientes, para cualquier tipo de industrialización, y el mucílago continuará siendo una excelente y eventual fuente de pectinas.

Otra ventaja del despulpado sin agua, es que el tiempo de fermentación del café en las pilas se puede reducir a solamente 6 a 8 horas, lo cual aumenta varias veces la capacidad instalada, y reduce al mínimo la posibilidad de deterioro de la calidad por fermentaciones indeseables y/o sobrefermentaciones.

De lo expuesto se infiere que el despulpado en seco representa una valiosa contribución para solucionar el impacto ecológico que la pulpa y las aguas de despulpado ocasionan. Surgen a la vez una serie de nuevas posibilidades de control de la carga orgánica remanente del proceso (3).

3.2. Marco Referencial

3.2.1. *Descripción general del área*

3.2.1.i. *Localización del área*

El beneficio se encuentra localizado en la aldea Santa Rosa, municipio de La Democracia, departamento de Huehuetenango. Esta limitado al Norte con los municipios de Nentón y los Huistas, departamento de Huehuetenango; al Este con el municipio de San Pedro Necta, departamento de Huehuetenango; al Sur con el municipio de La Libertad, departamento de Huehuetenango y al Oeste con la frontera de México.

3.2.1.ii. *Situación geográfica*

Se encuentra a 15 grados 37 minutos 30 segundos de latitud Norte y 91 grados 53 minutos 12 segundos de longitud Oeste respecto al meridiano de Greenwich; su altura en metros sobre el nivel del mar es de 920.

3.2.1.iii. *Vías de acceso*

El proyecto se encuentra en el kilómetro 334 de la carretera CA-1 con ruta al Occidente del país, asfaltada y transitable todo el tiempo lo cuál es de gran beneficio para la población de dicha localidad, pues contribuye a la comercialización.

3.2.1.iv. *Clima*

La zona de vida se encuentra enmarcada dentro del bosque sub-tropical húmedo. Thornwite clasifica el área como clima templado-húmedo con estación seca bien definida. La precipitación media anual es de 1,325 mm. La temperatura promedio anual es de 17.2 grados centígrados, con una mínima de 13.6 grados centígrados y una máxima de 27 grados centígrados.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar, desarrollar e instalar un beneficio potencialmente ecológico, que permita reducir al mínimo la contaminación de receptores, sin perjudicar la calidad del café.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Implementación de maquinaria que utilice un mínimo de agua y a la vez sea más veloz y eficiente.
- Optimizar el consumo de energía en el accionar de la maquinaria.
- Reducir el tiempo en la fase de fermentación.
- Obtención y aprovechamiento de subproductos vía seca (pulpa y mucílago), para alimentación de ganado y a su vez como fertilizante orgánico.
- Reducir el consumo de agua en el proceso completo de beneficiado húmedo, de mil quinientos litros por quintal de café pergamino a ciento cincuenta litros por quintal de café.
- Evitar la contaminación del recurso hídrico, que es causada por los subproductos del café (pulpa y mucílago), al ser despulpado y lavado.

5. METODOLOGÍA

1. En la finca Rancho Carmela, se capacitó al personal de campo para que únicamente llegue al beneficio el grano de café en su óptimo de madurez, y en el caso de que haya presencia de granos verdes en el café a entregar, se diseñó un área para que los cortadores le den una escogida previa a ser recibido para pasar al beneficiado.
2. El diagnóstico del beneficiado se basó en que años anteriores esta finca estaba beneficiando su café en un beneficio tradicional, el cuál para empezar requería de un volumen demasiado grande de agua, ya que contaba con un sifón recibidor que tenía las medidas siguientes: 3 metros de ancho por 3 metros de largo por 3 metros de profundidad ($27m^3$). Este mismo se utilizaba para separar los flotes (café seco, bano o de poco peso).

También era importante considerar la salida del sifón que era de 4", lo que implicaba un requerimiento constante de esta cantidad de agua durante todo el tiempo que duraba el proceso de despulpado. Además se requería la misma cantidad de agua para realizar las lavadas ó sea el proceso de lavado del grano una vez terminada la fermentación, y ser transportado el mismo hacia los patios de secado.

Se utilizaba agua para la transportación de la pulpa, de los pulperos hacia la parrilla separadora de pulpa, quedando la misma en una pila de captación. Toda esta cantidad de agua utilizada terminaba en los cuerpos receptores cercanos, lo que provocaba la contaminación de los mismos.

Esto aunado a que en esta finca el caudal de agua se reduce en los meses de Marzo, Abril y Mayo; significaba un serio problema captar el agua necesaria para realizar el beneficiado del café de la parte alta que normalmente se corta en Febrero, Marzo y Abril.

3. En la Planificación y Diseño del beneficio, bajo un sistema potencialmente ecológico, se determinó primero el área requerida para la construcción, dejando el beneficio tradicional por un lado ya que al realizar cálculos de costos, estos se elevaban demasiado al dismantelar el beneficio ya existente.

Para el diseño del beneficio se contó con apoyo de técnicos de Anacafé, quienes tenían ya instalados otros modelos, teniéndose únicamente que adaptar a las condiciones topográficas del terreno.

4. El levantamiento topográfico y el movimiento de tierra se realizó para que sirviera de base a las nuevas instalaciones.

5. Para la ejecución y construcción se empezó de la parte más alta, en este caso por el recibidor en seco, el cuál tiene un ancho de 1.60 metros por 4.50 metros de largo con una profundidad de 0.80 metros en el inicio y 1.10 metros al final, con un camellón en el centro, para facilitar el escurrimiento de los granos de café hacia el canal de salida (Ver Anexo 2).

Luego se elaboró el canal sifón y el área para colocar la criba separadora de flotes, los cuáles tienen un largo total de 3.70 metros, de los cuáles 2.15 metros son ocupados por el canal sifón, que tiene una profundidad de 0.75 metros en donde está la entrada del café y 2.20 metros en donde se encuentra el tubo de succión; este canal sifón tiene un ancho de 0.90 metros de luz. El área donde se coloca la criba de flotes tiene 0.90 metros de ancho y 1.45 metros de largo, de los cuáles la criba ocupa 1 metro.

Posteriormente se pavimentó el área destinada para la maquinaria (pulperos, criba separadora de secos, pulpero repasador y los motores que los impulsan), la cuál es de 16.2m².

Además se construyeron tres pilas de fermentación de 4m. de largo por 2m. de ancho por 1m. de profundidad y dos pilas para segundas, las cuáles son de 2m de largo por 2m de ancho por 1 metro de profundidad.

Luego se construyó la cascada que no es más que un canal con desnivel y con gradas, con el propósito de que se lave el café con los golpes; el cuál tiene un ancho de 0.60 metros y un largo de 5.50 metros con un desnivel de 45 grados.

Se Continuó con la elaboración del correteo doble, el cuál tiene un largo de 30 metros y un alto de 0.50 metros, con un ancho de 0.40 3 metros (Ver Anexo 3).

