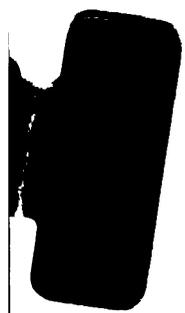




# SEMINARIO REGIONAL DE CONSULTA SOBRE SITUACION ACTUAL DEL BENEFICIADO DE CAFE: REVISION Y AVANCES TECNOLOGICOS DEL PROCESO

CICAFE, HEREDIA, COSTA RICA,  
Diciembre de 1998

## MEMORIA



**INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION  
PARA LA AGRICULTURA  
IICA**

**PROGRAMA COOPERATIVO REGIONAL PARA EL DESARROLLO  
TECNOLOGICO Y MODERNIZACION DE LA CAFICULTURA EN  
CENTROAMERICA, REPUBLICA DOMINICANA Y JAMAICA -  
PROMECAFE**

IICA  
BIBLIOTECA VENEZUELA  
29 NOV. 2007

BIBLIOTECA VENEZUELA  
8 JUN 1999  
RECIBIDO

**SEMINARIO REGIONAL DE CONSULTA SOBRE  
SITUACION ACTUAL DEL BENEFICIADO DE CAFÉ:  
REVISION Y AVANCES TECNOLOGICOS DEL PROCESO.  
MEMORIA.**

**CICAFE - HEREDIA, COSTA RICA  
Diciembre 1998**

**INSTITUTO DEL CAFÉ DE COSTA RICA  
ICAFE**

**IICA/PROMECAFE,  
Tegucigalpa, Honduras**

**Febrero 1999**



**TITULO: "Seminario Regional de Consulta sobre Situación Actual del Beneficiario de Café: Revisión y Avances Tecnológicos del Proceso" Memoria. CICAFFE. Heredia, Costa Rica. Diciembre 1998.**

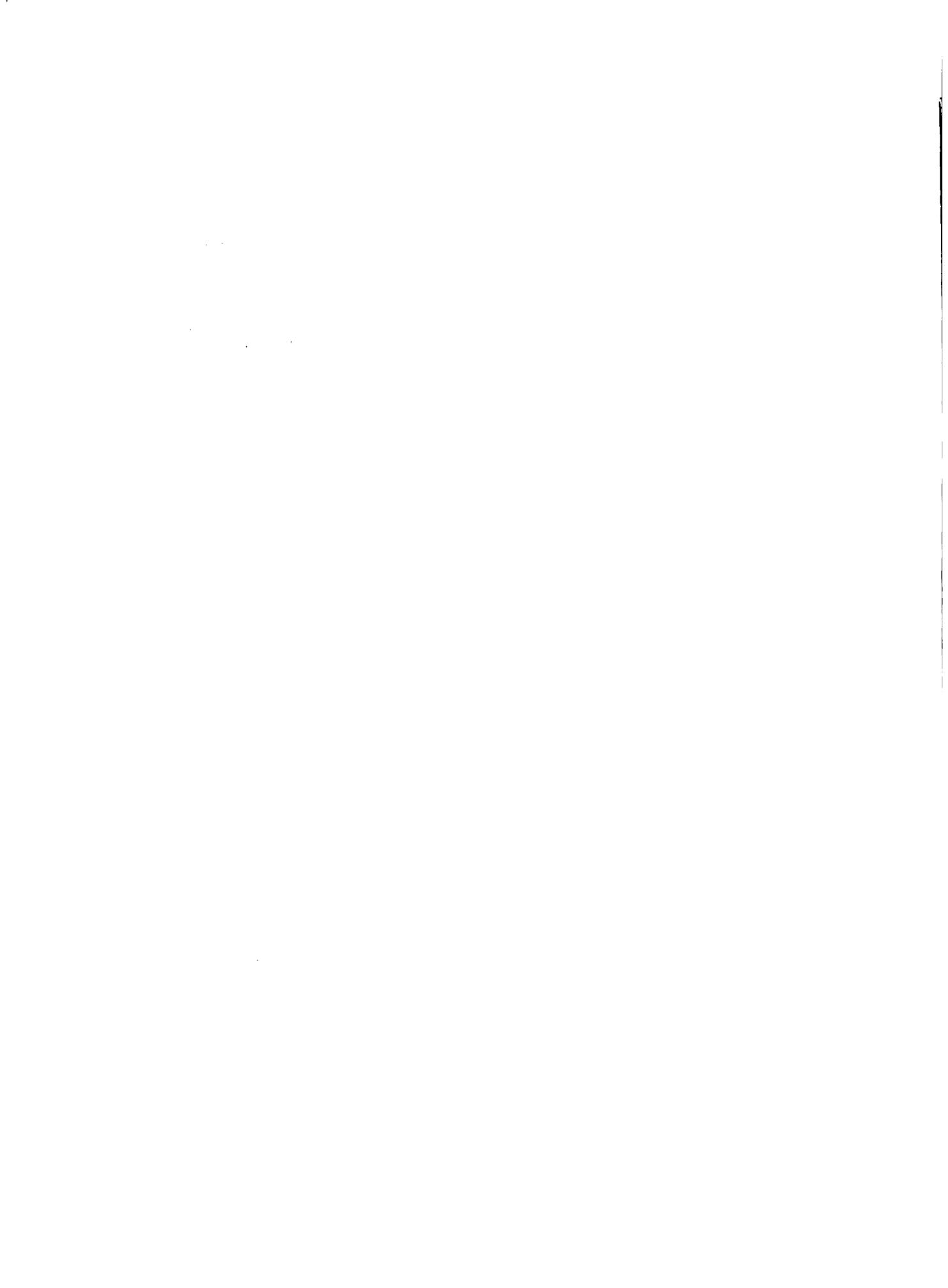
**Serie de ponencias, resultados y recomendaciones de eventos técnicos.**

**A1/HN-99-002  
ISSN-0253-4746  
Tegucigalpa, Honduras  
Abril, 1999**

**Las ideas y planteamientos de las conferencias y artículos técnicos presentados en esta memoria, son propias de los autores y no necesariamente representan el criterio del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA y el PROMECAFE. Todos los documentos contenidos son fotocopias, con el estilo y formato original de los expositores o autores participantes en el Seminario. Los contenidos en este documento pueden ser citados o copiados textualmente, dando el crédito correspondiente a los autores individuales y al PROMECAFE.**

**Editor: Edgar L. Ibarra. IICA/PROMECAFE, Apartado 1410. Tegucigalpa, Honduras. Tel. (504) 232-8406, Fax (504) 232-8195.**

**Tiraje inicial: 100 ejemplares.**



# CONTENIDO

Página

**Presentación**

**Objetivos y Programa del Seminario**

**Motivación**

## PRIMERA PARTE

### 1. Situación del Beneficiado de Café en los Países

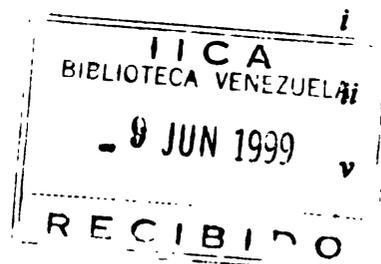
1.1 Situación en Guatemala	2
1.2 Situación el El Salvador	23
1.3 Situación en Honduras	67
1.4 Situación en Nicaragua	76
1.5 Descontaminación de las Aguas Residuales del Café en Costa Rica.	88
1.6 Síntesis de la Situación en República Dominicana	110
1.7 Coffee Pulper..., The Jamaican Experience	117

### 2. Conclusiones y Recomendaciones del Seminario 125

## SEGUNDA PARTE

### 3. Disertaciones Sobre Avances Tecnológicos en el Beneficiado de Café

3.1 Aspectos Conceptuales sobre la Calidad del Café Rodrigo Cleves S.	133
3.2 Secamiento del Café. Rodrigo Cleves S.	142
3.3 El Comercio Internacional del Café y sus Perspectivas. Patrice Gautier	169
3.4 Proyecto BID/UCAFES/Grano de Oro/ATI. Víctor Mencía	177
3.5 Participantes en el Seminario	187





## **PRESENTACION**

La primera parte de esta memoria contiene las presentaciones sobre la situación actual del beneficiado de café en cada país miembro del PROMECAFE, con indicación de los problemas relevantes y consideraciones sobre los aspectos ambientales relacionadas con las plantas de beneficiado. Concluye esta parte con las conclusiones y recomendaciones de los participantes sobre este tema, todo lo cual provee información básica para el diseño de estrategias y acciones concretas para el mejoramiento del beneficiado de café a nivel regional y en cada uno de los países, tal como era uno de los propósitos principales del seminario regional de consulta.

La segunda parte presenta las disertaciones de destacados especialistas en beneficiado y comercialización de café; los Ingeniero Rodrigo Cleves, Víctor Mencía, Rolando Vásquez y Patrice Gautier, abordaron estos temas para provocar una apreciación y discusión de los avances tecnológicos, los aspectos de reconversión hacia un beneficiado "limpio" y la situación del mercado de café.

En la realización de este evento organizado por PROMECAFE se reconoce la amplia colaboración recibida del Instituto del Café de Costa Rica, ICAFE, anfitrión del evento realizado en las instalaciones del Centro de Investigación del Café, CICAPE, en Heredia, a través de su Director Ejecutivo Ingeniero Guillermo Canet y del Ingeniero Sergio Rojas Jenkins, Gerente Técnico del Centro, quienes brindaron todo el apoyo logístico correspondiente. Así también se reconoce la participación del Ingeniero Rodrigo Cleves, Consultor quien tuvo a su cargo la conducción del seminario, del Ing. Edgar L. Ibarra Coordinador por parte de PROMECAFE; y del Ing. Oscar Echeverría, fabricante de equipo de secado de café en Costa Rica, por sus atenciones en la gira de campo que efectuaron los participantes en el Seminario.

Tegucigalpa, diciembre de 1998.

**J. R. Hernández**  
Secretario Ejecutivo PROMECAFE



## **Seminario Regional de Consulta Sobre Situación Actual del Beneficiado de Café: Revisión y Avances Tecnológicos del Proceso.**

- Fecha:** Del 01 al 5 de diciembre 1998
- Duración:** Cuatro días hábiles
- Lugar:** CICAFAE, Heredia, Costa Rica
- Dirigido a:** Funcionarios y Técnicos Responsables de Programas o Proyectos de Beneficiado de los Institutos Cafeteros Miembros del PROMECAFE.

### **OBJETIVOS**

1. Presentar y discutir los últimos avances tecnológicos en el beneficiado húmedo y seco del café; con especial referencia a calidad y protección ambiental.
2. Presentar y discutir la situación actual del beneficiado de café en cada país de PROMECAFE en cuanto a tecnologías y tipología del beneficiado en fincas o centralizado, problemas de calidad del café y de protección ambiental.
3. Ofrecer recomendaciones generales a los institutos cafeteros de la región y al PROMECAFE, sobre líneas de acción para promover la solución de problemas destacados en la situación actual.

### **Guía para la presentación de Situación del Beneficiado en los Países.**

Los delegados de cada país deberán preparar y traer por escrito al Seminario (o en diskette) una síntesis de la situación general y aspectos relevantes del beneficiado en su país, conforme a los siguientes lineamientos:

1. Beneficiado húmedo: Centralización, sistema de acopio de café cereza y comercialización interna.  
Distribución y número de beneficios centrales según capacidad operativa (por día y total). Tipología de los beneficios centrales, en cuanto a diseño, equipo y operación.  
Beneficiado en fincas: Distribución, número en el país, tipología según diseño, equipo y capacidad operativa.
2. Problemas importantes en el beneficiado húmedo y secamiento tanto del centralizado como en el de fincas, en relación con conservación de la calidad física e inherente del café, eficacia operativa del diseño y el equipo, utilización del agua y



recursos energéticos, valoración y utilización de los subproductos y contaminación ambiental.

3. Situación general sobre legislación y normatividad ambiental y de salud pública en relación al beneficiado del café. Problemas actuales y soluciones en perspectiva.
4. Beneficiado Seco: Centralización de beneficiado seco, número de beneficios, capacidades de operación, relaciones en la comercialización interna y la exportación de café. Tecnología de los beneficios, diseño, equipos y operación.
5. Problemas importantes en el beneficiado seco en cuanto a diseño, equipamiento, eficiencia operativa, calidades del café y utilización de energía.

## **Propuesta de Programa**

### **Día 1**

09:00 – 12:30

- Inauguración del Seminario por el Director Ejecutivo del ICAFE-Costa Rica o su Representante.
- Objetivos y expectativas del Seminario, Disertación sobre aspectos agronómicos relacionados con la Calidad del Café  
Ing. Rodrigo Cleves S. Consultor.
- Disertación sobre últimos avances tecnológicos. I parte: Beneficiado Húmedo. Discusión, preguntas y respuestas.  
Ingeniero Adolfo Barrios-ANACAFE

14:00 – 17:30

- Presentación de la situación actual del beneficiado. Caso de Guatemala, El Salvador y Honduras. Discusión, preguntas y respuestas.

### **Día 2**

08:00 – 12:30

- Visita a un Beneficio de Café en el Valle Central.

14:30 – 17:30

- Presentaciones de situación actual en los países de PROMECAFE. Casos de Jamaica y República Dominicana. Discusión, preguntas y respuestas.
- Disertación sobre utilización y calidad de agua utilizada en beneficiado de café.  
Ing. Albino Rodríguez. CICAFAE



### Día 3

08:00 – 12:30

- **Disertación sobre requisitos de calidad, tendencias del mercado y del consumo, según tipos y calidades. Discusión, preguntas y respuestas.**  
Ing. Patrice Gautier-ATI, Washington-El Salvador
- **Disertación sobre últimos avances tecnológicos II parte: Secamiento del Café. Discusión, preguntas y respuestas.**  
Ing. Rodrigo Cleves S. Consultor

4:00 – 17:30

- **Disertación sobre avances tecnológicos aplicados al diseño y operación de plantas de beneficiado de cooperativas de productores, alternativas apropiadas para diversas escalas de capacidad.**  
Ingeniero Víctor Mencía, ATI, Washington-El Salvador
- **Disertación sobre últimos avances tecnológicos. III parte: Beneficiado seco, preparación para la exportación.**  
Ingenieros Víctor Mencía-ATI, Washington-El Salvador.
- **Disertación sobre legislación y normatividad en aspectos ambientales y de salud pública, relativas al beneficiado de café; casos de Guatemala y Costa Rica. Preguntas y respuestas.**  
Ingeniero Adolfo Barrios-ANACAFE, Ing. Rolando Vásquez Morera-Empresa Privada-Costa Rica

### Día 4

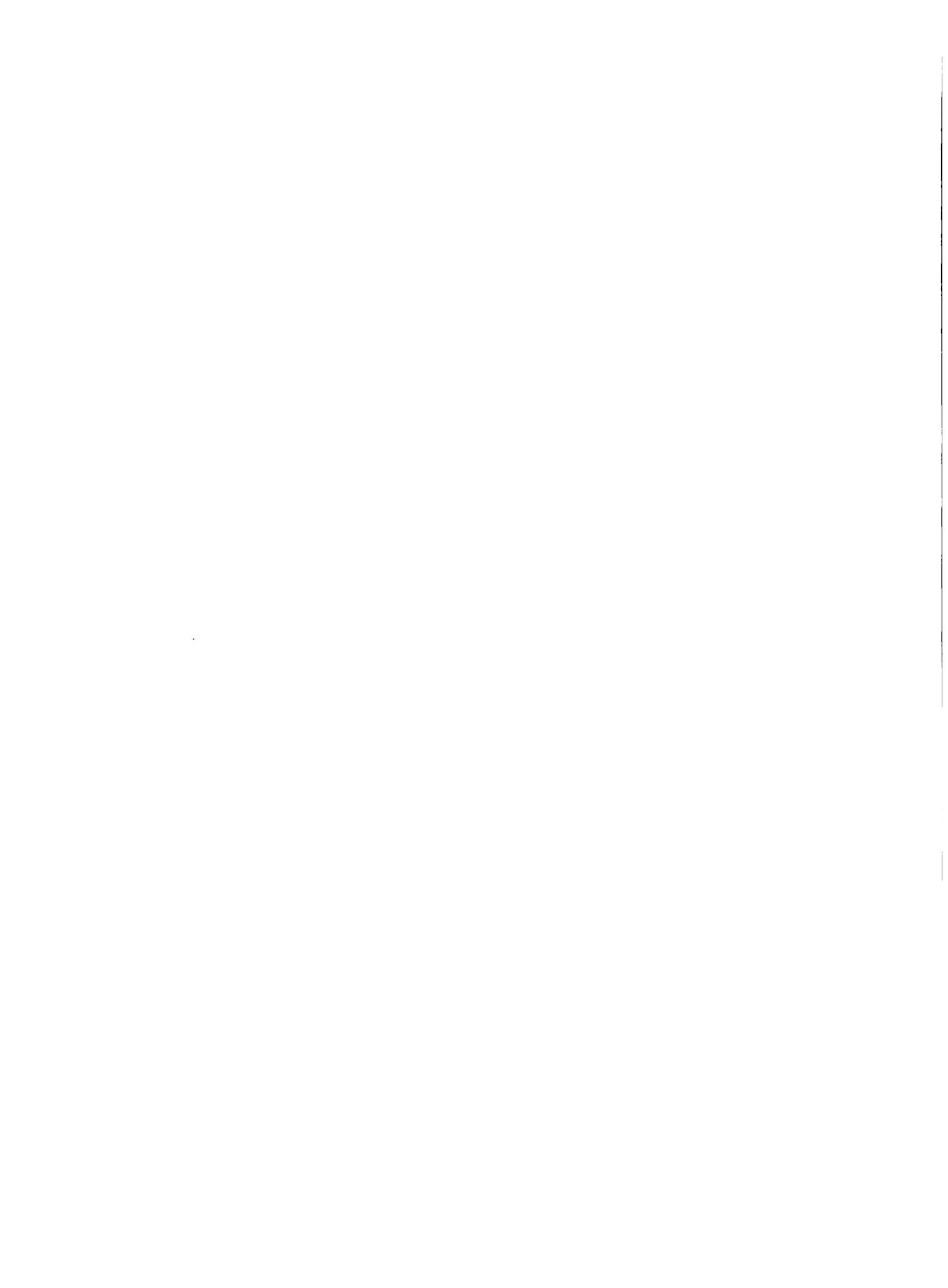
08:00 – 12:30

- **Presentación de situación actual del beneficiado. Casos de Nicaragua y Costa Rica. Discusión, preguntas y respuestas.**
- **Discusión grupal sobre últimos adelantos y situación actual en los países.**

14:00 – 17:00

- **Plenaria sobre resultados de la discusión grupal. Presentación de conclusiones y recomendaciones.**
- **Clausura del Seminario por Ing. Guillermo Canet B., Director Ejecutivo, ICAFE, o su Representante.**

Coordinador facilitador del Seminario de Consulta: Ing. Rodrigo Cleves-Costa Rica



# **PROMECAFE**

## **Seminario Regional de Consulta Sobre la Situación Actual del Beneficiado de Café**

San José, Costa Rica  
Diciembre 1998

### ***Motivación***

Los países del área de Centro América y el Caribe tienen como su principal fuente de recursos la agricultura.

Dentro de esta vocación agrícola se destaca el cultivo e industrialización del café, que genera importante ingreso de divisas en la mayoría de ellos.

La situación actual de alta competitividad y de economía globalizada exige a nuestro beneficiador a procesar y comercializar eficientemente su café, conservando su calidad.

Debemos tener presente que en el beneficio se puede y se debe mantener la calidad intrínseca del grano, pero que no es posible mejorarla.