Por último se construyó el decantador según el plano (Ver Anexo 1).

Para recibir el agua utilizada (agua que se recircula constantemente por medio de una bomba), durante el día, la cuál contiene contaminantes, se construyeron 5 acequias de oxidación en las cuáles el agua pasa de una a otra en su parte superior (por rebalse), con lo que se pretende se queden en ellas las partículas que se sedimentan, por lo que el agua sale de ellas con un porcentaje mínimo de contaminación (solamente olor).

6. RESULTADOS

- Mediante la capacitación del personal (mandos medios en la finca) se ha logrado que el personal de corte de café, lo lleve en su óptimo de madurez al receptor.
- Por medio del despulpado en seco y el proceso de recirculación de agua en el beneficiado, se logró reducir el uso del agua considerablemente a sólo 11 toneles por día y también reducir a 24 horas el tiempo de fermentación en las pilas, con lo que se obtuvo mayor peso del grano, buena apariencia, tasa y color.
- Con el establecimiento del beneficio potencialmente ecológico, se redujo sustancialmente la utilización de mano de obra, ya que con el sistema tradicional se utilizaban 6 jornales diarios, y actualmente se utilizan únicamente 3 jornales diarios.
- En el actual beneficio, se implementó maquinaria que permitió, debido a la asistencia técnica en el cálculo de las conversiones, una utilización más eficiente de la energía.
- Se obtuvo 800 quintales de pulpa fresca, de la cuál el 10% se utiliza en la finca para alimentación de ganado lechero y el 90% restante se mezcla con el estiércol de ganado en pilas de fermentación, para su posterior utilización como abono orgánico.
- Debido a que la cantidad de agua que se utiliza diariamente es mínima (11 toneles) y que la misma luego de su uso pasa a las fosas de oxidación, se logró evitar que el agua contaminada sea vertida directamente a los receptores naturales.
- Con el nuevo sistema de beneficiado se logró disminuir el costo por quintal, de Q35.00 a Q14.00.
- Se procedió a enviar muestras del café obtenido en el beneficio ecológico y el mismo mantuvo su calidad (*Ver Anexos 5 y 6*).

7. CONCLUSIONES


- La implementación y uso del beneficio potencialmente ecológico, permitió reducir al mínimo el uso del agua, por medio de la recirculación y el despulpado en seco.
- El módulo que forma la maquinaria utilizada en el beneficio permite reducir el uso de mano de obra.
- La utilización de la tecnología para el beneficiado permitió a la finca utilizar la pulpa del café para otros propósitos como comida para animales o bien como abono orgánico.
- El uso de agua recirculada, permitió reducir el tiempo de fermentación del café en las pilas, logrando con esto mayor peso del grano.
- Al construir fosas de oxidación para recibir el agua después del beneficiado se redujo sustancialmente la contaminación de los receptores naturales cercanos.
- Es importante apreciar que con la implementación del nuevo método de beneficiado y recirculación de las aguas, la calidad del grano de café mantiene sus características intrínsecas que distinguen al café de la región.

8. RECOMENDACIONES

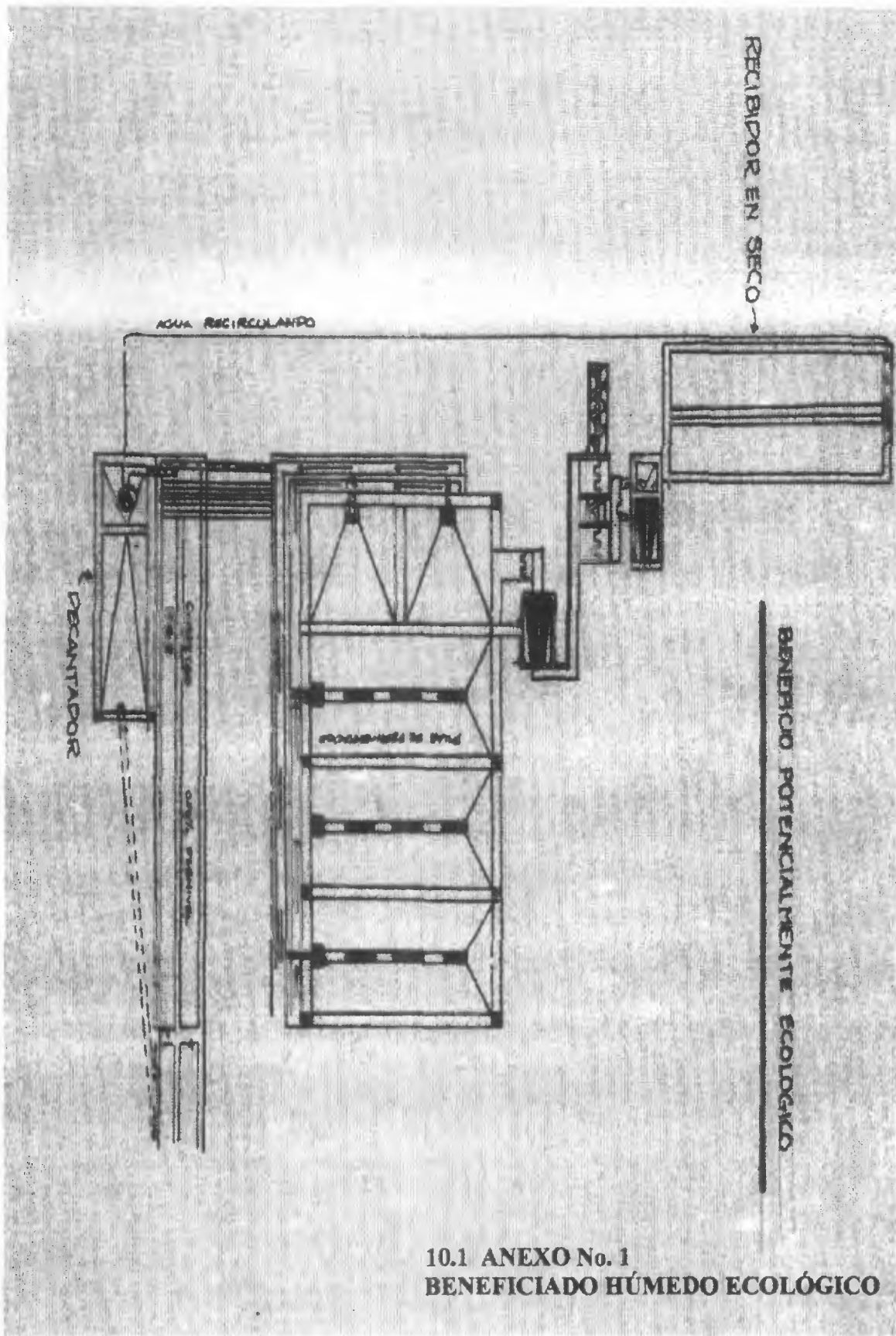
- Es importante que los caficultores en general, tomen conciencia del grado de contaminación que el uso de agua en el beneficio tradicional de café transporta o deposita en los receptores naturales, por lo que se recomienda a las instituciones que de una u otra forma estén involucradas en la conservación del medio ambiente, hacer llegar toda la información necesaria a los caficultores pequeños, medianos y grandes, para que ellos tomen conciencia del problema.
- Se recomienda que todo productor de café implemente lo antes posible un beneficio potencialmente ecológico, ya que de esta manera se evita la contaminación ambiental y el costo de implementarlo se compensa con el ahorro en energía y el menor uso de mano de obra.
- Es recomendable que los caficultores aprovechen al máximo la pulpa y las mieles tanto en la alimentación, como en su descomposición para su futura utilización como fertilizante orgánico.
- Es recomendable que las instituciones interesadas en la conservación del ambiente se basen en este trabajo conjuntamente con otros realizados por la asociación nacional del café para una eficiente transferencia de tecnología.

9. BIBLIOGRAFIA

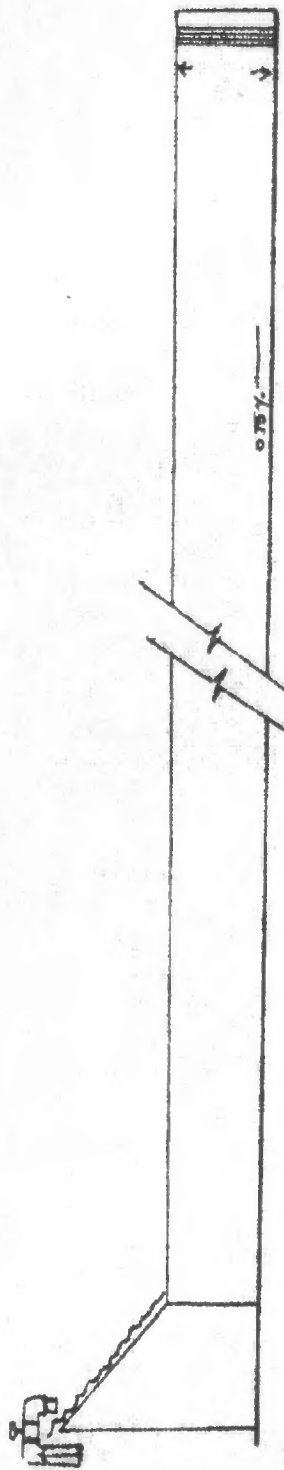
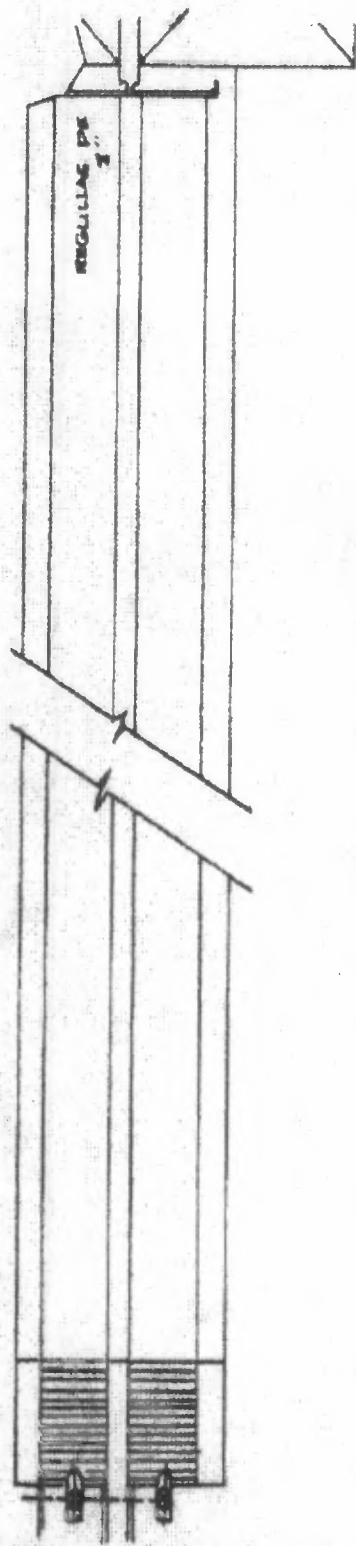
1. ANZUETO F.1998. Medio ambiente y desarrollo. Cafetín (Gua.) 6(8): 6-7.
2. ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ. s.f. Manual de beneficiado húmedo del café. Guatemala. p. 89-94.
3. CLEVES, R.1998. Tecnología en beneficiado de café. 2 ed. San José, C. R., Tecnicafé. p. 40.
4. HERNANDEZ PAZ, M. 1988. Manual de caficultura. Guatemala., Anacafé. p.233, 235.
5. LEÓN, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. 2 ed. San José, C.R., IICA. p. 194.
6. VALDES O'CONNELL, J. 1985. Manual de beneficiado del café. Guatemala, s.n. p. 1, 17.

Vo. Bo
Patruale


10. ANEXOS

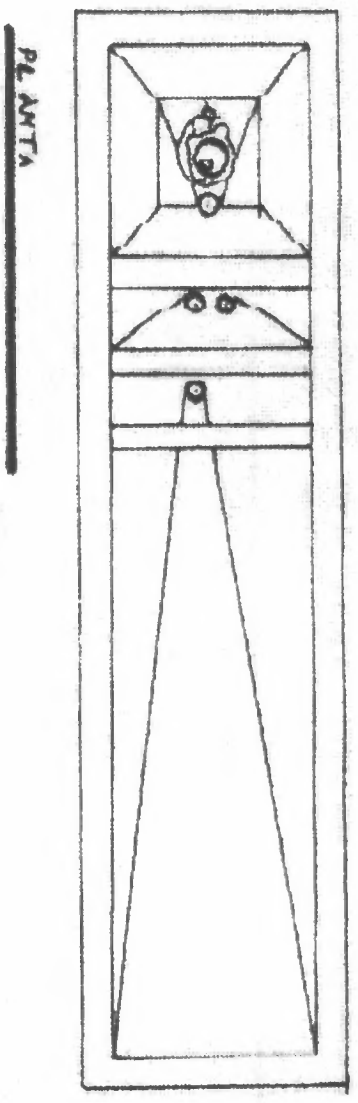
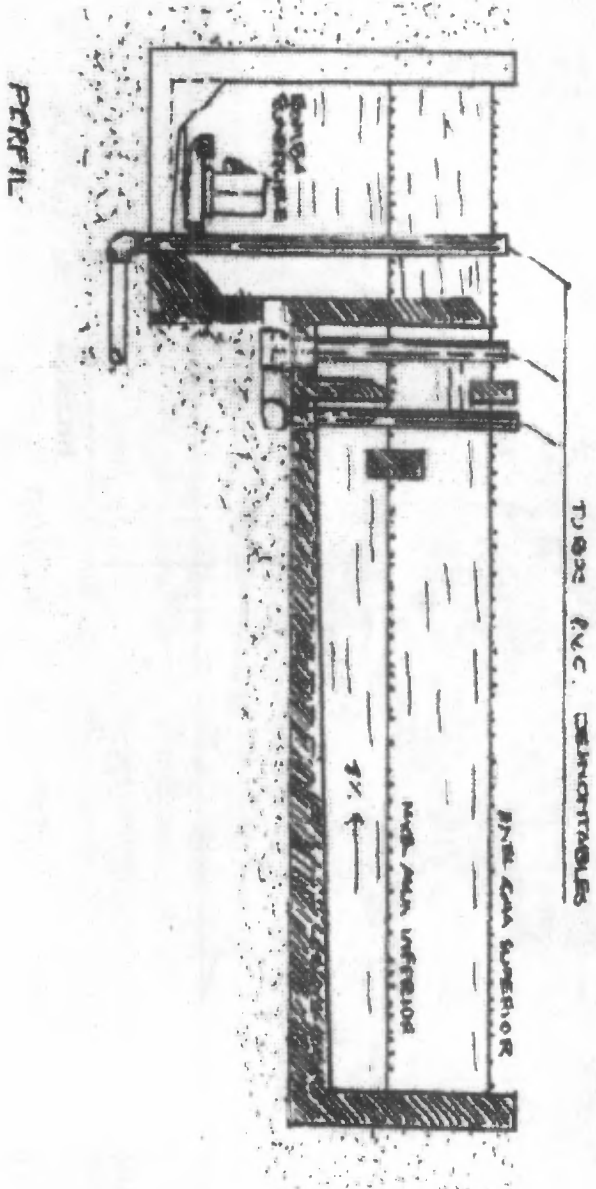