Por otro lado, el empresario debe afrontar el compromiso y deber moral con el entorno del que subsiste, de conservar inalterados sus recursos de agua, suelo y vegetación con que Dios nos bendijo.

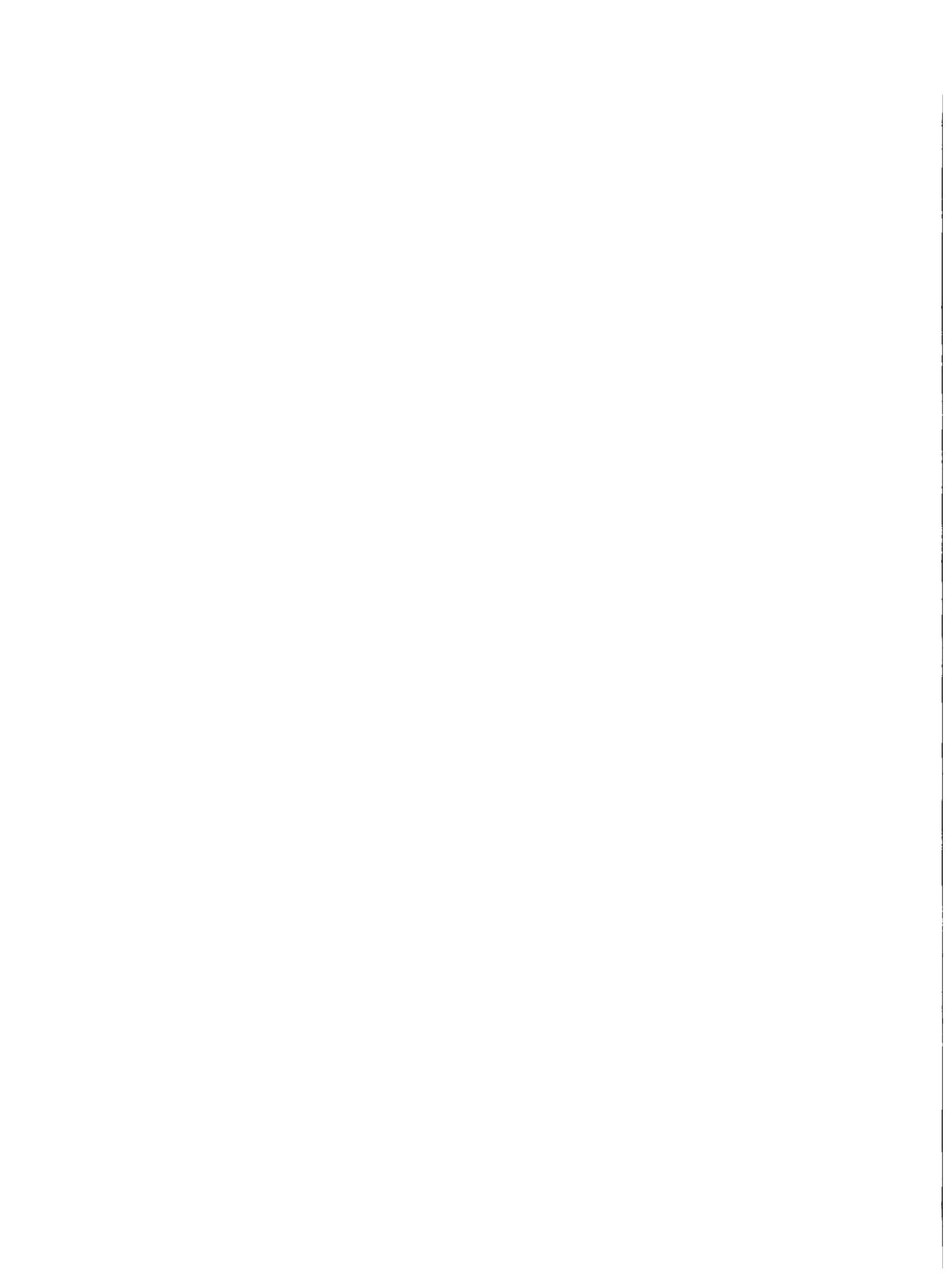
Nuestra caficultura, en general, se ha caracterizado por un acelerado incremento de la productividad, en las últimas décadas, consecuencia de la alta tecnología desarrollada, que lamentablemente no abarca todos los países del área.

El beneficiado en cambio, no evolucionó paralelamente al mismo ritmo, y los empresarios se han visto forzados a renovar esfuerzos, orientados a lograr eficiencia y economía de energía eléctrica, agua, combustibles, mano de obra, etc.

**EL SEMINARIO REGIONAL DE CONSULTA SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL BENEFICIADO DE CAFÉ QUE HOY AUSPICIA PROMECAFE, aspira a dar un renovado impulso para llenar esos vacíos y cumplir esos objetivos.**

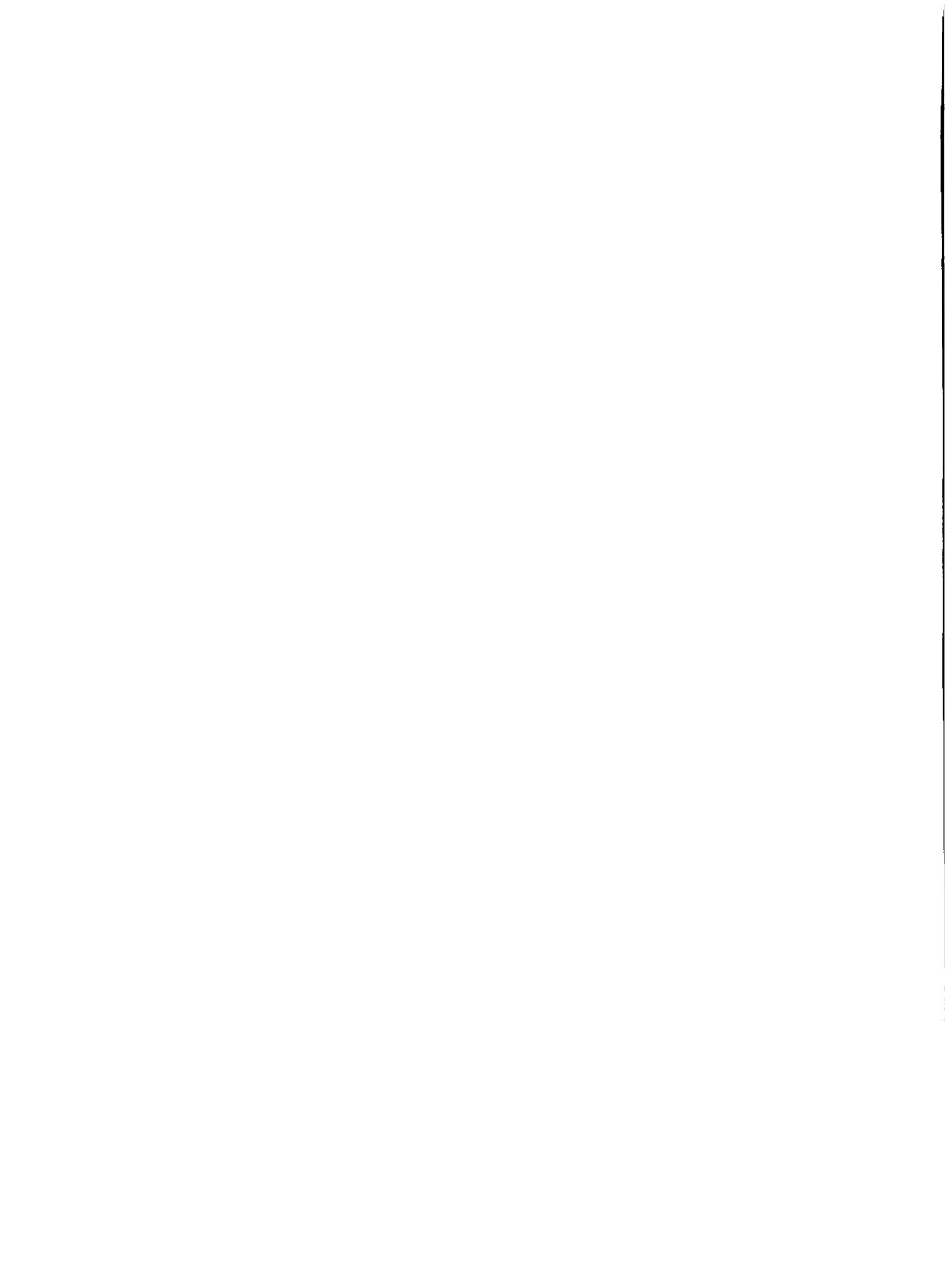
A lo largo de este seminario surgirán valiosas ideas y se diagnosticarán deficiencias. Su análisis permitirá la búsqueda de soluciones y recomendaciones para nuestros organismos y entidades cafetaleras, que se traduzcan en prosperidad y bienestar para nuestros pueblos.

Ing. Rodrigo Cléves S.  
Coordinador

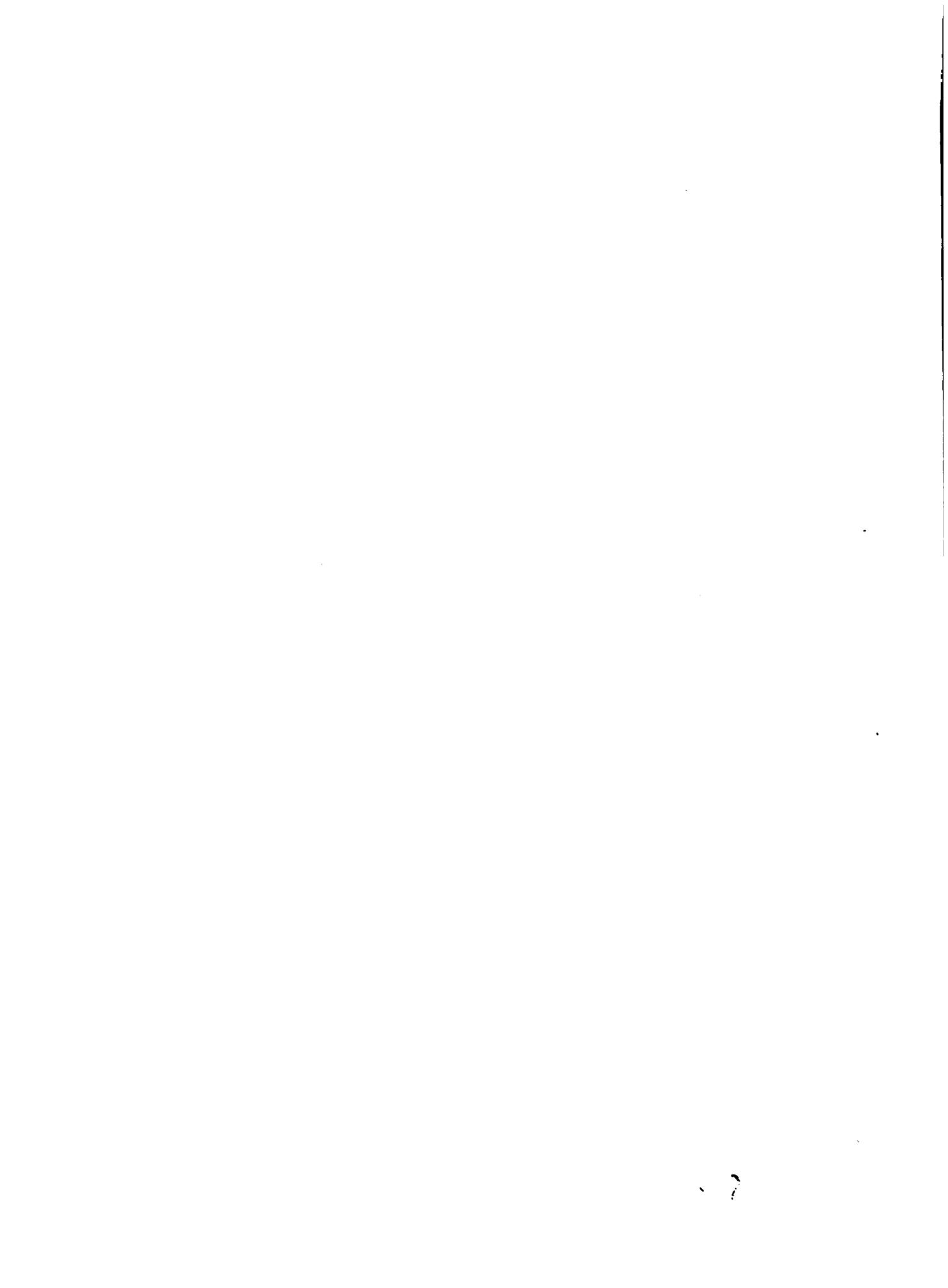


## **PRIMERA PARTE**

- 1. SITUACION ACTUAL DEL BENEFICIADO DE CAFÉ EN LOS PAISES DE LA REGION DE PROMECAFE; CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL SEMINARIO**



**1.1 SITUACION TECNOLOGICA Y AMBIENTAL  
DEL BENEFICIADO HUMEDO DE CAFÉ EN  
GUATEMALA**



# SITUACION Y AVANCES EN EL BENEFICIADO HUMEDO DEL CAFÉ EN GUATEMALA

Adolfo Barrios<sup>1</sup>

## INTRODUCCION:

Guatemala cuenta con aproximadamente 4.145 beneficios húmedos en fincas, de diferentes tipo (tradicionales, semitecnificados, tecnificados, comerciales) y además aprox. 12,000 beneficios artesanales, los cuales se encuentran distribuidos en siete regiones cafetaleras en las que está dividido el país. Estos procesan alrededor de 32.6 millones de qq de café maduro, (5.8 millones de qq café oro), enfrentando un problema ambiental generado por el mal manejo de los subproductos, debido a varios factores.

En el sistema de acopio de café cereza y comercialización interna en Guatemala se identifican varios canales de comercialización:

- 1.- Productor (maduro).....Intermediario.....Beneficiador...Esportador
- 2.- Productor (maduro).....Intermediario.....Beneficiador/Exportador
- 3.- Productor/Beneficiador.....Exportador.

La centralización del acopio del café no es representativa, debido a que la mayoría de unidades productivas, poseen instalaciones de procesamiento de café. Los beneficios de finca de mayor capacidad, procesan alrededor de 2,000 qq maduro/día. Los pocos beneficios comerciales procesan alrededor de 10,000 qq maduro/día cada uno.

Anacafé como institución rectora de la caficultura a nivel nacional, está generando programas de capacitación para concientizar al productor-beneficiador sobre la necesidad de cambios inminentes en los procesos tradicionales. Al mismo tiempo contempla un paquete tecnológico económicamente viable para manejar los subproductos, enfocando el desarrollo eficiente de las plantas de una manera agroindustrial, sin comprometer la calidad del producto final y preservando nuestros recursos.

Los retos del beneficiado húmedo, para reducir la contaminación, son de orden cultural, económico, tecnológico y legal, ya que las reconversiones de los sistemas tradicionales requieren una transformación de las instalaciones existentes, una adecuada planeación de las construcciones futuras y un uso y manejo eficaz de éstos. Haciendo un análisis de los factores que intervienen en la solución de esta problemática, podemos decir:

- 1.- Económicos: Este es uno de los que más influye, en la ejecución de los planes de reconversión y transformación de los beneficios por parte de los productores-beneficiadores, en virtud que el costo de la reconversión no está incluido en el costo del quintal de café producido.
- 2.- Culturales: Debido a una cultura conservadora, es difícil la aceptación del cambio por parte de los productores-beneficiadores.
- 3.- Legales: Existen convenios entre instituciones que norman la reconversión de los beneficios, pero se carecen de leyes para aplicar y cumplir estos convenios.

---

<sup>1</sup> Ing. Mec. Area de Post-cosecha. ANACAFE, Guatemala

4. **Técnicos:** Existen pocos técnicos y especialistas con criterio imparcial, que puedan implementar estudios de reingeniería tanto en el proceso, como en la fabricación de equipo y maquinaria.

De manera general el beneficiado debe mimizar el impacto de la contaminación ambiental. El desafío tecnológico del área es crear diseños que satisfagan todos los planteamientos y necesidades generadas por los usuarios demostrando que los beneficios con tecnologías limpias son una opción rentable.

Un buen porcentaje de productores-beneficiadores están conscientes de la problemática, sin embargo en la reconversión de los beneficios húmedos resaltan dos características o condicionantes que deben de satisfacerse, la primera es que se cumpla con el costo de la inversión y que el mismo pueda retornar al inversionista en un tiempo económicamente satisfactorio, y la segunda es que pueda ser adaptable a todas las exigencias de cambio y evolución de la tecnología del proceso y sobre los niveles de contaminación a manejar en el uso de los subproductos del beneficiado de acuerdo a las leyes ambientales.

Al analizar los elementos de infraestructura en la construcción de un beneficio, o la reconversión de uno ya existente, se deben resolver necesidades y requerimientos de ejecución. Los elementos que deben de analizarse son:

1. Factibilidad Técnico-Económica
2. Accesibilidad.
3. Disponibilidad y uso de las fuentes de agua.
4. Topografía del terreno.
5. Fuentes de energía.
6. Definición de las fases de beneficiado para la aplicación de la tecnología.
7. Capacidad instalada.
8. Disposición de los subproductos del beneficiado.
9. Condiciones climáticas.
10. Altura sobre el nivel del mar.
11. Disponibilidad de materiales de construcción y equipo.
12. Disponibilidad de talleres de herrería y mecánica.
13. Disponibilidad de mano de obra calificada.

El primer elemento de análisis, permitirá efectuar una inversión de infraestructura de beneficiado, que produzca café de alta calidad, propiciando que los responsables de la inversión participen en un proceso de economía sostenible, a través de una presencia competitiva en el mercado interno, y que complemente la oferta del producto a nivel externo.

## **CARACTERIZACION DEL PARQUE DE BENEFICIOS HUMEDOS.**

Se tipifican los beneficios y las mejoras tecnológicas incorporadas para minimizar los volúmenes de agua utilizados en el proceso de beneficiado húmedo y el tratamiento y disposición final de los subproductos. El parque de beneficios en el país puede dividirse en 5 grandes grupos: 1) Beneficio tradicional, 2) Semi-tecnificado, 3) Tecnificado, 4) Artesanal y 5) Comercial.

## **BENEFICIO TRADICIONAL.**

Este beneficio fue construido a finales del siglo pasado. Generalmente se encuentran ubicados en lugares que presentan una red hídrica con bastante caudal. Su característica principal es que debido a su diseño requieren para su operación grandes volúmenes de agua para el procesamiento del grano. Se estima que estos beneficios utilizan alrededor de 2,000 a 3,000 litros de agua por quintal de café oro procesado. El recibo del café maduro se realiza utilizando grandes tanques de agua. La maquinaria y equipo es obsoleto, el transporte de pulpa es hidráulico, no existe recirculación del agua. En resumen es un sistema abierto donde los caudales de entrada y salida son prácticamente iguales, el caudal de salida va directamente al cuerpo receptor arrastrando pulpa y mieles, considerados para este tipo de beneficios como desperdicios.

## **BENEFICIO SEMITECNIFICADO.**

Las mejoras que ha sufrido el proceso de beneficiado tradicional hacia este sistema, están basadas principalmente en minimizar los volúmenes de agua utilizados por medio del proceso de recirculación de las mismas, logrando una disminución hasta en un 50%. Otro aporte significativo ha sido la inclusión de lavadoras y desmucilagadoras mecánicas al sistema. Los subproductos son manejados con tratamientos físicos primarios, separando el agua que transporta la pulpa e incorporándola al sistema de recirculación, la pulpa es utilizada como abono orgánico por medio de un compostaje rústico. El agua servida en muchos de los casos es tirada a los ríos.