10.1 ANEXO No. 1
 BENEFICIADO HÚMEDO ECOLÓGICO

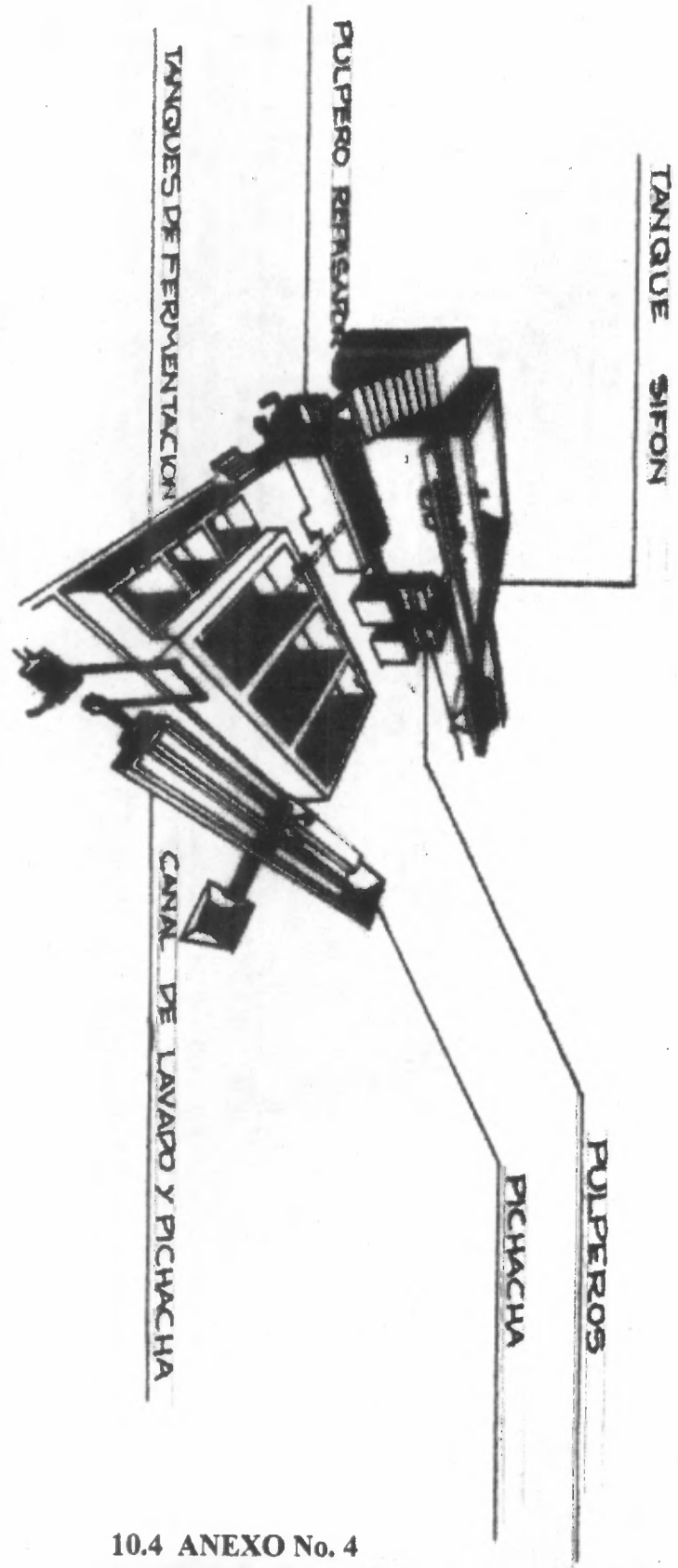



PERAL
DETALLE DE CORRETEO DOBLE

10.2 ANEXO No. 2
CORRETEO



10.3 ANEXO No. 3
DECANTADOR VARIABLE





BENEFICIO HUMEDO TRADICIONAL

10.4 ANEXO No. 4
BENEFICIADO HUMEDO TRADICIONAL



ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE
 5a. Calle 0-50, Zona 14
 ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE
 GUATEMALA, C.A.
 EJERCICIO 1998/1999.

**ANALISIS DE
 CATAACION**

K-255/98-99.

FECHA: CLASE:

EMITIDO A:

VERDE:

APARIENCIA SECAMIENTO
 TAMARO COLOR
 OLOR
 DEFECTOS

COSECHA HUMEDAD

TUESTE:

CALIDAD APARIENCIA

UNICAMENTE PARA CAFES SOLUBLES, TOSTADOS Y MOLIDOS

AROMA TUESTE
 MOLIDO MEZCLA

TAZA:

TIPO:

CATADOR:

OBSERVACIONES:

FIRMA



5a. Calle 0-50, Zona 14
 ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE
 GUATEMALA, C.A.
 EJERCICIO 1999/2000

**ANALISIS DE
 CATAACION**

F-1218/99-00

FECHA: CLASE:

EMITIDO A:

VERDE:

APARIENCIA SECAMIENTO

TAMAÑO COLOR

OLOR

DEFECTOS

COSECHA HUMEDAD

TUESTE:

CALIDAD APARIENCIA

UNICAMENTE PARA CAFES SOLUBLES, TOSTADOS Y MOLIDOS

AROMA TUESTE

MOLIDO MEZCLA

TAZA:

TIPO:

CATADOR

OBSERVACIONES



FIRMA

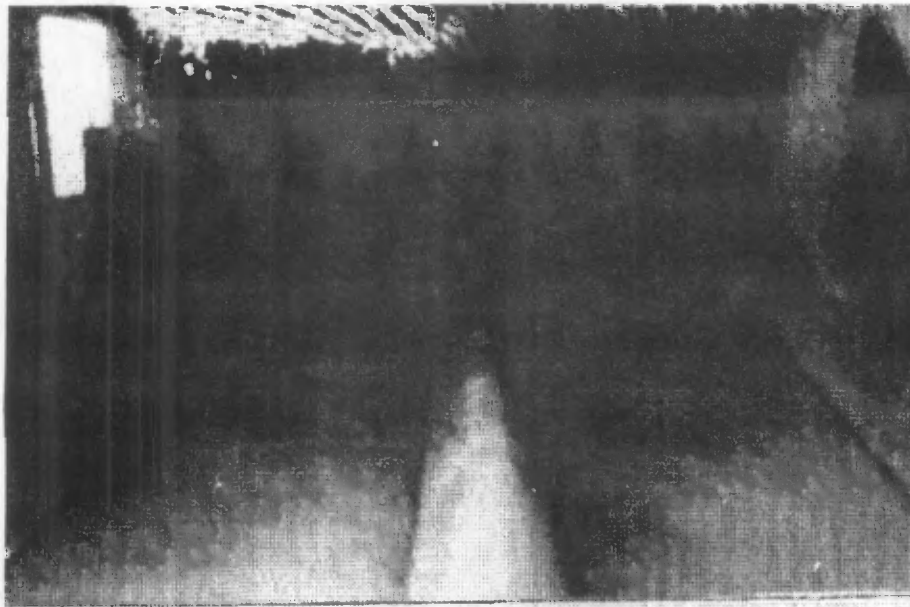
11. APENDICES

**DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN DE LAS MÁQUINAS E INSTALACIONES
PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL BENEFICIO DE CAFÉ POTENCIALMENTE
ECOLÓGICO.**

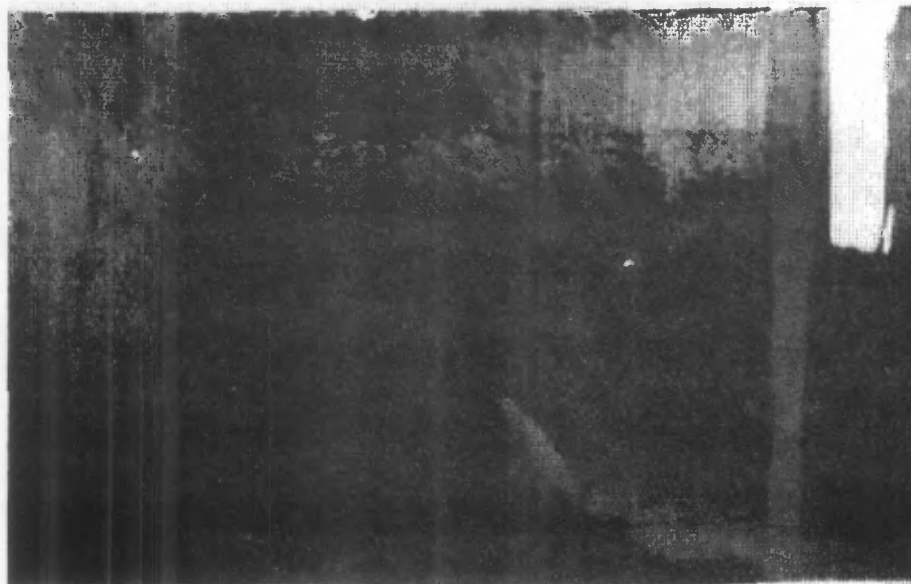
11.1 APENDICE A

El Recibidor Parcialmente Seco

El fruto del café en su punto óptimo de maduración, por medio de medidas volumétricas, es depositado en un tanque recibidor en seco, al cuál se le bombea agua recirculada que provoca la erosión de la masa de café y por último la conduce al canal sifón. Describiendo este procedimiento con las siguientes gráficas.



Recibo del café de forma volumétrica.



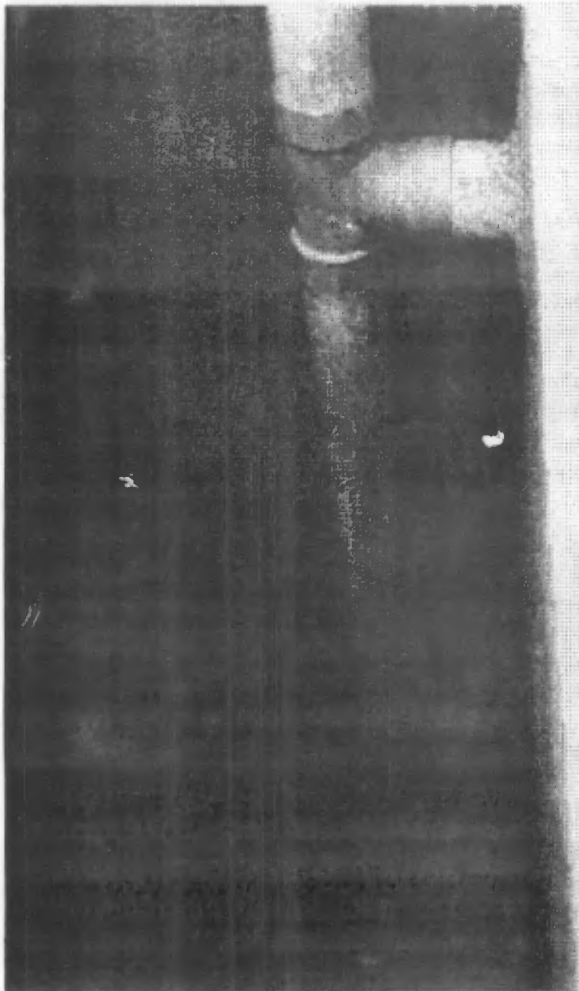
Final del recibidor y tubo conductor de café.

11.2 APENDICE B

El Canal Sifón y La Criba Separadora de Flotes

El café cae al canal sifón, clasificando a los granos por densidad. Los granos más densos se van al fondo y los menos densos quedan en la superficie (café de segunda) siendo transportados por el agua hacia la criba separadora de flotes. Realizándose una segunda clasificación por tamaño de café, donde los más grandes son reincorporados al café de primera. Los granos que quedan en el fondo son succionados por medio de un tubo junto con el agua hacia el despedrador. El proceso puede observarse en las figuras adjuntas.

Vista lateral del canal sifón.



Vista aerea del canal sifón.



Criba separadora de flotes.