## **BENEFICIO TECNIFICADO.**

El desarrollo tecnológico ha permitido crear sistemas que tienden a minimizar aun mas la cantidad de agua a utilizar, reduciendo los volúmenes hasta en un 90 % en comparación con el proceso del beneficiado tradicional, la idea primordial es la reingeniería del proceso, al reconvertir la infraestructura y equipo tradicional hacia tecnología que minimice el impacto de la contaminación ambiental. Para ello se han adoptado las siguientes medidas a nivel de proceso:

1. Incorporación del recibo semiseco o totalmente seco
2. Reducción de los volúmenes de tanques sifones hasta  $\frac{1}{4}$  de su capacidad original- Implementación de los tanques sifones de bajo volumen de agua y clasificación continua.
3. Diseño e implementación de despulpadores que realicen el trabajo en seco.
4. Alimentación mecánica por medio de tornillos helicoidales del café maduro hacia los despulpadores en seco.
5. Traslado mecánico de la pulpa por medio de bandas y/o tornillo helicoidales.
6. Reciclaje de las aguas en las etapas de despulpado, clasificación y lavado.
7. Lavado mecánico del café para agilizar los procesos.
8. Incorporación del tanque recolector decantador para un tratamiento primario de decantación del agua residual.
9. Filtración de sólidos suspendidos mayores por medio de materiales granulares.
10. Floculación y sedimentación de sólidos suspendidos menores, por medio agentes químicos.
11. Oxigenación mecánica del agua.
12. Disposición de los bajos volúmenes del agua residual en acequias de ladera, pozos de absorción y fosas de oxidación.
13. Evacuación de los volúmenes de agua hacia otro lugar donde pueda tratarse si el nivel freático de la finca no lo permite.
14. Compostaje de la pulpa de café por medio de diferentes métodos. El transporte mecánico de la pulpa evita que la misma acumule más agua, permitiendo una descomposición más rápida, facilitando el transporte hacia el campo y minimizando la liberación de malos olores.

## **BENEFICIO ARTESANAL.**

Debido a los bajos volúmenes de cosecha del pequeño , el café es recolectado y procesado el mismo día en pulperos manuales, elaborados por el propio productor ( de madera) o bien de fabricación comercial, la fermentación y lavado se realiza en sacos de yute o nylon o en pilas de madera (canoas), finalizando el proceso con un secamiento al sol. En cuanto al tratamiento de subproductos, desde hace varios años se está capacitando al pequeño productor, para que la pulpa sea separada y utilizada como materia orgánica en almacigos y plantías, evitando la pérdida de este recurso y la contaminación que genera al tirarla a los zanjones.

## **BENEFICIO COMERCIAL.**

Estos beneficios encajan en cualquiera de tipos mencionados, exceptuando el artesanal. Los propietarios no son necesariamente productores de café, sino que pueden estar conformados por sociedades de compradores/exportadores. Debido a los grandes volúmenes de procesamiento, generan igualmente grandes cantidades de subproductos. Los beneficios comerciales en su mayoría no disponen de sistemas de tratamiento de los subproductos, siendo necesaria su reconversión gradual hacia sistemas que reduzcan el consumo de agua y faciliten el manejo de los subproductos.

Entre los problemas más comunes en el procesamiento del grano a todo nivel, se identifican los siguientes:

### **El corte del café:**

La diversidad de variedades y la dificultad de contar con mano de obra calificada, ha influido en un alto porcentaje de defectos en el corte, lo que afecta la calidad y la conversión del grano.

### **Capacidad instalada de los beneficios:**

Este es un factor determinante que influye negativamente en la calidad del grano, debido a la saturación en las diferentes etapas del proceso.

Se identifican dos de los principales problemas:

1. Eliminación del muscílago a través de la fermentación natural, debido a la falta de disponibilidad de pilas, diseño, falta de capacidad operativa del personal responsable de esta etapa.
2. El presecamiento y el secamiento del café, la falta de disponibilidad de patios de secamiento e inclemencias del clima, obligan en algunas regiones utilizar equipos mecánicos que deterioran la calidad del producto final y su rendimiento, por el uso de altas temperaturas.

## CONCLUSIONES

1. La tecnología implementada por la Asociación Nacional del Café tiene un alto porcentaje de aceptación por los productores beneficiadores, de tal manera que el 100% de los beneficios nuevos construidos manejan el paquete tecnológico recomendado.
2. La reconversión de los beneficios ya existentes, se ha venido realizando en forma gradual en las diferentes regiones cafetaleras del país; por los siguientes factores:
  - a) Requiere una inversión relativamente alta, que no está contemplada dentro del presupuesto de los productores. A esto se suma la escasez de financiamiento con tasas de intereses bajos, lo cual no facilita que se adopten nuevas tecnologías.
  - b) La falta de educación ambiental, es un obstáculo para que las nuevas tecnologías sean aplicadas adecuadamente. Debemos utilizar el concepto de que los beneficios tecnificados cuentan con un potencial ecológico, ya que en el hombre recae la responsabilidad final de hacer un buen uso y manejo de los sistemas y los subproductos.
3. Existe un número elevado de empresas dedicadas a la construcción y fabricación de maquinaria, que desconocen totalmente las normas legales vigentes en el país y no cuentan con un adecuado paquete tecnológico para contrarrestar el problema.

## RECOMENDACIONES

1. Paralelamente a una legislación ambiental que norme y controle la construcción y reconversión de los beneficios húmedos, se deberán buscar nuevas fuentes de financiamiento que hagan posible la introducción del paquete tecnológico así como también una asesoría técnica permanente.
2. Debido al alto costo que conlleva la reconversión de los beneficios tradicionales y que el cambio necesita un proceso de concientización, es necesario proponer ante las autoridades ambientales del país que la ejecución de las modificaciones a éstos, se realicen por etapas.
3. Los fabricantes de maquinaria deben de ser partícipes en este proceso, rediseñando sus equipos, de tal forma que la nueva tecnología propuesta debe ser un paquete integrado.
4. Es necesario plantear ante las autoridades educativas del país, que se incorpore en el pensum de estudios de las zonas cafetaleras, conocimientos básicos sobre la agroindustria del café tomando en cuenta que es el producto agrícola que más divisas genera.

# PROPUESTA DE PARÁMETROS DE DESCARGA DE AGUAS SERVIDAS DEL BENEFICIADO HÚMEDO DEL CAFÉ

## ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ -ANACAFE-

### 1. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país predominantemente productor de café, ubicado dentro del grupo de "Otros Suaves" cuya característica distintiva es el procesamiento del fruto por *Vía Húmeda*. Este sistema de trabajo le ha merecido un reconocimiento a nivel internacional por la calidad final del café, situándolo entre los mejores cafés del mundo, con una producción actual estimada de 5 millones de sacos de 46 kg de café oro, ocupando el 4to. lugar en volumen de producción de *Arábicas* a nivel mundial.

La actividad cafetalera aporta aproximadamente el 12% del producto interno bruto (PIB), generando un monto de divisas alrededor del 35%. Como generador de empleo proporciona trabajo directo permanente al 11% de la población económicamente activa (PEA) y empleo directo temporal al 12% de la PEA, en las diferentes regiones cafetaleras del país.

La construcción de beneficios húmedos ha sido dinámica, con mayor crecimiento en los últimos años, en la actualidad se estima un total de 16,145 unidades de beneficiado con diferentes capacidades y tecnologías, que van desde beneficios artesanales, pasando por los beneficios tradicionales, hasta llegar a los beneficios denominados Potencialmente Ecológicos, desarrollados de acuerdo a tecnología implementada por la ANACAFÉ.

El desarrollo de la infraestructura del beneficiado húmedo a nivel nacional ha conducido a una generación más dispersa de subproductos, dificultándose en consecuencia el control del proceso y/o tratamiento de los mismos.

El Sector cafetalero, representado por la Asociación Nacional del Café -ANACAFE-, está consciente de su responsabilidad en la problemática relacionada con los subproductos del beneficiado húmedo. Desde hace varios años se trabaja en sistemas de reducción de consumos de agua y mejoras de operación en los beneficios, bajando también el consumo de energía. En este documento se presenta la propuesta de parámetros de la descarga de aguas servidas, así como diferentes alternativas tecnológicas factibles de realizar en diferentes períodos de tiempo, tomando en cuenta los costos para el productor y la necesidad de efectuar investigaciones complementarias para tales fines.

## 2. PARQUE DE BENEFICIOS HÚMEDOS

Se tipifican los beneficios y las mejoras tecnológicas incorporadas para minimizar los volúmenes de agua utilizados en el proceso del beneficiado húmedo y el tratamiento y disposición final de los subproductos.

El parque de beneficios en el país puede dividirse en 5 grandes grupos: 1) Beneficio Tradicional, 2) Semi-tecnificado, 3) Tecnificado, 4) Artesanal y 5) Comercial.

### 2.1 ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE BENEFICIOS

El parque de Beneficios Húmedos es aproximadamente de 16,145 unidades operando en el país, distribuidos en las categorías mencionadas. Estos realizan sus operaciones entre los meses de julio a abril, dependiendo de la altitud sobre el nivel del mar donde se encuentre ubicada la finca. El cuadro 1 muestra el número de beneficios y el porcentaje que cada tipo representa.

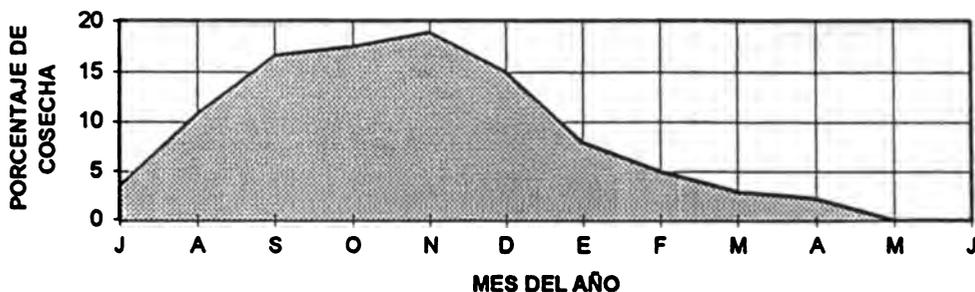
CUADRO 1. NÚMERO DE BENEFICIOS

NUMERO ESTIMADO DE BENEFICIOS POR TIPO					
	TRADICIONAL	SEMITECNIFICADO	TECNIFICADO	ARTESANAL	COMERCIAL
No	3094	619	412	12000	20
%	19.16	3.83	2.55	74.33	0.13

La figura 1 muestra la distribución de la cosecha a lo largo del año para toda el área cafetalera y en consecuencia, de la operación del proceso de beneficiado húmedo del café. A nivel de finca individual la duración de la cosecha es de 3 - 4 meses en promedio.

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE LA COSECHA

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LA COSECHA DE CAFE POR AÑO



### **3. CARACTERIZACIÓN DE LOS TIPOS DE BENEFICIO HÚMEDO**

#### **3.1 BENEFICIO TRADICIONAL**

##### **3.1.1 UBICACION GEOGRAFICA**

Este tipo de beneficio fue construido a finales del siglo pasado. Generalmente se encuentran ubicados en lugares que presentan una red hídrica con bastante caudal, situados en la parte norte del país (Alta y Baja Verapáz), costa Sur específicamente en los departamentos de Suchitepéquez y Retalhuleu, en la región Occidental departamentos de San Marcos y Quetzaltenango. Su característica principal es que debido a su diseño requieren para su operación grandes volúmenes de agua, utilizada tanto para el procesamiento del grano como para la generación de energía hidráulica de operación. Se estima que estos beneficios utilizan alrededor de 2,000 a 3,000 litros de agua para procesar un quintal de café pergamino seco (80 lbs. de café oro).

##### **3.1.2 FASES DEL PROCESO**

###### **3.1.2.1 RECIBO Y CLASIFICACION DE CAFE MADURO**

El recibo del café y su clasificación se realiza por medio de tanques con agua bajo el principio de vasos comunicantes (sifón), con capacidades promedio de 40 a 50 mts<sup>3</sup> de volumen de agua. Estos depósitos requieren de un caudal constante de agua a manera de mantener su volumen y poder así clasificar el café maduro por medio del principio de flotación o densidad. Con esto se logra una segunda clasificación ya que la primera se realiza en el campo por medio del corte. La segunda clasificación consiste en separar los granos que por su menor densidad flotan, por causa de plagas y enfermedades del café. Al mismo tiempo en este tanque, puede rescatarse el grano vano que flota por tener un pergamino vacío y que es considerado un grano de primera calidad, este rescate se hace a través de un sistema de cribado mecánico, donde se logra recuperar por su mayor tamaño e incorporarlo al café de primera.

###### **3.1.2.2 DESPULPADO**

La operación consiste en eliminar la cáscara o pulpa del grano de café, ésta se facilita por la acción lubricante de la miel o mucílago que envuelve al grano con su pergamino. En este tipo de beneficios, se utilizan pulperos pecho de hierro, pecho de hule, etc. de diseño antiguo que utilizan grandes cantidades de agua para el despulpado, así como el transporte de la pulpa. En algunos casos la pulpa es almacenada en fosas, separando previamente el agua.

### **3.1.2.3 CLASIFICACION DEL CAFÉ DESPULPADO**

Esta fase se realiza utilizando zarandas oscilantes y/o depósitos con agua, para provocar la clasificación del grano por tamaño y por densidad respectivamente. El objetivo es separar granos con pulpa adherida, granos verdes, granos pequeños que por su tamaño y consistencia pasan en los pulperos, pero no en las zarandas, ni en las cribas. Este fruto va al pulpero repasador, en donde es posible rescatar granos de primera calidad.

### **3.1.2.4 FERMENTACION DEL GRANO**

El mucilago del café después del proceso de despulpado se encuentra en un estado insoluble por lo que debe someterse a una fermentación natural a manera de degradarlo y lograr la separación del grano, esta etapa se lleva a cabo en tanques rectangulares de concreto y el tiempo de retención en estos tanques dependerá de factores ambientales tales como temperatura y altitud sobre el nivel del mar. Esta etapa es sumamente importante para la preservación de la calidad del café de exportación.

### **3.1.2.5 EL LAVADO Y LA CLASIFICACIÓN**

Después de la fermentación del mucilago, la siguiente etapa consiste en adicionar agua limpia al proceso con la finalidad de eliminar el mucilago fermentado, de igual manera para la clasificación por densidad del grano en un canal de correteo, dicha operación se realiza en forma manual.

### **3.1.2.6 TRATAMIENTO DE SUBPRODUCTOS**

En este tipo de beneficios la pulpa es transportada hidráulicamente hacia fosas de almacenamiento, en donde puede separarse el agua que sirve como vehículo por medio de un adelio y vertirla sin pulpa hacia cárcavas o zanjones naturales, dentro de las fincas. El caso extremo a evitar, es que ambos subproductos vayan directamente hacia el cuerpo receptor. El agua proveniente del proceso de lavado y clasificación es generalmente canalizada con el agua de despulpado siguiendo el camino anterior. En el caso de los beneficios tradicionales la carga contaminante se reduce por dilución, debido a los altos volúmenes de agua utilizada en el proceso.

## **3.2 BENEFICIO SEMITECNIFICADO**

### **3.2.1 UBICACION GEOGRAFICA**

Este tipo de beneficios se ubica de manera general, cercano a una fuente de abastecimiento de agua, funcionando bajo sistemas de un beneficio tradicional, incorporando gradualmente procesos de reconversión. Su localización se da en toda el área cafetalera.

### **3.2.2 MEJORAS EN EL PROCESO**

Las mejoras que ha sufrido el proceso del beneficiado tradicional hacia este sistema, están basadas principalmente en minimizar los volúmenes de agua utilizados por medio del proceso de recirculación de las mismas, logrando una disminución hasta en un 50%. Otro aporte significativo ha sido la inclusión de lavadoras y desmucilagadoras mecánicas al sistema.

### **3.2.3 TRATAMIENTO DE SUBPRODUCTOS**

Los subproductos son manejados con tratamientos físicos primarios, separando el agua que transporta la pulpa e incorporándola al sistema de recirculación, la pulpa es utilizada como abono orgánico por medio de un compostaje rústico, las aguas residuales son enviadas a un tratamiento primario a fosas que cumplen con la función de evaporación, infiltración, sedimentación y degradación de las mismas.

## **3.3 BENEFICIO TECNIFICADO**

### **3.3.1 UBICACION GEOGRÁFICA**

Este tipo de beneficios puede estar ubicado en cualquier lugar de la finca, no necesariamente a orillas de un cuerpo de agua, y su distribución geográfica es similar al de los beneficios semitecnificados.

### **3.3.2 MEJORAS AL PROCESO**

El desarrollo tecnológico ha permitido crear sistemas que tienden a minimizar aún más la cantidad de agua a utilizar, reduciendo los volúmenes hasta en un 90% en comparación con el proceso del beneficiado tradicional, la idea primordial es la reingeniería del proceso, al reconvertir la infraestructura y equipo tradicional hacia tecnología que minimicen el impacto de la contaminación ambiental. Para ello se han adoptado las siguientes medidas a nivel de proceso:

- Incorporación de recibo de café totalmente seco o semisecco
- Reducción de los volúmenes de tanques sifones hasta 1/4 de su capacidad original - Implementación de los canales sifones de bajo volumen de agua y de clasificación continua.
- Diseño e implementación de despulpadores que realicen el trabajo en seco
- Alimentación mecánica por medio de tornillos helicoidales del café maduro hacia los despulpadores en seco.
- Traslado mecánico de la pulpa por medio de bandas y/o tornillos helicoidales
- Incorporación de desmucilaginado mecánico para reducir la carga contaminante
- Reciclaje de las aguas en las etapas de despulpado, clasificación y lavado.
- Lavado mecánico del café para agilizar los procesos

### **3.3.3 TRATAMIENTO DE SUBPRODUCTOS**

- Tratamiento primario de decantación del agua residual en el tanque recolector/decantador.
- Filtración de sólidos suspendidos mayores por medio de materiales granulares
- Floculación y sedimentación de sólidos suspendidos menores, por medio de agentes químicos
- Oxigenación mecánica del agua
- Disposición del agua residual en acequias de ladera, pozos de absorción y fosas de oxidación.
- Evacuación de los volúmenes de agua en pipas hacia otro lugar donde pueda dársele tratamiento si el nivel freático de la finca no lo permite.
- Compostaje de la pulpa de café por medio de diferentes métodos. El transporte mecánico de la pulpa evita que la misma acumule más agua, permitiendo una descomposición más rápida y minimizando la liberación de malos olores.

### **3.4 BENEFICIO ARTESANAL**

#### **3.4.1 UBICACION GEOGRAFICA**

Distribuidos regularmente dentro de las parcelas y/o viviendas de los productores con extensiones pequeñas, ubicados principalmente en los departamentos de Chiquimula, Zacapa, Alta y Baja Verapáz, Jalapa, Huehuetenango.

#### **3.4.2 EL PROCESO**

Debido a los bajos volúmenes de cosecha del pequeño productor, el café es recolectado y procesado el mismo día en pulperos manuales, elaborados por el propio productor (de madera) o bien de fabricación comercial, la fermentación y lavado se realiza en sacos de yute o nylon o en pilas de madera (canoas), finalizando el proceso con un secamiento al sol. En cuanto al tratamiento de subproductos, desde hace varios años se está capacitando al productor para que la pulpa sea separada y utilizada como materia orgánica en almácigos y plantías, evitando la pérdida de este recurso y la contaminación que genera al tirarla hacia zanjonés.