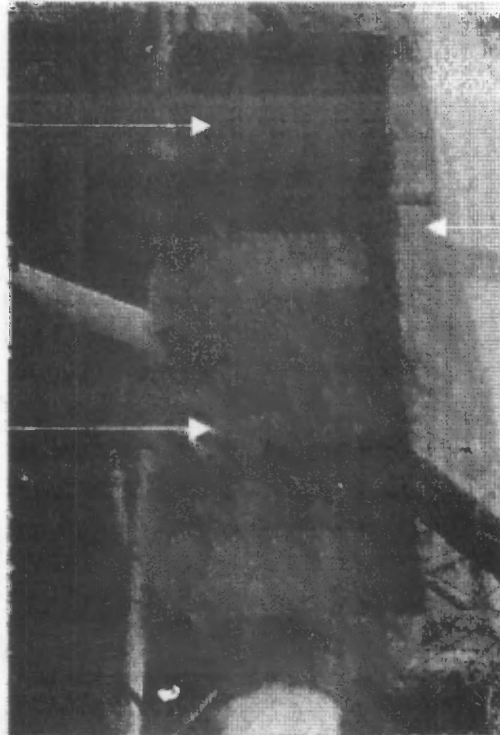
11.3 APENDICE C

El Despedrador y El Separador de Agua

Cuando pasa el café por el despedrador, se sedimentan todas las piedras para que sea transportado únicamente el grano hacia la pichacha separadora de agua. De allí en adelante el café es transportado por un tornillo sinfín hacia los despulpadores. Para una comprensión clara de lo descrito ver las siguientes figuras.

Pichacha
Separadora de agua.

Despedrador.



VISTA AEREA.

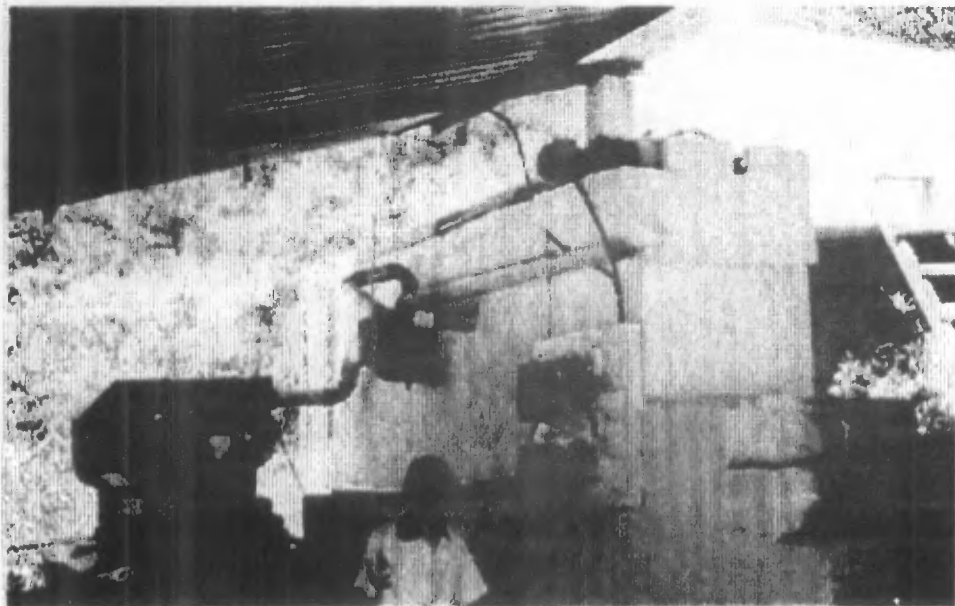
VISTA
LATERAL.



11.4 APENDICE D

Los Despulpadores

La función de estos es eliminar la pulpa (epicarpio) de los granos de café a través de la rotación de un cilindro de aluminio, que gira a 350 rpm. , presionando al grano hacia un pechero que tiene canales por donde se ven forzados a moverse los granos sueltos y cámaras de pulpa para desalojarla continuamente. Esta pulpa es transportada por medio de un tornillo sinfin hacia el área de almacenamiento.

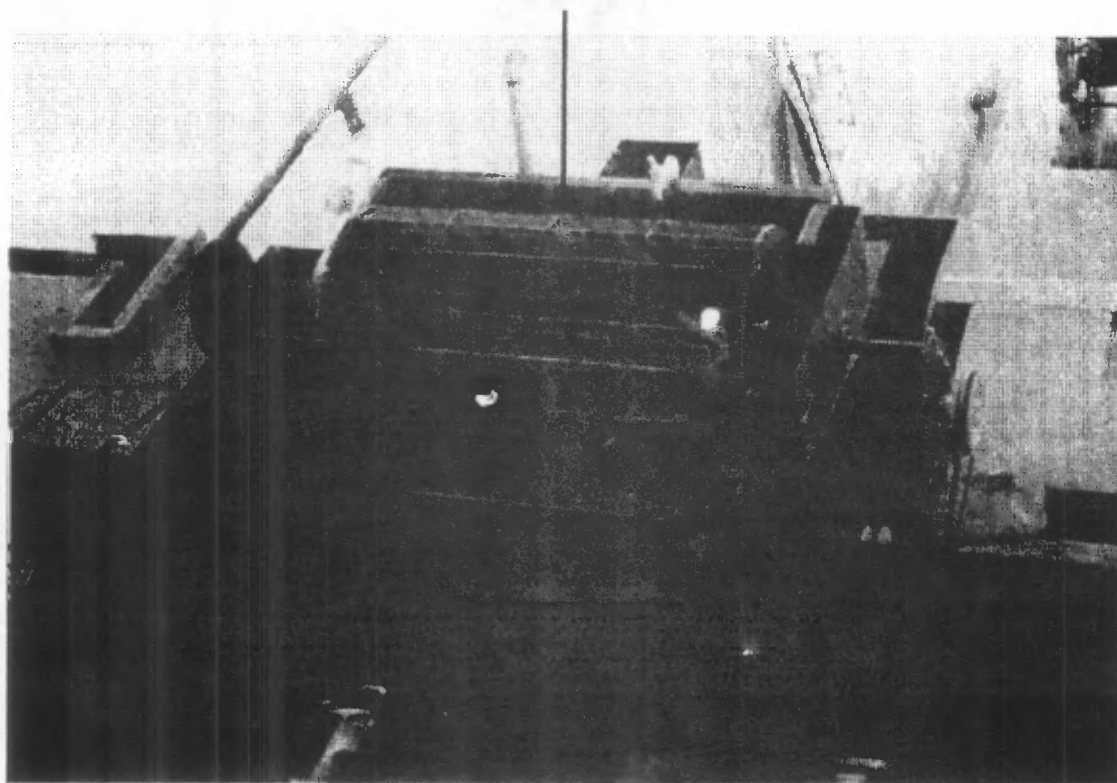


11.5 APENDICE E

La Criba Rotativa

El agua, separada del café antes de los despulpadores, es utilizada nuevamente para transportar el grano ya despulpado hacia la criba rotativa. Esta consiste en un cilindro que gira horizontalmente a 15 rpm. , formado por una estructura de anillos unidos por tubos plásticos con unas ranuras separadas de 7 mm., donde se coloca hilo de polietileno. permitiendo separar el grano con pulpa adherida parcial o totalmente transportándolo hacia el repasador. El grano limpio pasa directamente a las pilas de fermentación. Lo cuál podemos observar en la siguiente figura.