### **3.5 BENEFICIO COMERCIAL**

#### **3.5.1 UBICACION GEOGRÁFICA**

Su ubicación geográfica se da en zonas de gran concentración de la producción y de comercialización del producto.

### 3.5.2 EL PROCESO

Estos beneficios encajan en cualquiera de los tipos mencionados, exceptuando el artesanal. Los propietarios no son necesariamente productores de café, sino que pueden estar conformados por sociedades de compradores/exportadores. Debido a los grandes volúmenes de procesamiento, genera igualmente grandes cantidades de subproductos. Los beneficios comerciales en su mayoría no disponen de sistemas de tratamiento de los subproductos, siendo necesaria su reconversión gradual hacia sistemas que reduzcan el consumo de agua y faciliten el manejo de los subproductos.

### 4. CAUDALES

En el cuadro 2 se presenta una proyección de los caudales máximos de entrada y salida para beneficio tradicional, semitecnificado y tecnificado. El cálculo se basa en la entrada máxima diaria de café maduro al beneficio, equivalente al 10% del total de café producido por una finca como café pergamino seco en el año. El beneficio tradicional es un sistema abierto, donde los caudales de entrada y salida son prácticamente iguales, el caudal de salida va directamente al cuerpo receptor. En los sistemas semitecnificado y tecnificado los caudales de salida se dirigen hacia fosas y pozos de absorción.

CUADRO 2.

ESTIMACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS EN BENEFICIADO HÚMEDO (LITROS DIARIOS)

PRODUCCIÓN ANUAL QUINTALES PERGAMINO	MÁXIMA ENTRADA DIARIA QUINTALES CEREZA	B. TRADICIONAL		B. SEMITECNIFICADO		B. TECNIFICADO	
		CAUDAL ENTRADA	CAUDAL SALIDA	CAUDAL ENTRADA	CAUDAL SALIDA	CAUDAL ENTRADA	CAUDAL SALIDA
500	50	20000	20000	10000	10000	1200	1200
1000	100	40000	40000	20000	20000	2400	2400
2000	200	80000	80000	40000	40000	4800	4800

### 5. PARÁMETROS A MONITOREAR

La contaminación generada por los beneficios de café se basa fundamentalmente en un aporte de carga orgánica derivado del lavado del mucilago fermentado y otros componentes del fruto, el cual le confiere ciertas características indeseables al agua de arrastre del mismo, afectando básicamente sus calidades organolépticas (olor, color y sabor).

Durante el procesamiento del fruto, no se da ningún aporte de contaminación por medio de microorganismos que puedan ocasionar enfermedades del tipo gastrointestinal, de igual manera, no se hace uso de ningún reactivo químico que pueda contener metales pesados.

En vista de lo anterior, los parámetros seleccionados para el monitoreo de este tipo de agua consistió en básicamente en la medición de: potencial hidrogénico o pH, Demanda Química de Oxígeno (DQO), sólidos totales y sólidos sedimentables.

## 6. ANÁLISIS DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO, DESCARGA Y CUERPO RECEPTOR.

### 6.1 RESULTADOS EN BENEFICIOS TRADICIONALES, SEMITECNIFICADOS Y TECNIFICADOS.

En el cuadro No. 3 se presentan los promedios de análisis químicos de las aguas de abastecimiento y descarga. La demanda química de oxígeno (DQO) del agua que entra en el beneficio (de abastecimiento) es baja en los casos estudiados. Se conocen otros casos de cuencas con mayor concentración de beneficios, en donde el agua de abastecimiento presenta niveles de carga contaminante más alta. Las aguas de descarga directa del beneficio tradicional presentan un valor promedio de 7953 de DQO (mg/l). Las aguas de descarga indirecta de los beneficios semitecnificados y tecnificados concentran mayor carga contaminante porque operan con recirculación de agua, reduciendo el volumen de agua de 50 a 90%, en relación al beneficio tradicional. El proceso de beneficiado húmedo del café acidifica el agua como puede notarse por cambio del potencial de hidrógeno (pH), sin embargo debe considerarse que el café se cultiva en suelos ligeramente ácidos y ácidos y que los procesos de acidificación de estos suelos provienen básicamente del aporte de fertilizantes químicos, como las fuentes nitrogenadas urea y sulfato de amonio. Considerando el efecto químico de las aguas servidas de los beneficios semitecnificados y tecnificados, actualmente se hace necesario verter las mismas como descarga indirecta hacia una fosa donde se degradan, infiltran y se evaporan. Esto no omite el compromiso de evaluar y definir en el mediano plazo, otros sistemas de tratamiento de aguas mieles que garanticen una mejor calidad física y química del agua vertida directamente a un cuerpo receptor.

CUADRO 3.

#### ANÁLISIS DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO, DESCARGA Y CUERPO RECEPTOR

PARAMETRO	BENEFICIO TRADICIONAL			BENEFICIO SEMITEC. Y TECNIFICADO		
	AGUA ABASTECIMIENTO	DESCARGA DIRECTA	RECEPTOR	AGUA ABASTECIMIENTO	DESCARGA INDIRECTA	RECEPTOR
DBO	27,7	3521	RIO	32,15	4158	FOSA
DQO	59,5	7923	RIO	72,33	9354	FOSA
SS	< 0.1	6	RIO	7,47	4,18	FOSA
pH	6,8	4,57	RIO	7,47	4,18	FOSA

FUENTE: Datos de Beneficios Semitecnificado y Tecnificado - Informe Estudio de Monitoreo de Residuos de Pesticidas en Café Proyecto USAID/ANACAFE n°. 520-381, Empresa Olanda, S.A., Guatemala, 1996. Datos de Beneficio Tradicional - Informes ANACAFE.

En el caso de cuencas que reciben aguas muy contaminadas, el cálculo de remoción debe considerar el valor de carga contaminante de la fuente de agua (antes del beneficio), y asociarlo con el valor de carga contaminante en la salida del mismo, de tal manera que el aporte real de descarga del beneficio, sea la diferencia entre ambos, por ejemplo:

DQO antes del beneficio (fuente de agua)	=	500
DQO en salida del beneficio	=	3500
Diferencia o aporte real	=	~3000

## 6.2 RESULTADOS DEL MONITOREO DE APORTES INDIRECTOS

En el cuadro No. 4 se presentan los resultados de laboratorio de muestras tomadas en la fosa de aguas mieles y en un cuerpo de agua (río) que pasa a una distancia lineal de 20 metros del sitio donde esta ubicada la fosa. Los puntos de muestreo en el cuerpo de agua fue a 50 - 80 metros río arriba y misma distancia río abajo, tomando como referencia o base, el punto del río situado a 20 metros de la fosa en línea recta.

Los resultados del laboratorios muestran que al descargar las aguas contaminadas del beneficio húmedo del café hacia una fosa, ubicada a una distancia mínima de 20 metros, no hay contaminación en los cuerpos de agua cercanos. La fosa constituye una alternativa temporal, sin embargo, deben definirse otros sistemas para el tratamiento de las aguas residuales, lo cual está considerado en el Plan de Trabajo del Sector.

CUADRO 4.

### RESULTADOS DEL MONITOREO DE APORTES INDIRECTOS EN BENEFICIOS TECNIFICADOS Y SEMITECNIFICADOS

BENEFICIO	FUENTE DE AGUA - ANTES -			FOSA DE SEDIMENTACION			CUERPO DE AGUA - DESPUES -		
	DQO	SS	pH	DQO	SS	pH	DQO	SS	pH
A	1,01	<0.1	6,84	9175	-	4,17	153 (*)	<0.1	6,45
B	2,1	<0.1	6,32	9685	-	5,3	8,84	<0.1	6,22
C	2,21	<0.1	6,11	4290	-	3,94	16,2	0,5	6,33
D	2,21	0,4	6,23	10503	-	4,32	6,64	0,6	6,31
PROMEDIO	1,88	0,18	6,37	8413	-	4,43	46,2	0,33	6,33

(\*) Este dato sensiblemente superior a los otros, se explica por la ruptura accidental de un soporte de block en la fosa.

FUENTE: Análisis de AGRILAB, Guatemala, 1996.

### **6.3 ESTUDIO DE NIVELES DE NITRÓGENO Y FÓSFORO TOTALES EN PERFILES DE SUELO EN FOSA DE SEDIMENTACIÓN Y EN UN ÁREA TESTIGO**

#### **6.3.1 JUSTIFICACIÓN**

Las fosas de sedimentación constituyen una alternativa para la deposición de los efluentes líquidos del proceso del beneficiado húmedo del café. Es un sistema técnicamente aceptable para el almacenamiento temporal y tratamiento de la materia orgánica (sólidos suspendidos) y de la materia disuelta, por medio de la acción microbiana para convertirla en compuestos inocuos para el medio ambiente.

Existen dudas sobre el posible aporte incontrolado de las aguas residuales almacenadas en fosas, en el sentido que pudieran estar generando una carga contaminante con los nutrientes NITROGENO y FOSFORO hacia los cuerpos de agua subterráneos, con las debidas consecuencias de una eutroficación de los mismos.

Para el efecto, se desarrolló un estudio en el Centro Experimental y Demostrativo de la Finca Las Flores, de ANACAFE, con el objetivo de determinar los niveles y el comportamiento de estos dos elementos nutritivos en un perfil de suelo elaborado en la fosa de estabilización, comparado con un perfil testigo ubicado dentro del área de cultivo del café.

#### **6.3.2 METODOLOGIA**

Nueve meses después de la cosecha 96/97 se hizo una calicata en la fosa (vacía) y en el área testigo, con dimensiones de un metro cúbico, extrayendo las muestras del perfil a cada 15 cm de profundidad, hasta cubrir 90 cm. Se colocaron en bolsas de papel y luego fueron transportadas el mismo día laboratorio de suelos de Soluciones Analíticas (AGRILAB) para su análisis.

#### **6.3.3 RESULTADOS OBTENIDOS:**

Los resultados emitidos por el laboratorio responsable del análisis de las muestras se describen en el cuadro No.5.

CUADRO No. 5

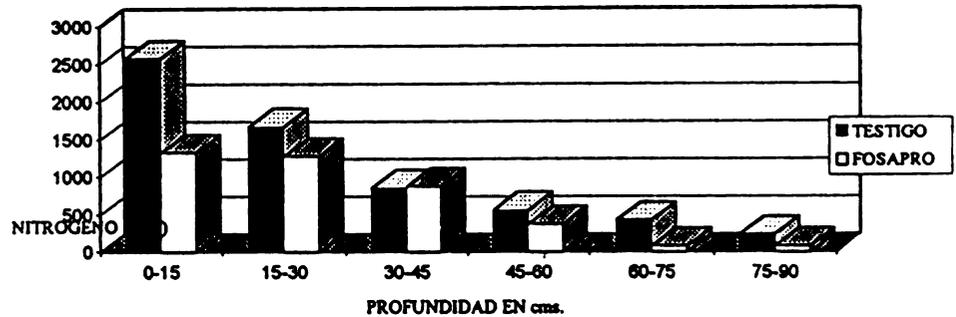
PROFUNDIDAD (cm)	NITROGENO (ppm)		FOSFORO (ppm)	
	CALICATA TESTIGO	CALICATA FOSA	CALICATA TESTIGO	CALICATA FOSA
0 - 15	2574	1324.8	24	18.7
15 - 30	1669	1271.9	19.5	14.5
30 - 45	847	875	12.2	20.2
45 - 60	556	371.8	13.6	18.8
60 - 75	424	79.9	9.3	18
75 - 90	239	79.8	11.8	11.2

Fuente: AGRILAB, Guatemala 1997.

La figura No. 2 muestra en detalle el comportamiento del NITROGENO a lo largo del perfil elaborado en la fosa de estabilización en comparación con el del perfil testigo.

FIGURA 2.

NITROGENO TOTAL EN PERFILES DE SUELO DE 0 a 90 cm DE PROFUNDIDAD, CALICATAS EN LA FOSA Y TESTIGO

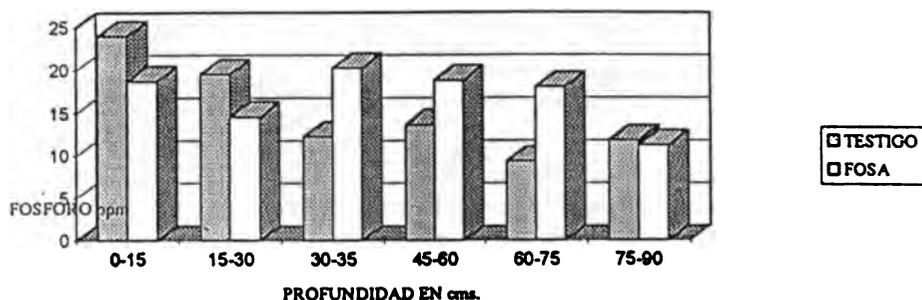


los mayores niveles de concentración del nitrógeno se encuentran, para ambos perfiles, localizados entre los primeros treinta centímetros de profundidad, ambos presentan igualmente una disminución gradual desde cero hasta los 90 cm. profundidad.

El perfil de la fosa muestra menor acumulación de nitrógeno total que el perfil testigo en toda la profundidad explorada, estabilizándose a partir de los 60 cm. de profundidad. Solo coincidieron a la profundidad de 30 - 45 cm.

La figura 3 muestra el comportamiento del fósforo en el perfil de suelo de la fosa de estabilización y del perfil testigo.

**FOSFORO TOTAL EN PERFILES DE SUELO de 0 a 90 cm DE PROFUNDIDAD, CALICATAS EN LA FOSA Y TESTIGO.**



En el perfil testigo, la concentración del fósforo es mayor en los primeros 30 cm de profundidad. De 30 a 75 cm el perfil de la fosa muestra las mayores concentraciones, observándose luego una estabilización de ambos en el segmento de 75 a 90 cm con valores cercanos a las 11 ppm.

Se observa la estabilidad de los nutrientes NITROGENO Y FOSFORO a los 90 cm, y una tendencia a menores concentraciones conforme se profundiza en el perfil. Se podría concluir que estos elementos presentes en el agua miel, no presentan un riesgo por su aporte hacia mantos freáticos. La recomendación técnica de ANACAFE para este tipo de fosas que se tenga como mínimo una distancia vertical de 5 metros desde la fosa hasta el nivel freático y también a una distancia horizontal mínima de 20 metros del cuerpo de agua superficial más cercano.

#### 6.4 EVALUACIÓN DE MÉTODOS FÍSICO-QUÍMICO Y BIOLÓGICO PARA TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES DEL BENEFICIO HÚMEDO.

Los resultados del cuadro No. 5 corresponde a la evaluación de una fuente de bacterias y dos fuentes de enzimas, con supuesta capacidad para degradar el agua miel durante un período corto de tiempo. Previo a la aplicación de los productos, se ajustó el pH del agua con hidróxido de calcio, el cual también actuó como un floculante.

CUADRO 5.

EVALUACIÓN DE MÉTODOS PARA TRATAMIENTO DE AGUAS

TRATAMIENTOS	FECHA	PARAMETROS EVALUADOS			
		pH	DQO mg/l	SS ml/l	STD mg/l
TESTIGO	13/03/97	4,7	5542	10	891
	24/04/97	4,9	6408	-	-
	27/06/97	-	-	-	-
WASTE WATER TREATMENT (WWT)	13/03/97	6,67	5009	0,33	1719
	24/04/97	7,1	4990	-	-
	27/06/97	6,77	4357	-	-
BNB-931 SUNBURST	13/03/97	9,63	5230	0,28	1761
	24/04/97	6,47	4946	-	-
	27/06/97	6,7	4189	-	-
BIOLAGOON	13/03/97	7,67	5270	0,2	1524
	24/04/97	6,6	5615	-	-
	27/06/97	6,9	4674	-	-

FUENTE: ANACAFE. Proyecto de Tesis URL, Fac. de Agronomía.

No hubo cambios significativos en los resultados de las tres lecturas, esto indica que las enzimas y bacterias utilizadas, no son las específicas para degradar los compuestos químicos de las aguas residuales del beneficio húmedo del café, y marca la necesidad de evaluar sistemáticamente todos los productos biológicos, sean experimentales o comerciales, para verificar su capacidad de acción real en pruebas controladas.

7. PROPUESTA DE PARÁMETROS DE DESCARGA DE AGUAS SERVIDAS DEL BENEFICIADO HÚMEDO DEL CAFÉ Y ETAPAS DE TRABAJO.

PARÁMETRO	ESTADO ACTUAL DE DESCARGA VALORES PROMEDIO	ETAPA I 0 - 3 AÑOS LÍMITE PROPUESTO	ETAPA II 0 - 6 AÑOS LÍMITE PROPUESTO	ETAPA III 0 - 9 AÑOS LÍMITE PROPUESTO
Sólidos sedimentales	15	10	5	2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	3200	1500	1000	500
Demanda Química de Oxígeno	8000	3000	2000	1500
pH	4	5 - 9	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
Sólidos Totales	6%	5%	3%	1,50%

## 7.1 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 consistente en:
  - acequias de ladera con pozos de absorción, - fosas de sedimentación y oxidación.

En caso que no se puedan implementar estos tratamientos físicos por limitaciones de espacio físico, o niveles freáticos altos (5-10 metros), estas aguas deben de transportarse fuera del área del beneficio utilizando para ello tanques cisternas y depositarse en lugares donde se garantice que no causarán un impacto ambiental negativo directo hacia fuentes superficiales de agua.

- 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 sería una adopción más amplia de las tecnologías "limpias" de beneficiado, involucrando 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 totalmente "en seco", que deberá acompañarse de estudios de calidad del 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 micro-plantas para tratamiento de aguas residuales del beneficiado húmedo a nivel de finca.

### **ETAPA III**

**Esta etapa se orientará básicamente a una adopción general de las 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.**
- **Establecer a nivel de las fincas, micro-plantas para tratamiento de aguas residuales del beneficiado húmedo del café.**
- **Implementación de equipos y maquinaria para proceso de despulpado “en seco”, verificando que los estándares de calidad del café guatemalteco no sean alterados negativamente en el proceso.**

**1.2 SITUACION TECNOLOGICA Y AMBIENTAL  
DEL BENEFICIADO DE CAFÉ EN EL  
SALVADOR**



# SITUACION TECNOLOGICA Y AMBIENTAL DEL BENEFICIADO DEL CAFÉ EN EL SALVADOR

Gerardo Lardé<sup>1</sup>

## 1. INTRODUCCION

La caficultura en El Salvador quedó consolidada como una actividad agrícola importante en la penúltima década del siglo XIX (Pérez Brignoli, 1994). En esa época el beneficiado del café se hallaba en un estado rudimentario, aunque rápidamente se estaba adquiriendo experiencia en la producción del “café lavado” (peña, 1886; Durán, 1936), a pesar de las limitaciones tecnológicas. Apenas una generación después, el beneficiado había adquirido escala industrial y para 1911 existía un mercado bien establecido de maquinaria para beneficios de café (Martín, 1985). Actualmente, el sector agroindustrial del café es muy importante para la economía salvadoreña por la mano de obra que ocupa, los recursos que consume y los servicios que demanda (cuadro 1).

En El Salvador hay dos tipos de beneficios bien definidos. Los **beneficios Industriales**, salvo contadas excepciones, disponen del proceso completo para producir el grano de café comerciable libre de toda envoltura natural o café oro (CO); usualmente, la administración y la tecnología son modernas. Los **beneficios artesanales**, en cambio, tienen tecnología básica, comúnmente un despulpador eléctrico o manual, tanques de fermentación que sirven también para el lavado de los granos y patios de secado; son operados por el propietario y producen solamente el grano de café con cascarilla (café pergamino), sin superar los 36.8 Mg (800 quintales) de café pergamino por cosecha (1 Mg = 1 tonelada métrica).

Hay una clara diferenciación entre uno y otro tipo en cuanto a la ubicación geográfica. El 97.8% de los beneficios industriales se encuentran en las tres principales zonas cafetaleras que se desarrollaron en las tierras volcánicas recientes de la parte central del país, las que históricamente son las más desarrolladas y pobladas. Los beneficios artesanales, en cambio, predominan en las pequeñas áreas cultivadas de la región norte de suelos volcánicos antiguos más pobres.

En la cosecha 1997/1998 operaron 100 beneficios industriales, con una capacidad de producir entre 230 y 4 660 Mg CO. En base al tamaño se distinguen cuatro clases de éstos (cuadro 2). La cantidad de beneficios artesanales no se conoce.

---

<sup>1</sup> Ingeniero Químico, Investigador en Desechos Industriales. Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café. Final Primera Avenida Norte, Nueva San Salvador, El Salvador.

**CUADRO 1. Datos básicos relativos al beneficiado del café en El Salvador. 1993 <sup>1</sup>**

<b>Factor</b>	<b>Valor</b>
Cantidad de beneficios	93
Producto elaborado de propiedad del beneficio	123 240 Mg café oro
Personal ocupado	12 302 individuos
Remuneraciones totales pagadas	¢ 121 836 000
Producción bruta	¢ 1 399 364 000
Gastos totales de operación	¢ 1 030 782 000
Gasto de materias primas	¢ 890 926 000
Gasto de envases, empaques, embalajes y otros materiales	¢ 30 081 000
Gasto de combustibles y lubricantes	¢ 10 697 000
Gasto de electricidad comprada	¢ 14 604 000
Gasto de pagos a terceros por trabajos realizados	¢ 62 138 000
Potencia instalada de motores eléctricos	49 891 H.P.
Energía eléctrica consumida	40 218 108 KWh
Gasolina consumida	1 161 816 m <sup>3</sup>
Aceite diesel consumido	2 599 649 litros

<sup>1</sup> 1US\$ = ¢ 8.76

Fuente : EL SALVADOR. DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS. 1996. Censos Económicos 1993; Agroindustrias y electricidad. San Salvador, Salv. v.4, p. 57-128.

**CUADRO 2. Distribución fraccional de los beneficios industriales de El Salvador según la capacidad de producción, 1992**

Clase	Capacidad instalada, (Mg)	Fracción del total			
		El Salvador	Zona occidental	Zona central	Zona oriental
Beneficios pequeños	230 - <1 150 <sup>1</sup>	0.411	0.312	0.516	0.636
Beneficios medianos	1 150 - <2 300	0.222	0.292	0.193	0.000
Beneficios grandes	2 300 - <4 600 <sup>2</sup>	0.244	0.250	0.258	0.182
Beneficios gigantes	≥ 4 600	0.123	0.146	0.033	0.182

<sup>1</sup> corresponde al rango 5 000 - < 25 000 quintales oro

<sup>2</sup> corresponde al rango 50 000 - < 100 000 quintales oro

En este estudio se presenta un análisis de varios aspectos tecnológicos y ambientales del beneficiado industrial del café en El Salvador. Después de describir la situación actual, se analizan las perspectivas futuras de la agroindustria en el marco de las nuevas circunstancias determinadas por la legislación ambiental. Como no existe una caracterización sistemática de los beneficios, necesariamente algunos temas se trataron en menor extensión que otros.

## **2. SITUACIÓN TECNOLÓGICA**

### **2.1. Generalidades**

El beneficiado industrial del café según se practica en El Salvador ha sido descrito por otros autores (Black, 1961;Guerrero,1991). El nivel tecnológico varía desde un beneficio de café de la primera generación que funciona con motores de vapor, hasta beneficios de diseño moderno que son muy eficientes en el consumo de agua y tienen buena distribución de planta, vertical u horizontal. No obstante, se ha tendido hacia la uniformidad de la maquinaria y los procedimientos para el despulpado, el secado , el trillado y la clasificación; en años recientes se han adoptado máquinas desmucilagadoras aunque el método predominante sigue siendo la fermentación.

En general, se toman las medidas necesarias para no deteriorar la calidad del grano que, esencialmente, ya viene determinada por las condiciones en la finca. Los problemas de daños en la calidad de la taza se dan por mal proceso de beneficiado, por condiciones inadecuadas de almacenamiento y por contaminación accidental con diversas sustancias (Guerrero, 1992).

### **2.2. Uso del agua**

En la práctica actual del beneficiado del café en El Salvador, el agua se utiliza esencialmente para cuatro tareas:

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

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

Un rasgo interesante del beneficiado según se practica en El Salvador es la recirculación del agua empleada para conducir los frutos hacia los despulpadores (figura

1) y, en menor extensión, del agua con que se transporta el café ya lavado (figura 2). Ambas prácticas han contribuido a que el consumo de agua para producir "café lavado" sea o haya sido, en muchos casos, menor a los de otros países como Costa Rica (Hidalgo *et al.*, 1992), India (Ananda *et al.*, 1992), Jamaica (Waugh, 1997) y Kenya (Cathuo *et al.*, 1991).

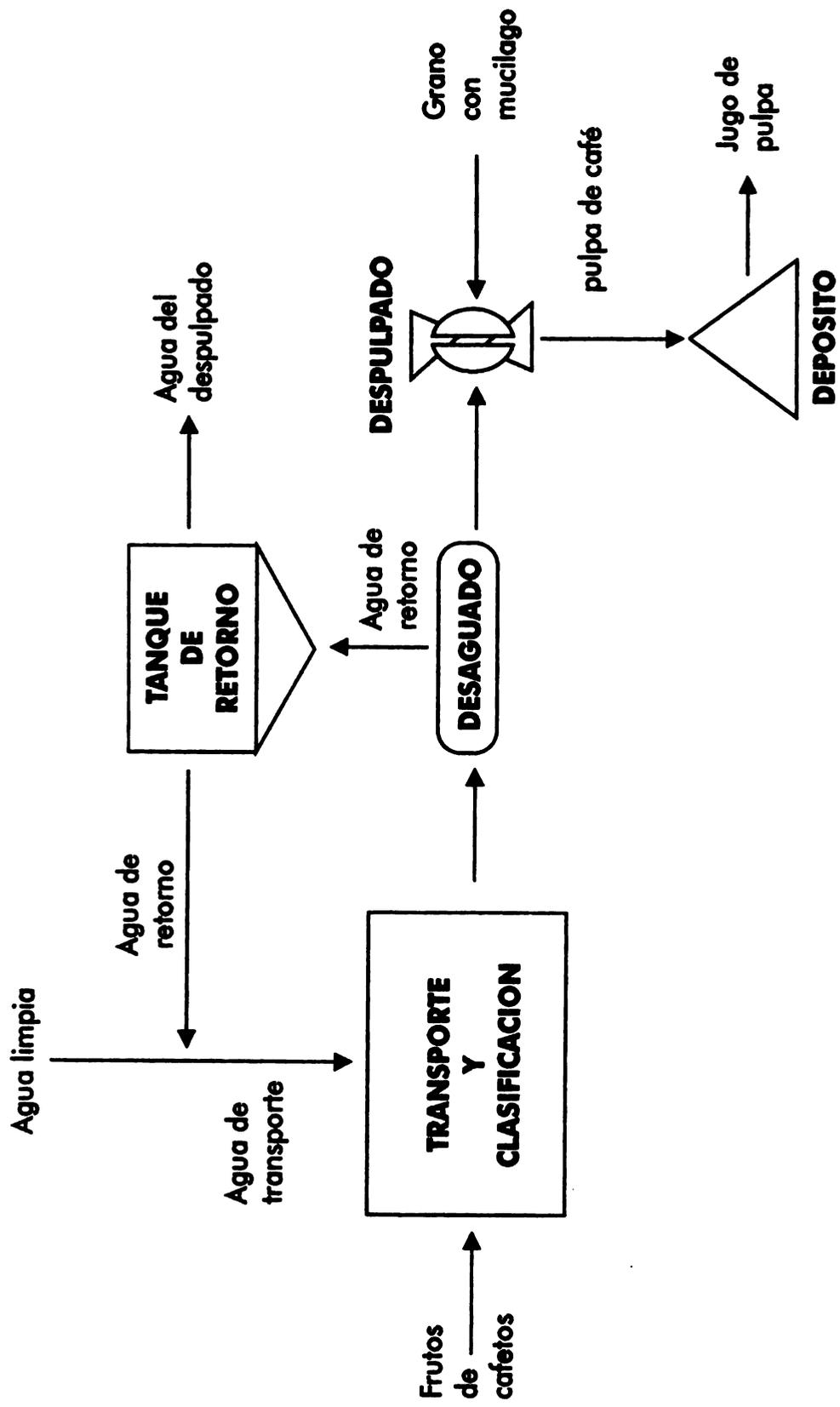
En El Salvador, el consumo de agua en los beneficios de café varía entre 3.2 y 41.8 dm<sup>3</sup> / kg CO con un valor medio de 10.4 dm<sup>3</sup> / kg CO, y prácticamente el 65% de las instalaciones no superan el consumo medio (Lardé *et al.*, 1997); además, el 50% y el 77% consume menos de 4.9 dm<sup>3</sup> / kg CO en el lavado y en las etapas previas al despulpado, respectivamente. Como referencia, se ha estimado teóricamente que un beneficio de café diseñado y operado correctamente puede funcionar con 4.1 dm<sup>3</sup> / kg CO como mínimo (Tiraboschi, 1996). En los lugares donde se recolecta agua lluvia para el proceso porque el agua es escasa, el consumo está cercano a esta cifra y tiende a ser menor que en los sitios que gozan de más disponibilidad (cuadro 3).

Prácticamente toda el agua utilizada se desecha como agua residual. En cada cosecha se producen 1 444 400 m<sup>3</sup> de aguas residuales del café que en conjunto transportan 17 225 Mg de materia orgánica. El uso intensivo del agua está asociado a una mayor concentración de la materia orgánica en el agua residual originada en las etapas previas al despulpado, llamada por conveniencia "agua de despulpado", (cuadro 4). El transporte de la pulpa con agua añade innecesariamente más sustancias al agua residual.

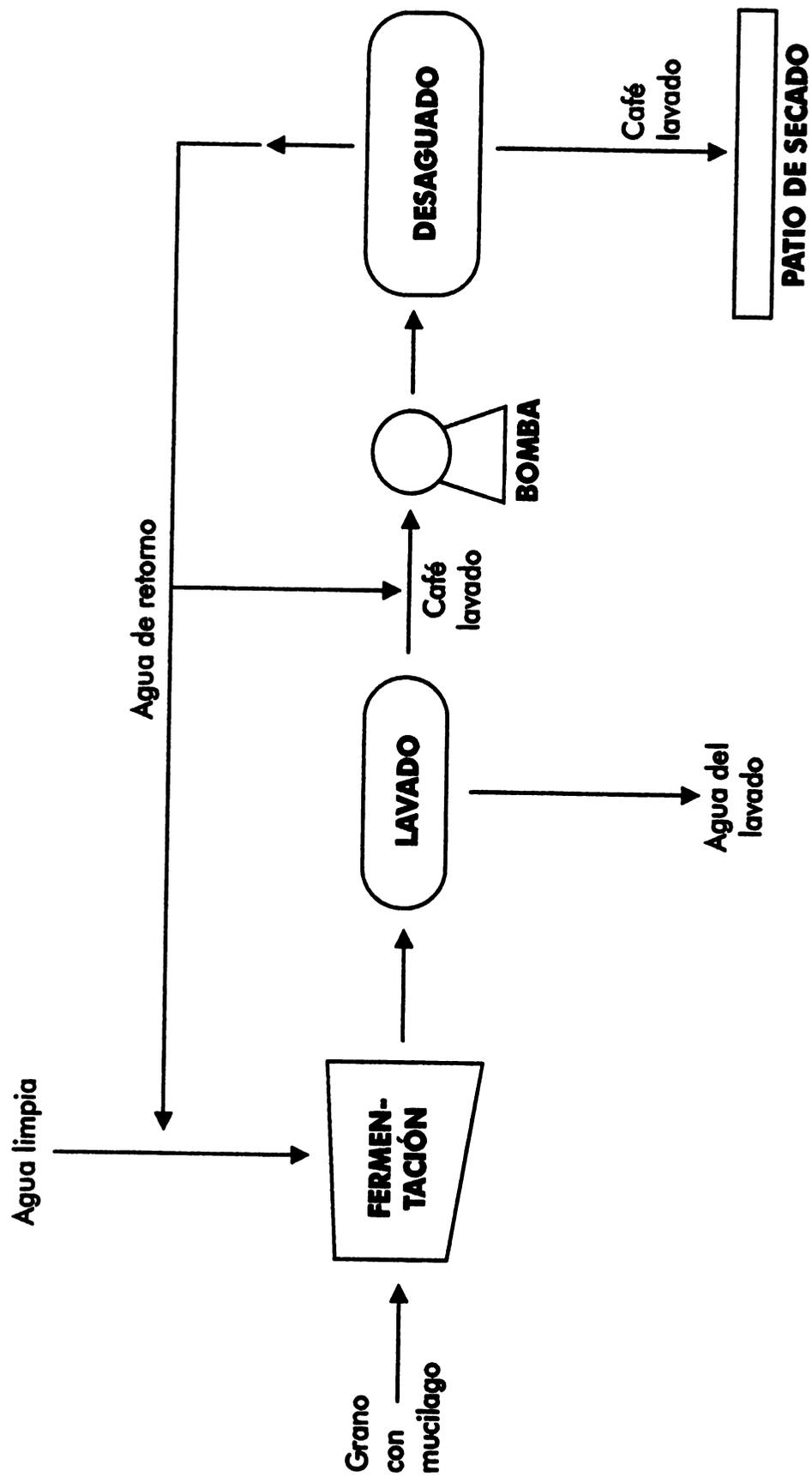
CUADRO 3. Consumo de agua por unidad de producto en beneficios de café seleccionados según la disponibilidad de agua. Cosecha 1996/1997.

Beneficio (código)	Consumo de agua de despulpado (dm <sup>3</sup> / kg CO)	Consumo de agua en el lavado (dm <sup>3</sup> / kg CO)	Consumo total de agua (dm <sup>3</sup> / kg CO)
VEN <sup>1</sup>	2.1	1.2	3.3
MAR <sup>1</sup>	3.1	2.0	5.1
ORO <sup>1</sup>	2.5	3.0	5.5
ATA <sup>2</sup>	6.7	8.7	15.4
ESM <sup>2</sup>	9.6	9.2	18.8
ZAR <sup>2</sup>	13.0	12.0	25.0
TRA <sup>2</sup>	23.1	17.8	40.9

<sup>1</sup> Beneficios que usan agua lluvia por disponer de poca agua; <sup>2</sup> Beneficios que se abastecen de otras fuentes de agua relativamente abundantes. Fuente: Fundación PROCAFE. Datos inéditos.



**Figura 1. Origen del agua del despulpado y del jugo de la pulpa de café.**



**Figura 2. Origen del agua de lavado.**

**CUADRO 4. Características físicas y químicas del agua de despulpado en beneficios de café seleccionados según la disponibilidad de agua. Cosecha 1996/1997.**

Beneficio (código)	Demanda química de oxígeno (kg /m <sup>3</sup> )	Sólidos totales (kg /m <sup>3</sup> )	Sólidos volátiles (kg /m <sup>3</sup> )	Turbiedad (UNT)
VEN <sup>1</sup>	39.2 97.5 101.0	26.9 97.5 59.2	21.6 52.7 43.1	9 900 8 850 18 800
MAR <sup>1</sup>	42.5 64.9	22.8 31.1	19.8 21.7	6 900 8 800
ORO <sup>1</sup>	55.5 57.7 132.5	30.8 31.3 50.4	26.1 26.4 43.6	4 600 6 650 5 200
ATA <sup>2</sup>	5.2	3.5	3.2	690
ESM <sup>2</sup>	13.2	7.7	6.5	900
ZAR <sup>2</sup>	6.5	5.8	5.0	1 100
TRA <sup>2</sup>	17.6	12.4	10.7	1 500

<sup>1</sup> Beneficios que usan agua lluvia por disponer de poca agua

<sup>2</sup> Beneficios que se abastecen de otras fuentes de agua relativamente abundantes

Fuente: Fundación PROCAFE. Datos inéditos.

### **2.3. Uso de la energía en el secado**

El beneficiado del café demanda energía para el funcionamiento de la maquinaria, para la iluminación y para el secado. La potencia instalada de motores eléctricos llega casi a los 50 000 H.P., mientras que el consumo de electricidad supera los 40 000 000 Kwh (cuadro 1)

Los combustibles que se usan en el secado del café son la leña, la cascarilla de café, la pulpa de café deshidratada y el aceite diesel. El calor generado se aprovecha para obtener el aire secante mediante el intercambio calórico entre el aire ambiente y los gases de combustión o el vapor de agua, según sea el sistema empleado.

Según Current y Juárez (1992), anualmente se consumen 35 465 Mg de leña en el beneficiado de café en El Salvador. Mucho de los 41 400 Mg de cascarilla de café generados cada cosecha se aprovecha como combustible, sólo o mezclada con pulpa deshidratada. El consumo de aceite diesel es de 2 503 m<sup>3</sup> (DIGESTYC, 1996)

La alimentación de los hornos con la biomasa está a cargo, en muchos casos, de fogoneros experimentados, aunque en algunos lugares existen sistemas para transportar y alimentar neumáticamente la cascarilla a los hornos. Los sistemas de combustión son generalmente desarrollos tecnológicos autóctonos basados en la experiencia acumulada durante décadas, más que productos de la aplicación de los principios de los procesos. La mayoría de los hornos son de fuego indirecto y de tipo individual, es decir, que suplen a una sola secadora, capaces de generar entre 150 MJ/h y 300 MJ/h (Caldas, 1996b) y con eficiencias energéticas entre el 20 y el 50% (Alvarado & López, 1995).

Las secadoras más comunes son la vertical rectangular de duelas, la cilíndrica vertical (tipo Pacas) y, en menor medida, la Guardiola. Caldas (1996a) evaluó los tres tipos y encontró que las de tipo Pacas tienden a consumir menos energía por masa de agua evaporada. Por otro lado, la eficiencia energética de una secadora vertical de duelas con la que se disminuye la humedad del grano de 34% a 12% (base húmeda), se calculó en 54% (Tiraboschi, 1996). En el estudio de un caso, se halló que la etapa de secado era la más problemática, en particular, por la falta de adecuados controles de la humedad durante el secado solar y el secado mecánico lo que causaba un gasto innecesario de combustible (Huezo & Ayala, 1985).

### **2.4. Calidad del café**

En El Salvador hay tres calidades de café definidas en función de la altitud:

- "café de bajo" o "central standard" (CS), de 400 a 800 m.s.n.m.;
- "café de media altura" o "high grown" (HG), arriba de 800 hasta 1 200 m.s.n.m.;
- "café de estricta altura" o "strictly high grown" (SHG), arriba de 1 200 m.s.n.m.

En los beneficios, los frutos se depositan en tanques abiertos de ladrillo y cemento identificados según cada calidad, a fin de evitar que se mezclen. De ahí en adelante, todo el esfuerzo puesto en el proceso se orienta a conservar la calidad intrínseca que el grano ya posee. Es necesario ejercer control de las operaciones ya que la mala clasificación de los frutos, la sobrefermentación, el mal lavado, altas temperaturas de secado y condiciones inadecuadas de almacenamiento pueden deteriorar irremediablemente la calidad. Hasta ahora, no se ha realizado una investigación sistemática acerca de los problemas de la calidad del café asociados al beneficiado.