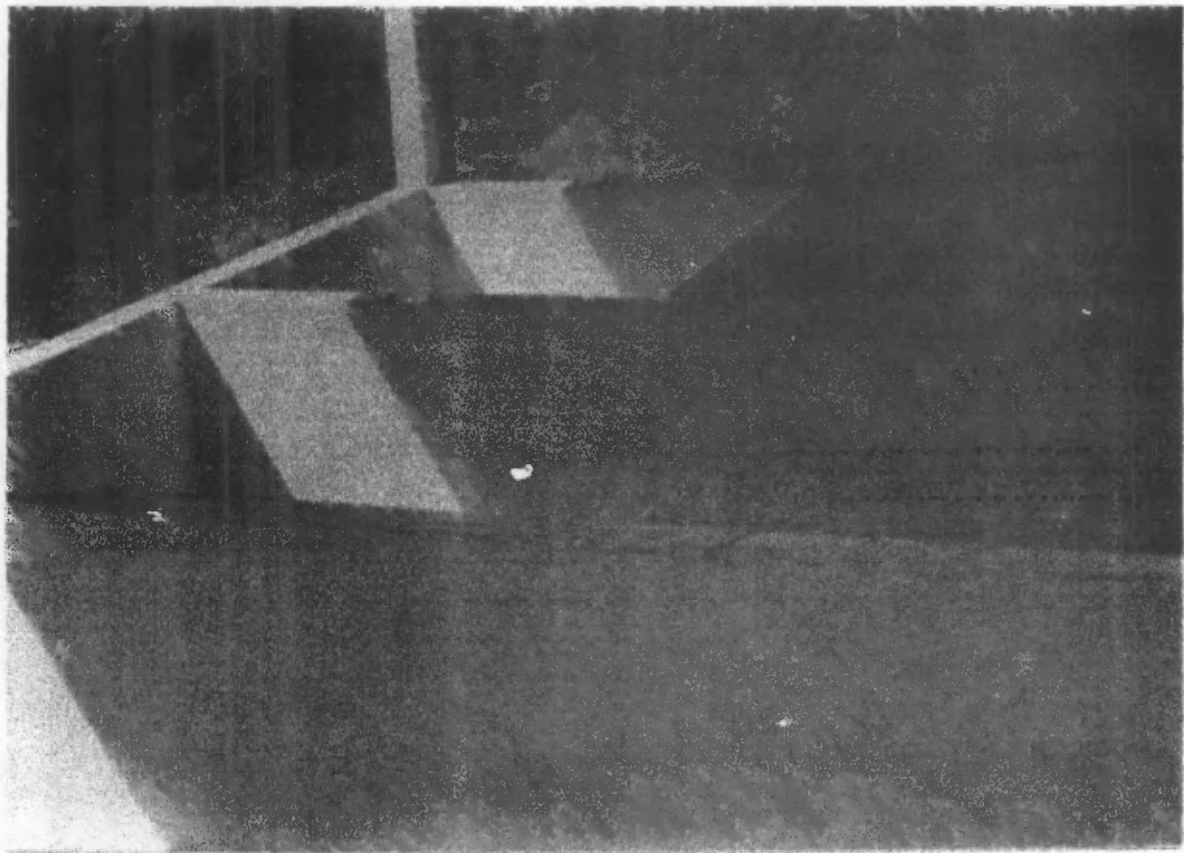
La criba rotativa.



11.6 APENDICE F

Las Pilas de Fermentación

Se utilizan dos tipos de pilas de fermentación, una para café de primera y la otra para café de segunda. Transcurridas aproximadamente 24 horas el café despide sus mieles denominadas "mucílago", lo cuál nos indica que está en su punto óptimo de fermentación y listo para pasar a la siguiente operación. Podemos observar las pilas en la siguiente figura.



11.7 APENDICE G

La Cascada y El correteo

Los restos de mucílago o miel degradada y los materiales sueltos durante la fermentación deben eliminarse totalmente del grano, lo que se logra con el uso de la cascada, consistente en un canal con un desnivel de 45 grados, con una superficie cizada con piedra o lamina plástica, la cuál al pasar el café lo golpea levemente provocando el desprendimiento del mucílago, quedando completamente lavado. Posteriormente pasa al correteo donde se separan los materiales flotantes y menos densos del café de primera. Una vez clasificado pasa a los patios de secado, con lo que se termina el proceso de beneficiado de café. Las siguientes figuras muestran la cascada y el correteo.

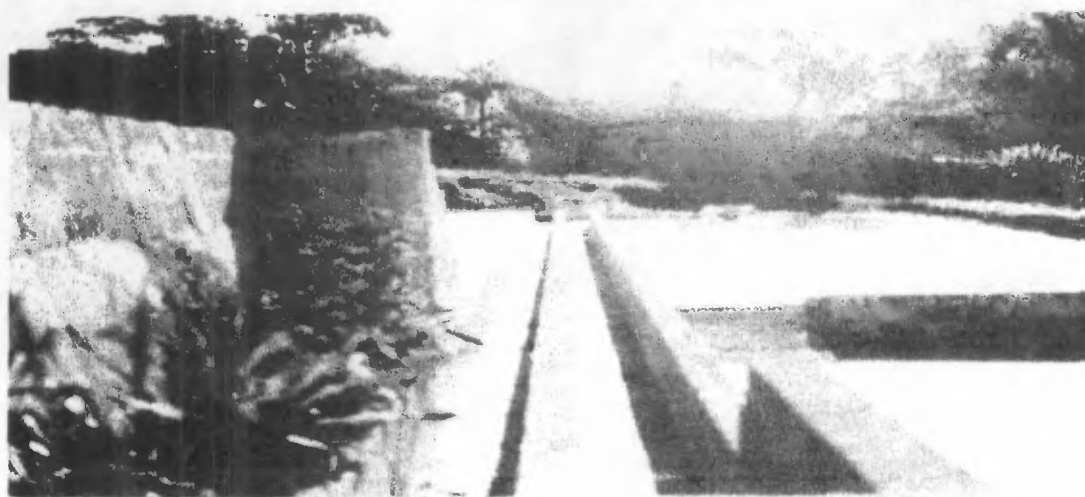
Vista Interna de la Cascada.



Vista Interna del Correteo.