### **3. SITUACIÓN AMBIENTAL**

#### **3.1. Legislación ambiental**

En el Salvador, hay diferentes leyes que regulan la actividad industrial en sus relaciones con el ambiente.

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) tiene la potestad de "autorizar la instalación y funcionamiento de las fábricas, y demás establecimientos industriales" siempre "que no constituyan un peligro para la salud de los trabajadores y de la población" y de "cancelar las autorizaciones correspondientes y ordenar la clausura de los establecimientos industriales, cuando su funcionamiento constituya grave peligro para la salud" (Anónimo, 1998a). En consecuencia, el MSPAS mediante sus oficinas regionales y locales exige cada año a las administraciones de las empresas beneficiadoras de café la información ambiental básica para conceder el permiso sanitario de operación. Los requisitos exigidos en 1998 incluyen (Ghiringello, 1998):

- tratar adecuadamente los desechos sólidos, líquidos y gaseosos de tal manera que cumplan con la norma sanitaria establecida;
- garantizar la operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento;
- presentar una memoria descriptiva del proceso de producción de la industria;
- presentar un plan de contingencia;
- dar pruebas de que la empresa está elaborando el diagnóstico ambiental.

Por otro lado, la Ley del Medio Ambiente (MARN, 1998) obliga a los establecimientos industriales ya existentes al momento de entrar en vigencia la ley (lo que ocurrió en junio de 1998), a elaborar en un plazo máximo de dos años el diagnóstico ambiental, que se deberá presentar junto a un "plan de adecuación ambiental" cuya ejecución se tendrá que realizar en un plazo máximo de tres años. Esto significa que a más tardar en 2003, todos los beneficios de café deberán haber adoptado medidas para mitigar el impacto en el ambiente. Al mismo tiempo, hubo reformas al Código Penal que hicieron más severas las penas de cárcel por delitos de contaminación ambiental,

fijándolas de 4 a 10 años, lo que además les confiere la categoría de no excarcelables (Anónimo, 1998b).

En noviembre de 1998 aún se estaban elaborando los reglamentos de la Ley del Medio Ambiente y se presentaron para consulta pública tanto la "Política de Manejo de Aguas Residuales" como el "Proyecto de Norma de Aguas Residuales Descargadas a un Cuerpo Receptor". Todos ellos serán instrumentos respecto a los que se tendrá también que orientar la gestión ambiental de los beneficios de café.

### **3.2. Desechos y emisiones**

El beneficiado del café genera desechos sólidos (pulpa de café, cascarilla de café, polvo, sacos inservibles), desechos líquidos (aguas residuales del despulpado y del lavado, escurrimientos de la pulpa), desechos gaseosos (gases de combustión, vapor residual) así como otros problemas ambientales como ruido, malos olores y calor residual (figuras 3 y 4). El mayor riesgo para el entorno está asociado a la pulpa y a las aguas residuales.

Cada cosecha se producen 276 000 Mg de pulpa de café. En los beneficios industriales comúnmente se acumula durante la cosecha formando promontorios voluminosos en sitios contiguos a la planta. Esto puede originar malos olores, proliferación de la mosca doméstica y escurrimientos potencialmente muy contaminantes. Sin embargo, la pulpa tiene mucha demanda como materia prima orgánica, a tal grado que durante la cosecha llegan camiones a los beneficios a recogerla para llevarla a las fincas de café, aunque con esta práctica simplemente se traslada el problema ambiental de un sitio a otro. Salvo raras excepciones, dos meses después de terminada la cosecha ya no hay pulpa en los beneficios. En algunos beneficios asociados a la producción de café orgánico, la pulpa se convierte aerobiamente en abono orgánico. El uso de la pulpa como combustible ha caído en desuso en los últimos 15 años.

El método más extendido para tratar las aguas residuales del café es mediante lagunas de estabilización; en algunos lugares, los lodos remanentes al desecarse las lagunas se recuperan y se usan como abono orgánico. También se practica la irrigación por surcos de terrenos que se destinan a la siembra de maíz y sorgo, principalmente.

La cascarilla de café se usa principalmente como combustible, aunque también tiene cierta demanda como material para el piso de granjas avícolas.

### **3.3. Riesgo ambiental**

Comúnmente se considera al beneficiado del café como una de las actividades industriales más contaminantes en El Salvador. Por ejemplo, Cañas (¿1991?), usando el concepto de población equivalente, la coloca adelante de los ingenios azucareros, los beneficios de henequén, las destilerías, las curtiembres, las industrias lácteas, las industrias textiles, los mataderos y la industria papelera, en ese orden. Más que corresponder a la situación real, este tipo de análisis se refiere al riesgo ambiental, es

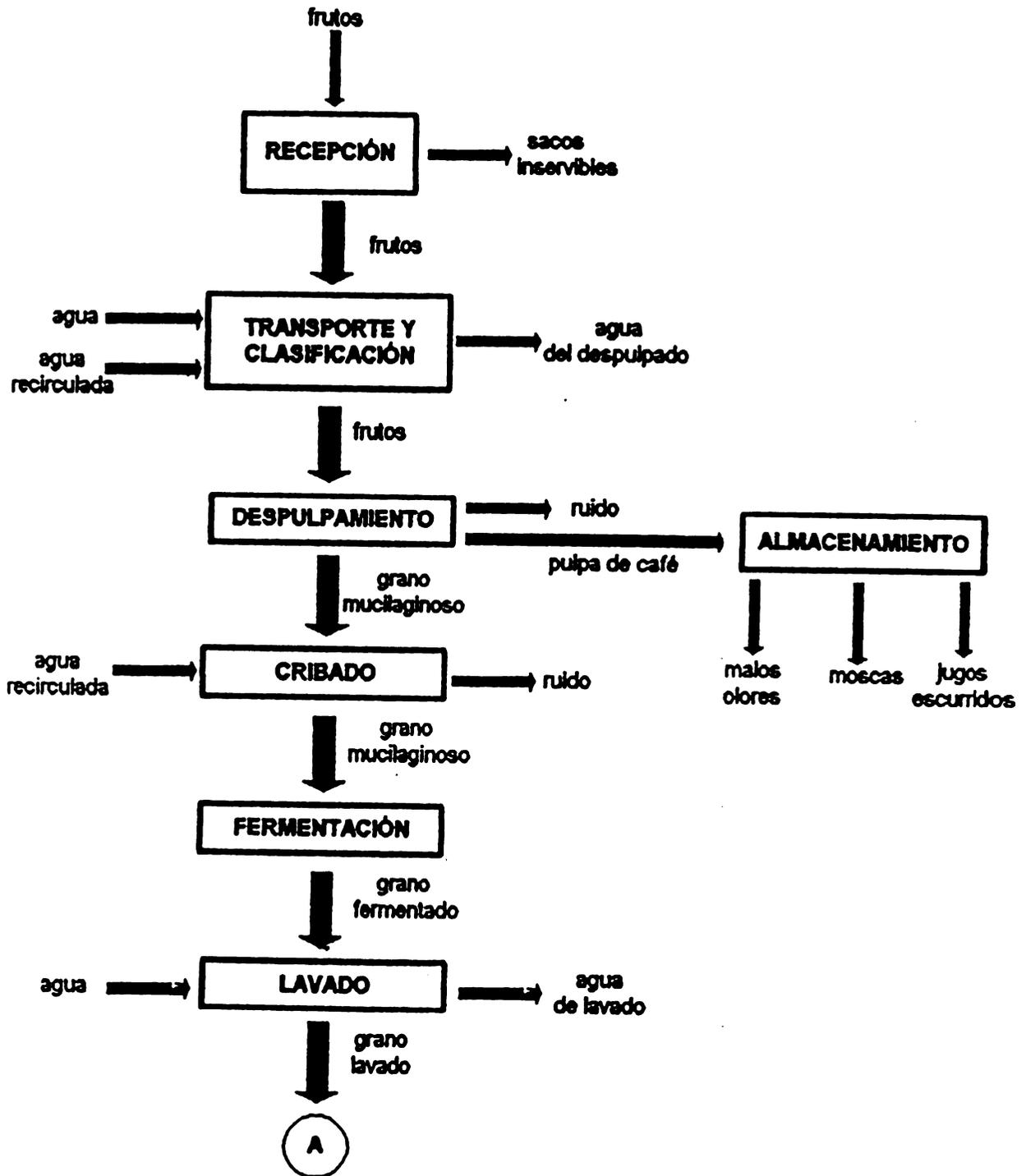


FIGURA 3. Origen de los desechos y las emisiones en la sección húmeda del beneficiado del café

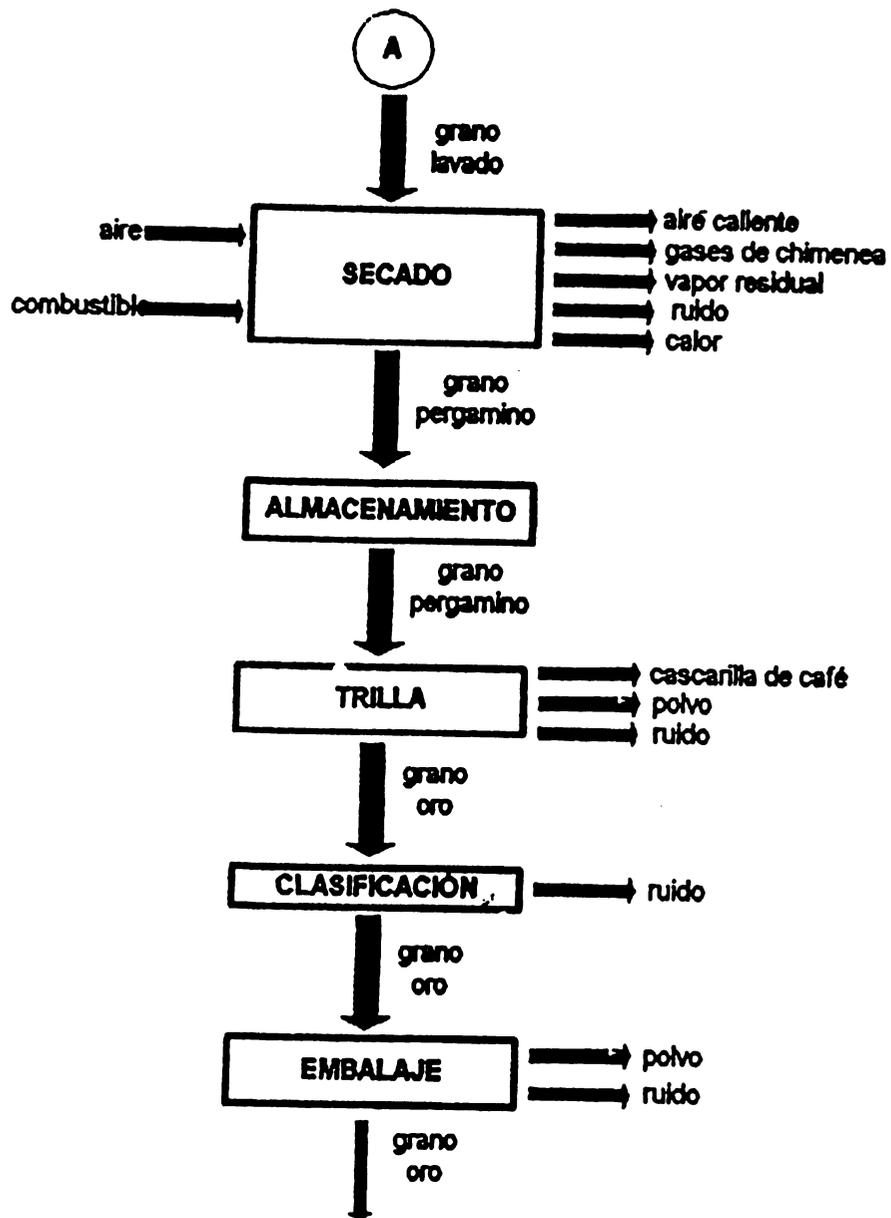


FIGURA 4. Origen de los desechos y las emisiones en la sección seca del beneficiado del café

decir, a la posibilidad de causar trastornos al entorno. Objetivamente, hay que distinguir entre la contaminación potencial y la contaminación real; la primera depende, con mucho, de la manera en que se manejan los desechos líquidos del café para evitar el daño ambiental, mientras que la segunda está determinada por la carga contaminante total generada.

Solamente una parte de las aguas residuales del café que se generan cada cosecha contamina realmente a los ríos, puesto que en la mayoría de beneficios de café hay lagunas de estabilización. Para 1959, el 42% de los beneficios utilizaban este método de tratamiento y solamente el 11.3% descargaba a ríos (DGS, 1959). El actual manejo de las aguas residuales del café evolucionó al menos desde principios del siglo XX con el primer decreto conocido que establece medidas explícitas para manejar estas aguas (Anónimo, 1903).

El riesgo ambiental asociado a la agroindustria del café se analizó en función de un Índice ambiental definido respecto a las aguas residuales (anexo A). En resumen, se encontró que el 38.5 % de los beneficios se hallan en la clase de bajo riesgo, el 35.9 % son de riesgo mediano y el 25.6 % representan un alto riesgo para el ambiente.

### **3.4. Acciones ambientales, 1994-1998**

En 1996, por iniciativa de un grupo de beneficiadores de café se creó el "Comité Técnico de Beneficiadores para el Manejo de Aguas Mielles y Subproductos de la Industria del Café". El Comité sostuvo contactos e intercambios de ideas y experiencias con empresas especializadas en el tratamiento de aguas residuales, con universidades y con instituciones gubernamentales como el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, la entonces Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente, el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

El Comité encomendó a la Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café (PROCAFE) la planificación y ejecución de un estudio para caracterizar las aguas residuales del café y el consumo de agua en los beneficios de café (Lardé, 1996c; Lardé, 1997; Panayotou, 1997). El estudio se realizó en 31 beneficios (aproximadamente el 30% del total), de diferente capacidad, situados tanto en planicies como en zonas montañosas, y en distintas circunstancias respecto a la disponibilidad de agua.

Aparte de este esfuerzo, a fin de cumplir con el mandato estatutario de efectuar las investigaciones para "perfeccionar el beneficiado del café" (PROCAFE, 1992), en PROCAFE se han hecho estudios ambientales y de aspectos del proceso, a la vez que se han apoyado esfuerzos similares. Los más relevantes en el periodo 1994-1998 son los siguientes:

- estudios ambientales de la Cuenca del Río El Molino, Ahuachapán (1994-1996) (Cienfuegos *et al.*, 1997) y del Río El Chagüite, Jayaque (1997-1998);

- evaluación de las lagunas para la estabilización de las aguas residuales del café;
- diagnósticos de los desechos en beneficios de café específicos;
- investigaciones sobre el tratamiento químico primario de las aguas residuales del café (Lardé, 1996a);
- diseño de normas ambientales específicas para la agroindustria del café;
- análisis del compostaje industrial de la pulpa de café (Wu, 1995) y del mercado nacional de abonos orgánicos (Gálvez & Velasco, 1997);
- caracterización del equipo para el secado del café (Alvarado & López, 1995);

En algunos beneficios se han tomado medidas independientes para mejorar la gestión ambiental. En lo que al control de las aguas residuales respecta, se destacan el desarrollo de una planta de tratamiento químico con sustancias coagulantes, el rediseño de lagunas de estabilización y la construcción de una planta de lodos activados. En otro caso, con medidas sencillas de bajo costo como lo es aumentar la tasa de recirculación, se logró, de una cosecha a la siguiente, reducir el consumo de agua en el transporte de los frutos a los despulpadores, desde 23.7 dm<sup>3</sup>/kg café oro hasta 5.7 dm<sup>3</sup>/kg café oro, una significativa reducción del 75%.

Finalmente, en 1998 los tres gremios beneficiadores crearon el "Comité Ecológico de la Agroindustria del Café" con el propósito de hacer causa común en las cuestiones ambientales que competen a la industria y participar en la elaboración de los reglamentos ambientales. Igualmente, algunas empresas beneficiadoras están considerando acogerse al "Programa de Autoregulación Dirigido a Beneficiadores de Café" que el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) está fomentando.

## **4. PERSPECTIVAS FUTURAS**

### **4.1. Gestión ambiental**

La implantación de un programa de gestión ambiental en los beneficios de café se considera como el objetivo último de todas las acciones a tomar. Esto implica que la visión de los asuntos ambientales del beneficiado de café debe ser integral. Se deberá diseñar un sistema de gestión ambiental específico para el beneficiado del café. Respecto a esto se ha comenzado con establecer los requisitos mínimos de gestión ambiental que podrían cumplirse fácilmente a corto plazo (anexo B), y con ello, el personal técnico y administrativo de los beneficios comenzaría a familiarizarse con los principios de la gestión ambiental.

### **4.2. Producción más limpia**

Varias medidas pueden tomarse para reducir la generación de desechos y

emisiones en la agroindustria del café. Cada opción deberá ser considerada en función de las condiciones propias de la planta en la que se quieran ejecutar esfuerzos hacia la producción más limpia.

Respecto a la optimización del agua y a la minimización de las aguas residuales están las siguientes:

- sustituir el transporte hidráulico de la pulpa de café por el transporte mediante tornillos helicoidales;
- transportar los frutos y granos con la mínima cantidad de agua necesaria;
- aprovechar la gravedad para conducir los materiales;
- reducir el consumo de agua subterránea y de agua superficial mediante la captación de agua lluvia;
- aumentar la recirculación del agua utilizada para el transporte y clasificación de los frutos;
- sustituir la fermentación por el desmucilaginamiento mecánico;
- controlar más estrictamente los flujos de agua al proceso;
- introducir tecnologías para el tratamiento de las aguas residuales del café que conduzcan a la reutilización del agua en un ciclo cerrado;

En cuanto a la energía respecta se pueden considerar las siguientes medidas:

- sustituir la alimentación manual de la biomasa a los hornos por medios mecánicos;
- adquirir tecnologías de combustión energéticamente más eficientes;
- intensificar el uso de la pulpa de café como combustible;
- mejorar el aislamiento de los conductos para reducir las pérdidas de energía;
- aprovechar el calor residual de los gases de combustión;
- tratar anaeróbicamente las aguas residuales del café para utilizar el metano en el secado del café;
- sustituir la maquinaria y el equipo sobredimensionado respecto a la potencia;
- mejorar el control de la operación de los hornos y las calderas.

Con relación a las otras emisiones las acciones inmediatas son:

- tomar medidas para reducir el ruido y la contaminación aérea en el recinto de trabajo;
- proteger al trabajador con prácticas de higiene industrial.

### **4.3. Tratamiento de aguas residuales**

El tratamiento de las aguas residuales del café es necesariamente un componente del plan de adecuación ambiental que todos los beneficios están obligados a elaborar y ejecutar por ley. Para analizar este punto, se establecieron cuatro clases de beneficios (cuadro 5).

En las consideraciones se dió importancia a las lagunas como una tecnología viable, por tres razones: 1) porque históricamente, es el método más común en los beneficios de café junto a la irrigación de campos de labranza y, por consiguiente, ya hay familiaridad con ellas, 2) porque son muy eficientes aún manejadas empíricamente, como lo demuestran los estudios realizados en diferentes épocas en El Salvador y otros países productores de café y 3) porque la experiencia mundial indica que en los lugares en los que hay terreno disponible las lagunas son la opción de tratamiento más barata. Sin embargo, no debe olvidarse que las lagunas podrían dejar de ser una opción en áreas muy pobladas.

Los beneficios cuya situación es más crítica son los de las clases I y III. En ellos se tendrán que hacer posiblemente las mayores inversiones, pues requerirán tratar las aguas residuales eficientemente en poco espacio, lo que conduce casi inevitablemente a la adopción de plantas compactas de tecnologías avanzadas.

Los planes de gradualidad esbozados (cuadros 6 al 9) se basan en el mejor conocimiento disponible acerca del tratamiento de las aguas residuales del café, según se puede obtener del análisis crítico de los estudios y experiencias realizados en los últimos cincuenta años en varios países productores del café, incluyendo El Salvador. Aquí se insiste nuevamente en que el plan propio de un beneficio específico surgirá de un análisis exhaustivo de las condiciones del caso. El periodo de gradualidad es mayor que los tres años estipulados por la ley. El problema de la agroindustria del café es el periodo corto de tres a cuatro meses que dura la cosecha. Por ello, dada esta estacionalidad, deberá ser tarea de los gremios, gestionar la aprobación de periodos más acordes con la realidad.

Los planes también reflejan el enorme desafío técnico y financiero que significa reducir la contaminación presente en el agua residual del café. Por ejemplo, en el caso de los beneficios de la clase I, todo el esfuerzo que se haría en seis años, serviría para tener al final 800 mg DQO/l, cifra que representaría un gran logro; sin embargo, si la norma ambiental vigente fuera muy estricta, aún se tendría que hacer una inversión adicional si es que se ha de descargar a los cuerpos naturales de agua. Esto pone de manifiesto, la necesidad de establecer las normas en función de los planes realistas de adecuación y no determinar a éstos en función de las normas.

**CUADRO 5. Clasificación de los beneficios de café en función del componente del tratamiento de aguas residuales del plan de adecuación ambiental. PROCAFE, 1998.**

CLASE DE BENEFICIO	CONSUMO DE AGUA <sup>1</sup>	DISPONIBILIDAD DE TERRENO <sup>2</sup>	NIVEL TECNOLÓGICO ACTUAL <sup>3</sup>
I	bajo	ninguna, escasa	bajo
II	bajo	adecuada	mediano
III	mediano, alto	ninguna, escasa	bajo
IV	mediano, alto	adecuada	mediano

<sup>1</sup> Bajo si es menor o igual al consumo medio nacional de 10.4 dm<sup>3</sup>/kg café oro (126.4 galones/quintal oro); mediano si es mayor al consumo medio sin exceder los 16.4 dm<sup>3</sup>/kg café oro (200 galones/quintal oro) y alto si es mayor que 16.4 dm<sup>3</sup>/kg café oro

<sup>2</sup> Ninguna y escasa significan que no hay espacio para construir lagunas de estabilización de la suficiente capacidad para la cantidad de agua residual generada; adecuada denota el caso contrario

<sup>3</sup> Bajo significa que en el sitio no hay siquiera un sistema de retención del agua residual que reúna las mínimas condiciones; mediano significa que hay lagunas que pueden ser mejoradas tecnológicamente; obviamente, hay poca necesidad de considerar aquellos beneficios en los que el nivel tecnológico es alto

Las metas de los planes quedan definidas por los niveles reducidos de la contaminación a los que se llegará con las medidas graduales, los que pueden expresarse como concentración de la contaminación o como reducción porcentual de la misma. Por ejemplo, en el cuadro 6, la meta para cuatro años sería reducir la demanda química de oxígeno (DQO) hasta 4 000 mg DQO/l o, alternativamente, lograr una reducción del 90% de la contaminación inicialmente presente. Otro efecto que los planes de gradualidad ponen de manifiesto, es que las metas finales no son iguales para todas las clases de beneficios de café. Esto es así puesto que en los beneficios de las clases II y IV se tiene la ventaja de haber recorrido ya parte del camino. Esto refuerza la conclusión de que una norma definida en función de la calidad de la descarga con valores máximos permisibles únicos tiene pocas opciones de ser una norma acorde a la realidad.

#### **4.4. Economía de la adecuación ambiental**

Respecto a la inversión necesaria para la adecuación ambiental, solamente es posible hacer estimaciones muy generales que, a lo más, han de brindar los órdenes de magnitud y rangos amplios y aproximados de las necesidades financieras. Está claro que la verdadera cifra se conocería hasta disponer de los estudios de cada uno de los beneficios de café. Con todo, el problema puede abordarse, en principio, en una primera

**CUADRO 6. Plan de gradualidad para la adopción de tecnologías de tratamiento de las aguas residuales del café- Beneficios de la clase I. PROCAFE, 1998.**

Tiempo transcurrido (años)	Etapas	Concentración de la descarga (mg DQO/l)	Eficiencia de la etapa (%) <sup>1</sup>	Eficiencia total (%) <sup>1</sup>
0	situación actual	40 000 <sup>2</sup>	0	0
2	sedimentación química	20 000	50	50
4	biológica primaria	4 000	80	90
6	biológica secundaria	800	80	98

<sup>1</sup> Reducción porcentual de la demanda química de oxígeno entrante

<sup>2</sup> Se parte de este valor para ilustrar el punto en discusión

**CUADRO 7. Plan de gradualidad para la adopción de tecnologías de tratamiento de las aguas residuales del café- Beneficios de la clase II. PROCAFE, 1998.**

Tiempo transcurrido (años)	Etapas	Concentración de la descarga (mg DQO/l)	Eficiencia de la etapa (%) <sup>1</sup>	Eficiencia total (%) <sup>1</sup>
0	lagunas actuales	8 000 <sup>2</sup>	80	80
2	lagunas mejoradas	4 000	90	90
4	biológica secundaria	800	80	98

<sup>1</sup> Reducción porcentual de la demanda química de oxígeno entrante

<sup>2</sup> Se parte de este valor para ilustrar el punto en discusión

**CUADRO 8. Plan de gradualidad para la adopción de tecnologías de tratamiento de las aguas residuales del café- Beneficios de la clase III. PROCAFE, 1998.**

Tiempo transcurrido (años)	Etapas	Concentración de la descarga (mg DQO/l)	Eficiencia de la etapa (%) <sup>1</sup>	Eficiencia total (%) <sup>1</sup>
0	situación actual	20 000 <sup>2</sup>	0	0
2	sedimentación química	10 000	50	50
4	biológica primaria	2 000	80	90
6	biológica secundaria	400	80	98

<sup>1</sup> Reducción porcentual de la demanda química de oxígeno entrante

<sup>2</sup> Se parte de este valor para ilustrar el punto en discusión

**CUADRO 9. Plan de gradualidad para la adopción de tecnologías de tratamiento de las aguas residuales del café- Beneficios de la clase IV. PROCAFE,1998.**

Tiempo transcurrido (años)	Etapa	Concentración de la descarga (mg DQO/l)	Eficiencia de la etapa (%) <sup>1</sup>	Eficiencia total (%) <sup>1</sup>
0	lagunas actuales	4 000	80	80
2	lagunas mejoradas	2 000	90	90
4	biológica secundaria	400	80	98

<sup>1</sup> Reducción porcentual de la demanda química de oxígeno entrante

<sup>2</sup> Se parte de este valor para ilustrar el punto en discusión

aproximación.

Un factor importante que determina la inversión es, en primer lugar, la decisión de utilizar recursos locales ingenieriles o, si por el contrario se optará por contratar la construcción de plantas "llave en mano". Otro igualmente de trascendencia es el volumen de agua residual a tratar, que depende del nivel de producción y del consumo de agua por unidad de producto terminado.

#### **4.4.1. Tratamiento de aguas residuales**

Partiendo de las estimaciones de Besteiro et al. (1994), referentes a la inversión requerida para la sedimentación química y las lagunas, y de lo que se conoce de la economía de la digestión anaerobia aplicada al tratamiento de las aguas residuales del café, se puede construir un modelo para visualizar el efecto del nivel de producción (figura 5). El modelo simplemente formaliza la noción de sentido común de que a mayor nivel de producción se requerirán mayores grados de inversión. El perfeccionamiento del modelo constituye un verdadero campo para la investigación de ingeniería química, aunque para la presente discusión deberá bastar la primera aproximación que aquí se utiliza. Es claro que las lagunas son las más baratas, y le sigue el tratamiento por sedimentación química, mientras que el tratamiento biológico anaerobio avanzado resulta más caro. Dicho sea de paso, el tratamiento biológico aerobio está en una posición muy similar.

Comparando las curvas de la figura 5 con los planes de gradualidad anteriormente esbozados, se puede estimar la inversión total requerida para cada una de las cuatro clases de beneficios de café (figura 6). Claramente se ve la ventaja afortunada que tienen los beneficios de las clases II y IV sobre los pertenecientes a las clases I y III. Para facilitar la comprensión de este tópico, se presentan los rangos de las inversiones requeridas para las cuatro clases de beneficios según el tamaño (cuadro 10).

Un análisis más refinado debe considerar el papel de dos variables que influyen en la inversión: el volumen de agua residual a tratar y la concentración de la contaminación presente en el agua residual. El mismo modelo se puede utilizar para establecer la forma en que estas variables interrelacionan (figura 7). La gráfica muestra dos hechos:

- la inversión aumenta tanto con el volumen de agua residual a tratar como con la concentración de sustancias contaminantes que entrará a la planta de tratamiento;
- ser más eficiente en el consumo de agua no significa necesariamente que se reducirá la inversión requerida para el tratamiento, puesto que el ahorro que se logre por tener menos volumen de agua residual puede ser excedido por el gasto adicional que requerirá resolver los problemas de tratamiento asociados a las mayores concentraciones de la contaminación.

Las curvas deben considerarse típicas y, por tanto, en alguna medida reflejan las condiciones medias. Esto significa que algunos beneficios de café necesitarán hacer inversiones mayores mientras que otros menores que las correspondientes a las curvas.

**CUADRO 10. Niveles típicos de inversión requeridos para el tratamiento de las aguas residuales del café, según el tamaño del beneficio de café**

Tamaño de beneficio	Estrato de producción <sup>1</sup> (Mg)	Nivel de inversión (millones de colones)	
		Clases I y III	Clases II y IV
pequeño	230 - < 1 150 <sup>2</sup>	0.35 - < 0.92	0.05 - < 0.15
mediano	1 150 - < 2 300	0.92 - < 1.40	0.15 - < 0.22
grande	2 300 - < 4 600 <sup>3</sup>	1.40 - < 2.11	0.22 - < 0.33
gigante	> 4 600	> 2.11	> 0.33

<sup>1</sup> Capacidad instalada

<sup>2</sup> corresponde al rango 5 000 - < 25 000 quintales oro

<sup>3</sup> corresponde al rango 50 000 - < 100 000 quintales oro

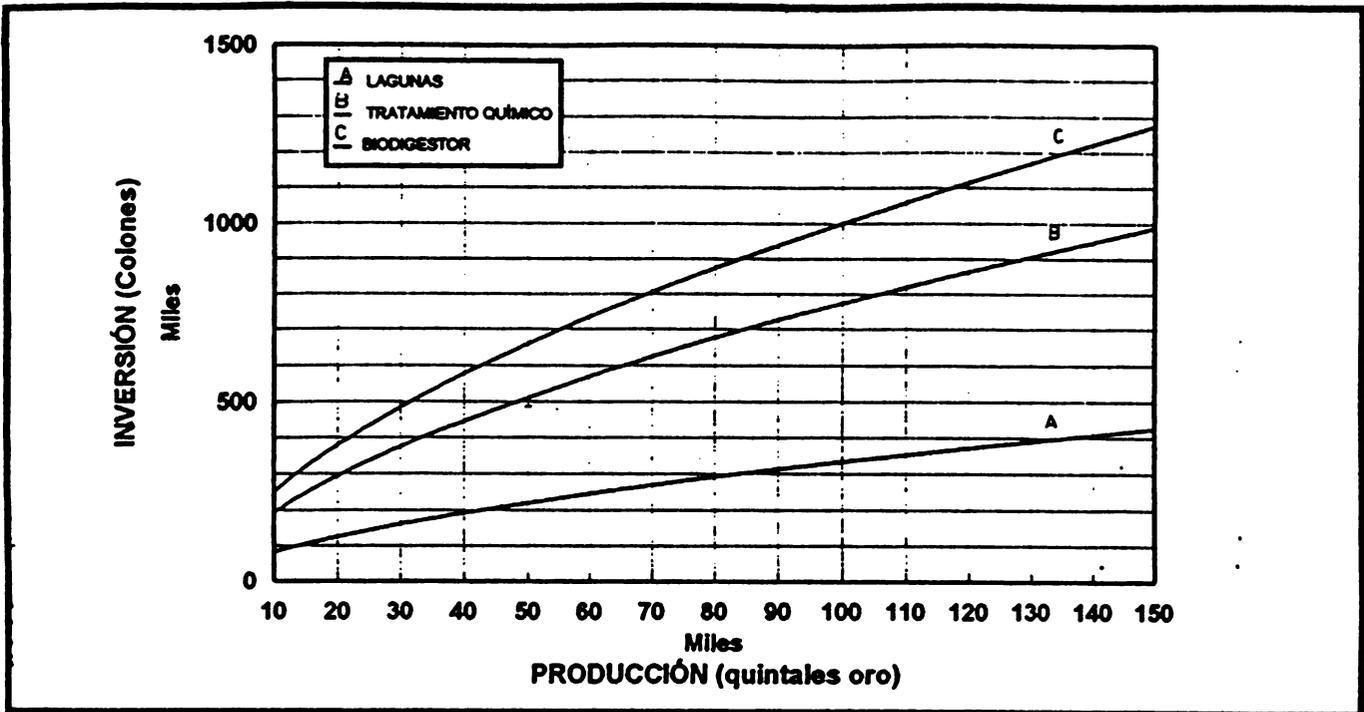


FIGURA 5. Inversión necesaria para diferentes métodos de tratamiento de las aguas residuales del café en función de la capacidad instalada del beneficio

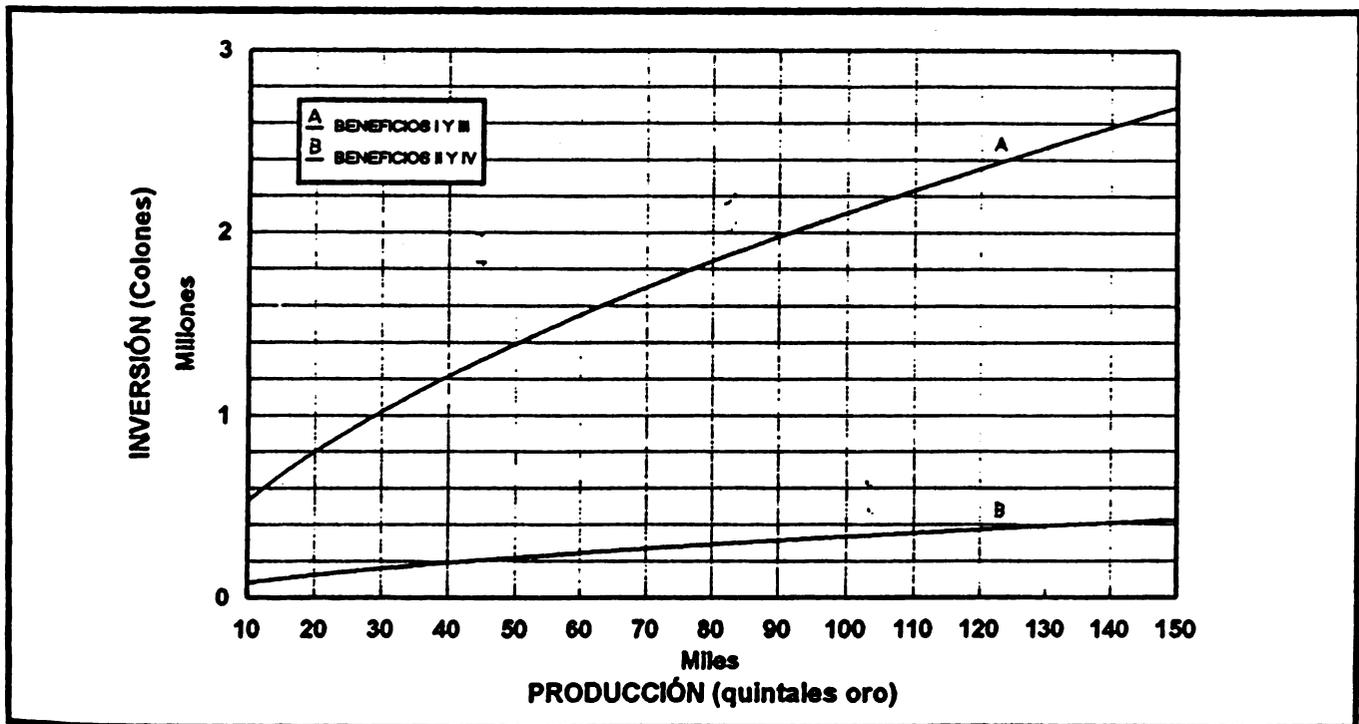


FIGURA 6. Inversión requerida para la adecuación ambiental de los beneficios de café respecto al tratamiento de las aguas residuales del café

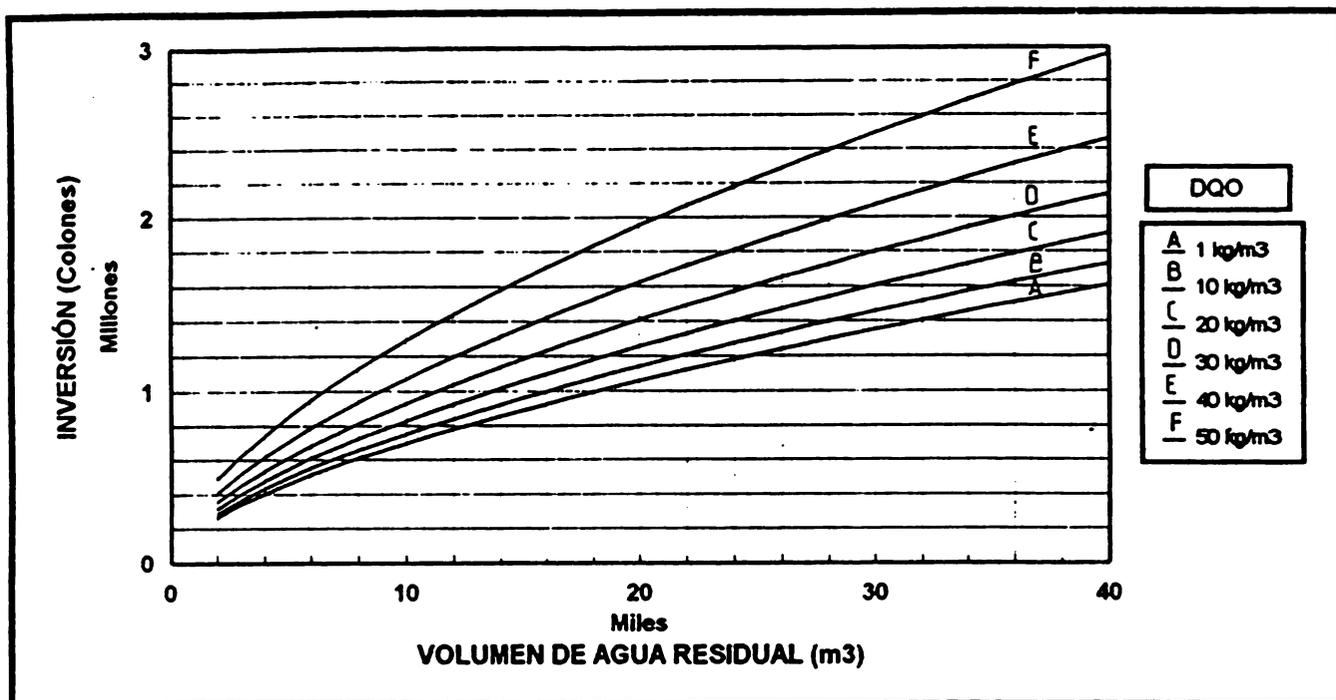


FIGURA 7. Inversión requerida para el tratamiento de las aguas residuales del café en función del volumen de agua y de la concentración de la contaminación a tratar. Beneficios de las clases I y III.