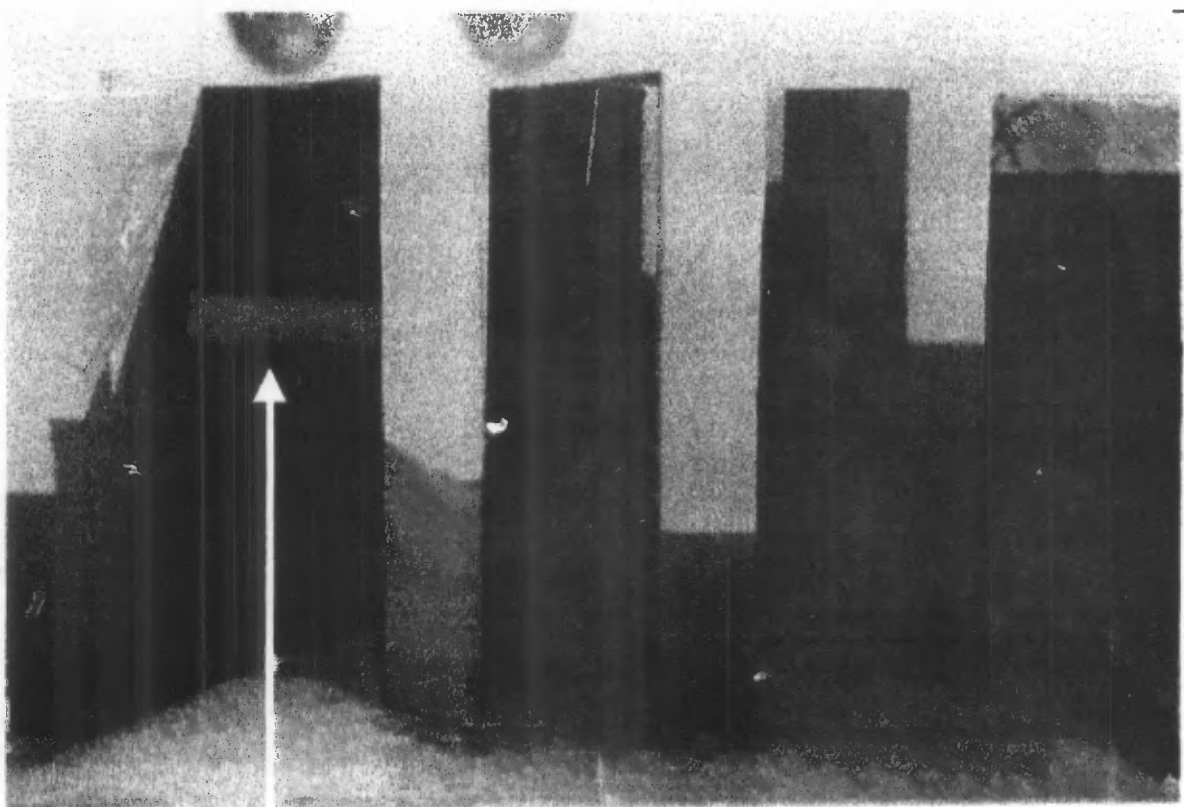
Vista Externa del Correteo.



11.8 APENDICE H

El Decantador

Este es el corazón del beneficio potencialmente ecológico ya que este es el encargado de bombear el agua para todo el proceso de beneficiado, y a su vez el agua utilizada cae por gravedad a esta fosa de captación, en donde se sedimentan las partículas grandes y las pequeñas son coladas a través de cedazos. Una vez terminada la operación el agua que se almacena en el decantador es liberada hacia las fosas de oxidación.



Salida de agua hacia bomba de recirculación.

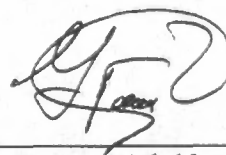
Doctor
Ariel Ortíz
Director de IIA
Facultad de Agronomía

Dr. Ortiz:

Respetuosamente me dirijo a usted y de acuerdo con las normas del programa extraordinario de realización de tesis de grado, he procedido a asesorar y revisar el trabajo de tesis presentado por el estudiante Jorge Estuardo Alfaro T., carné No. 78-00275, como requisito previo para graduarse como Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola.

Considero que dicho trabajo llena los requisitos exigidos para ser aprobado como tal, agradeciéndole la atención que se sirva tomar a la presente.

Sin otro particular, atentamente:



Ing. Agr. Gustavo Adolfo Tovar R.
Colegiado No. 568

Doctor
Ariel Ortiz
Director de IIA
Facultad de Agronomía

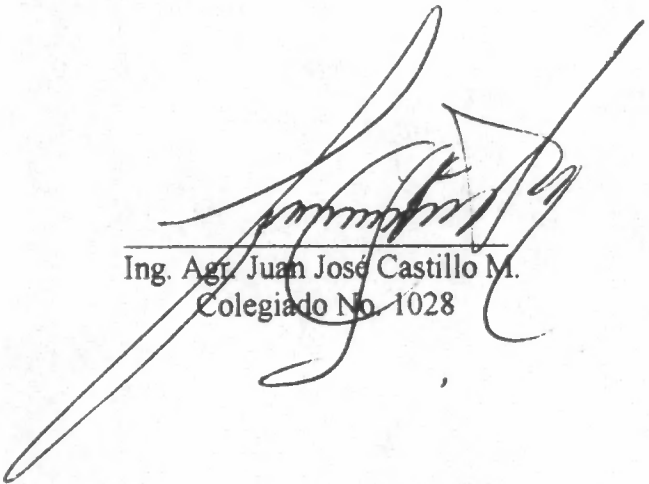
Dr. Ortiz:

De manera atenta y de acuerdo con las normas del programa extraordinario de realización de tesis de grado, he procedido a asesorar y revisar el trabajo de tesis presentado por el estudiante Jorge Estuardo Alfaro Tovar, carné No. 78-00275, como requisito previo para graduarse como Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola.

Dicho trabajo considero llena los requisitos para ser aprobado como tal.

Agradeciéndole la atención que se sirva prestar a la presente, sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,



Ing. Agr. Juan José Castillo M.
Colegiado No. 1028



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

DOCUMENTO DE GRADUACION: "PRODUCCION DE CAFE ESTRICTAMENTE DURO, MANTENIENDO LA CALIDAD EN EL BENEFICIADO HUMEDO SIN CONTAMINAR EL AMBIENTE"

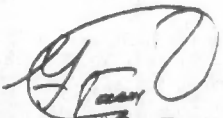
DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE: JORGE ESTUARDO ALFARO TOVAR.

CARNE No. 78-00275.

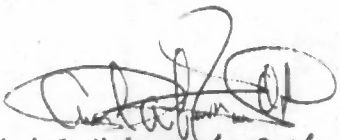
HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES:

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Tovar R. e Ing. Agr. Juan José Castillo Mont.

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, enmarcados en el "PROGRAMA EXTRAORDINARIO PARA LA REALIZACION DE TESIS DE GRADO PARA LA CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO; Aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Agronomía, según el Punto Cuarto del Acta No. 43-98 de Sesión celebrada el 17 de septiembre de 1998.


Ing. Agr. Gustavo Adolfo Tovar R.
A S E S O R



Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
A S E S O R


Dr. Ariel Abderramán Ortiz López



AAOL/Oscar E.
cc. Archivo
Control Académico.

IMPRIMADO


Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
D E C A N O

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794

e-mail: llusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>