#### 4.4.2. Necesidades globales de inversión

La adecuación ambiental implica invertir en cuatro áreas claramente definidas: estudios ambientales, modificaciones al proceso, tratamiento de desechos y control de gases de invernadero; por supuesto, la contribución relativa de cada una variará de un beneficio a otro.

Una estimación global de la inversión que el sector beneficiador de café necesita hacer para adecuarse ambientalmente, puede calcularse suponiendo dos niveles de inversión, uno bajo y uno alto, para cada una de las áreas señaladas (cuadro 11), lo que define cuatro estratos económicos de beneficios (cuadro 12). Conociendo el número de beneficios existentes en cada estrato y la inversión por cada tipo de beneficio (cuadro 13), se calcula en cerca de ₡ 200 000 000 (US\$ 22 831 000) la cifra que la agroindustria del café tiene que invertir en los próximos cinco años, si ha de atenerse al plazo máximo estipulado por la Ley del Medio Ambiente.

**CUADRO 11. Inversión para convertir un beneficio de café en una industria más limpia <sup>1</sup>**

ÁREA DE INVERSIÓN	Monto de la inversión (US\$)	
	NIVEL BAJO	NIVEL ALTO
Estudios ambientales	8 000	8 000
Proceso	50 000	250 000
Tratamiento de desechos	40 000	150 000
Control de gases de invernadero <sup>2</sup>	ND	ND

<sup>1</sup> cifras apreciativas; no se ha tomado en cuenta la capacidad de producción del beneficio

<sup>2</sup> ND: no determinado

**CUADRO 12. Estratos económicos de los beneficios de café en función de las necesidades de reconversión hacia industrias más limpias**

ESTRATO ECONÓMICO	NECESIDAD DE INVERSIÓN	
	PROCESO	TRATAMIENTO DE DESECHOS
I	Bajo	Bajo
II	Bajo	Alto
III	Alto	Bajo
IV	Alto	Alto

**CUADRO 13. Inversión requerida para convertir los beneficios de café de El Salvador en industrias más limpias. 1US\$ = ₡ 8.76.**

<b>ESTRATO ECONÓMICO</b>	<b>NÚMERO DE BENEFICIOS</b>	<b>INVERSIÓN POR BENEFICIO ( colones)</b>	<b>INVERSIÓN POR ESTRATO (colones)</b>
I	25	852 600	21 315 000
II	37	1 809 600	66 955 200
III	9	2 592 600	23 333 400
IV	24	3 549 600	85 190 400
<b>TOTAL</b>	<b>95</b>		<b>196 794 000</b>

## **5. INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

El desarrollo de una gestión ambiental de calidad en los beneficios de café, de la que el plan de adecuación es sólo una parte, tiene a las actividades de investigación y desarrollo como una condición necesaria aunque no suficiente.

La investigación aplicada relacionada con las aguas residuales del café deberá estar orientada a:

- 1) realizar los estudios de laboratorio necesarios para una mejor comprensión de los procesos;
- 2) evaluar los procedimientos que actualmente se utilizan para manejar las aguas residuales; respecto a esto, se sabe poco acerca de la práctica común en El Salvador de irrigar terrenos con las aguas residuales del café, de modo que se necesita estudiar el efecto a largo plazo sobre la física, la química y la biología del suelo, así como caracterizar los sistemas de cultivo asociados a la práctica;
- 3) evaluar a escala de prototipo las tecnologías de tratamiento promisorias.

En cuanto a los abonos orgánicos derivados de los desechos del café las líneas generales de la investigación han sido descritas en relación a la pulpa de café (Lardé, 1996b) a lo que hay que añadir la evaluación agronómica de los lodos de las lagunas.

La introducción del enfoque de la producción más limpia en el beneficiado del café determina la necesidad de conocer más a fondo varios aspectos del proceso.

Primeramente, deben hacerse estudios exhaustivos de casos de particular interés. Por ejemplo, es necesario identificar las pautas tecnológicas que determinan el bajo consumo del agua y los combustibles en unas instalaciones y la situación opuesta en otras. A su vez, pueden elegirse plantas para adecuarlas hacia la producción más limpia y analizar metódicamente todas las facetas de la planificación y ejecución de las medidas. Respecto a esto, los análisis disponibles (Coto, ¿1993?, Madon & Obando, 1993, Tiraboschi & Coto, 1994) son ilustrativos. Claramente es necesario aplicar enfoques ingenieriles al problema (Alger *et al.*, 1984, Huezco y Ayala, 1985).

Se requiere las bases experimentales para el diseño de los sistemas de transporte de materiales con un mínimo consumo de agua. De interés es el efecto sobre el flujo de los materiales de las pendientes, la geometría y tipo de los conductos, y la relación de la cantidad de agua a la cantidad de material transportado.

Para optimizar el uso del agua en el tanque usado para la clasificación hidrostática de los frutos, deben determinarse la mínima relación de agua a frutos y el tiempo de residencia aceptables.

Debe profundizarse en el mejoramiento de los diseños de las máquinas para el lavado del grano, con énfasis hacia la reducción del consumo de agua en esta etapa.

En vista de que se han adoptado máquinas desmucilagadoras de diversos tipos y fabricantes, se necesitan hacer estudios comparativos del funcionamiento de ellas y del impacto en el consumo de agua.

Deben evaluarse con modelos matemáticos, los sistemas de captación de aguas lluvias que se han construido en algunos beneficios de café, para relacionar el volumen captado con la distribución e intensidad de las lluvias y con las pérdidas por evaporación. Esto contribuirá a disponer de mejores criterios de diseño para estos sistemas.

Aunque se han realizado estudios pioneros (Alonzo, 1981; Alvarado & López, 1995), las tecnologías energéticas y los patrones existentes en la generación y el uso de la energía no son tan bien conocidos en los beneficios de café, por lo que deben hacerse esfuerzos en esta dirección.

Para la etapa del secado deben estudiarse comparativamente los diferentes métodos del secado preliminar, el efecto de las condiciones de secado en la dinámica del fenómeno, la eficiencia en el secado para identificar las secadoras más apropiadas y el secado solar del grano para optimizar este método.

En cuanto a la pulpa de café, hay que obtener datos sobre el secado solar y mecánico de este material y conocer más a fondo la combustión sólo o mezclada con cascarilla.

Finalmente, de algunos factores se sabe tan poco que deben hacerse investigaciones básicas. Por ejemplo, las características de los gases de combustión

deben establecerse en función del tipo de combustible y de la eficiencia en la combustión; los escurrimientos de la pulpa deben aforarse; los niveles de ruido y de la contaminación del aire por partículas en el recinto de trabajo deben medirse.

Igualmente importante, es estudiar las causas de los problemas de calidad debidos a los factores tecnológicos del beneficiado.

## **6. CONCLUSIÓN**

Las obligaciones determinadas por la Ley del Medio Ambiente son restricciones pero a la vez oportunidades para la agroindustria del café. Aunque el desarrollo tecnológico del beneficiado del café en El Salvador ha ocurrido históricamente sobre bases predominantemente empíricas, la agroindustria del café se encuentra en una situación tecnológica que debe permitirle enfrentar las nuevas circunstancias.

Como lo ha demostrado esta revisión, han ocurrido progresos en cuanto al consumo de agua y el secado. Respecto al manejo de los desechos, habrá que aplicar medidas adicionales para reducir el impacto ambiental. Adicionalmente, existen medidas prácticas de bajo costo que pueden implantarse a corto plazo para mejorar la gestión ambiental en los beneficios.

Contrariamente a la creencia generalizada, se ha hallado que las aguas residuales del café constituyen un peligro para el entorno sólo en una fracción relativamente baja de los beneficios. Esto deberá disminuir, a medida que se progresa en las acciones ambientales. Para ello, será esencial que existan normas ambientales específicas para la agroindustria del café.

Al analizar la experiencia mundial en el tratamiento de aguas residuales del café, se concluye que existen procesos comprobados para depurar este tipo de aguas y que la cuestión se reduce a afinar el conocimiento de ellos mediante la investigación, identificar los procesos más convenientes para las condiciones específicas del sitio, elegir las tecnologías apropiadas para ponerlos en práctica y hacer las inversiones necesarias. Respecto a este último punto, deberán existir el apoyo financiero y los incentivos ambientales adecuados para estimular a las empresas beneficiadoras a tomar acciones hacia la gestión ambiental.

## **7. RECONOCIMIENTOS**

Los datos de consumo de agua provienen de mediciones efectuadas para otro estudio por los ingenieros Ernesto Velásquez Zarco, Efraín Ortiz, Luis Tobar y Walter Zelaya de PROCAFE. En la recolección y análisis de las aguas residuales participaron los ingenieros Óscar Hernández y Noé Rodríguez, y el químico analista Saúl Jacinto. Casi todas las necesidades de investigación y desarrollo para la producción más limpia fueron identificadas por el Ing. Luis Tiraboschi, durante su estadía como consultor del Coffee Technology Transfer Project de USAID/IRI/PROCAFE; el autor también contribuyó a esta tarea.

## **8. REFERENCIAS**

- ALGER F., J.G.; GASPAR M., J.E.; JIMÉNEZ F., F.A. 1984. Soluciones prácticas a la distribución en un beneficio de café, alternativas de secado y recomendaciones para el uso de los desechos. Tesis Ing. Ind. San Salvador, Salv., Universidad Politécnica de El Salvador. 133 p.
- ALONZO MAZARIEGOS, C.E. 1981. Estudio exploratorio de las modalidades de secamiento de café (*Coffea arábica*) en Guatemala. Tesis Ing. Agron. Guatemala, Gua., Universidad de San Carlos de Guatemala. 92 p.
- ALVARADO RODRÍGUEZ, H.G.; LÓPEZ ALFARO, K. DEL PILAR. 1995. Caracterización de equipos de secado de café existentes en beneficios de El Salvador. Tesis Ing. Quím. San Salvador, Salv., Universidad de El Salvador. 119 p.
- ANANDA ALWAR, R.P.; KRISHNAMURTY RAO, W.; RAMAIAH, P.K. 1992. Treatment methods of waste water emanating from modified pulper cum washer and their economics. *Indian Coffee (India)* 56(1): 11-15.
- ANÓNIMO. 1903. Reglamento sobre establecimientos insalubres. Diario Oficial, San Salvador (Salv.); mayo 29: 937.
- ANÓNIMO. 1998a. Código de Salud con reformas incorporadas. s.l., Editorial Jurídica Salvadoreña. p.44.
- ANÓNIMO. 1998b. Decreto no. 235; reformas al Código Penal. Diario Oficial 340(131): 2-3.
- BESTEIRO, A.G.; MATLY, M.; OBANDO, S.; WASSER, R. 1994. Por un café limpio; guía para el uso del beneficiador de café. San José, C.R., PEICCE. 49 p.
- BLACK, H.H. 1961. Engineering studies of coffee mill wastes in El Salvador, C.A., october 18-november 9, 1960. Cincinnati, Robert A. Taft Sanitary Engineering Center. 3, 55 p.
- CALDAS, F. 1996a. Evaluación de generadores de calor y secadores utilizados en el beneficiado del café en El Salvador y Costa Rica. ABECAFE (Salv.) Enero-Marzo: 22-24, 27. (Cont.).
- CALDAS, F. 1996b. Evaluación de generadores de calor y secadores utilizados en el beneficiado del café en El Salvador y Costa Rica. ABECAFE (Salv.) Abril-Junio: 26-28.
- CAÑAS, C.G. ¿1991? Reconversión equivale a reducir la contaminación. In Navarro, R.A.; Pons, G.; Amaya, G.E., *comps.* El pensamiento ecologista. s.l., Centro Salvadoreño de Tecnología Apropiaada. p. 319-321.

- CATHUO, B.; RANTALA, P.; MÄÄTTÄ, R. 1991. Coffee industry wastes. *Water Science and Technology* (G.B.) 24(1): 53-60.
- CIENFUEGOS, R.E.; HERNÁNDEZ, O.; ZARCO, E. 1997. Descripción de los cambios químicos y biológicos entre la temporada seca y lluviosa de los Ríos Asino y Nejapa y su relación con la agroindustria del café. In *Simposio Latinoamericano de Caficultura* (18., 1997, San José, C.R.). [Memorias]. San José, C.R., ICAFE/IICA-PROMECAFE. p. 493-498.
- COTO CHINCHILLA, O. ¿1993? El beneficio de café de Coope Agri El General RL; una iniciativa de vanguardia en el secado del café. San José C.R., PEICCE. s.p.
- CURRENT, D.; JUÁREZ, M. 1992. El estado presente y futuro de la producción y consumo de leña en El Salvador. s.l., CATIE. p. 35-36.
- DURÁN, O. 1936. Beneficio del café. *La República*, San Salvador (Salv.); marzo 10: 2; marzo 11 :2.
- Reimpreso de *Diario Oficial*, San Salvador (Salv.) no. 142, junio 17, 1884.
- EL SALVADOR. DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS. 1996. VI Censos Económicos 1993; agroindustrias y electricidad. San Salvador, Cartotecnia Salvadoreña. v.4, p. 109.
- EL SALVADOR. DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD. 1959. Los "beneficios de lavar café" en 1959. San Salvador. 26 p.
- EL SALVADOR. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. ¿1998? Ley del Medio Ambiente. s.l., MARN/AID. 74 p.
- FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ. 1992. Régimen legal. Nueva San Salvador, Ricaldone. p.1.
- GÁLVEZ, G.C.; VELASCO, A.C. 1997. Estudio de mercado de los abonos orgánicos con énfasis en la lumbricultura basada en la pulpa de café. San Salvador, PROCAFE. p. irr.
- GHIRINGELLO, S. 1998. Permiso de funcionamiento de industrias. Dirección de Atención al Medio Ambiente. San Salvador. 2 p. (Comunicación escrita).
- GUERRERO, J. 1991. El beneficiado moderno del café. *ABECAFE* (Salv.) Set.-Dic. : 39-42, 45-48.
- GUERRERO, J. 1992. Técnica de la catación de café. *ABECAFE* (Salv.) Abril-Junio : 42, 44-45, 47-49, 51.

- HIDALGO U., G.; VÁSQUEZ M., R.; RODRÍGUEZ S., A. 1992. Estudio del manejo de los efluentes líquidos del beneficiado del café en El Salvador y México. San José, C.R., CICAFAE. 12 p.
- HUEZO TOLEDO, E.B.; AYALA ASTORGA, A.S. 1985. Bases para la optimización del proceso de un beneficio de café: un enfoque de ingeniería química. Tesis Ing.Quím. San Salvador, Salv., Universidad de El Salvador. 12, 183 p.
- LARDÉ, G. 1996a. Efecto coagulante del hidróxido cálcico en aguas residuales del café. In Simposio sobre Caficultura Latinoamericana (17., 1995, San Salvador, Salv.). [Memoria]. Tegucigalpa, PROMECAFE. v.1, p.irr.
- LARDÉ, G. 1996b. Valorización de la pulpa de café por medio de la fabricación de abonos orgánicos. In Simposio sobre Caficultura Latinoamericana (17., 1995, San Salvador, Salv.). [Memoria]. Tegucigalpa, PROMECAFE. v.1, p.irr:
- LARDÉ, G. 1996c. El beneficiado del café y la protección ambiental. ABECAFE (Salv.) no.25: 10-12.
- LARDÉ, G.; VELÁZQUEZ ZARCO, E.; RODRÍGUEZ, N.; HERNÁNDEZ, O.; JACINTO, S.; ORTÍZ, E.; TOBAR, L.; ZELAYA, W. 1997. Situación actual de los desechos líquidos del café en El Salvador. In Simposio Latinoamericano de Caficultura (18., 1997, San José, C.R.). [Memorias]. San José, C.R., ICAFE/IICA-PROMECAFE. p. 425-428.
- MADON, G.; OBANDO, S. 1993. Beneficio integral de café San Antonio; un pionero en el beneficiado limpio. San José, C.R., PEICCE. s.p.
- MARTIN, P.F. 1985. El Salvador del siglo XX. San Salvador, UCA Editores. p.161, 164-165.
- PANAYOTOU, T.; FARIS, R.; RESTREPO, C. 1997. El desafío salvadoreño: de la paz al desarrollo sostenible. s.l. Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social, Consejo Empresarial Salvadoreño para el Desarrollo Sostenible. p.106.
- PEÑA, R. 1886. Más sobre el beneficiado del café. Boletín de Agricultura (Salv.) 4(21): 553-554.
- PEREZ BRIGNOLI, H. 1994. Crecimiento agroexportador y regímenes políticos en Centroamérica; un ensayo de historia comparada. In Tierra, café y sociedad. Comp. Por H. Pérez Brignoli y M. Samper. San José, C.R.; FLACSO. p. 29.
- TIRABOSCHI, L. 1996. Report of Consultancy USAID/IRI/PROCAFE; Coffee Technology Transfer Project. Santa Tecla, Salv., IRI. p. irr.

- TIRABOSCHI, L.; COTO, O. 1994. The productive use of coffee waste: the case of Industries Ideal, El Salvador. In Commercially succesful biomass energy projects in developing countries. Ed. by José Ma. Blanco Rodríguez. San José, C.R., Biomass Users Network. p. 93-109.
- WAUGH, T. 1997. Waste management Coffee Industry Board. In Simposio Latinoamericano de Caficultura (18., 1997, San José, C.R.). [Memorias]. San José, C.R., ICAFE/IICA-PROMECAFE. p. 403-407.
- WU, N.T. 1995. Study to assess the feasibility of composting coffee pulp; final report - March 1995. Canton, Mass., EE.UU., E & A Environmental Consultants. 49 p.

## **ANEXO A**

### **APLICACIÓN DE UN ÍNDICE AMBIENTAL AL ANÁLISIS DEL RIESGO AMBIENTAL DEL BENEFICIADO DEL CAFÉ**

En esta sección se presentan y discuten los métodos, resultados y conclusiones de un análisis del riesgo ambiental de la agroindustria del café en El Salvador, basado en un índice ambiental relacionado con las aguas residuales del café. Debe considerarse como una primera aproximación, pues se basa principalmente en reconocimientos no exhaustivos en el sitio complementados con revisiones bibliográficas. A pesar de ello, las conclusiones que el ejercicio brindó son enteramente válidas.

#### **Métodos**

Se utilizó un modelo basado en cinco factores ambientales importantes relacionados con las aguas residuales del café y en tres niveles de riesgo ambiental. Estos fueron definidos lo más cuantitativamente posible para cada uno de los factores (cuadro A1).

Para cualquier beneficio en particular, al  $i$ -ésimo factor ambiental le corresponde un nivel de riesgo  $r_i$ . El riesgo ambiental  $R$  es la suma de todos los niveles  $r_i$ , esto es,

$$R = \sum r_i \quad [1]$$

$R$  puede tomar valores comprendidos entre 0 y 10 que representan, respectivamente, los casos extremos de un beneficio absolutamente integrado al entorno en el sentido de la ecología industrial, y de un beneficio que es, potencialmente, un serio problema ambiental, lo que obliga a una supervisión extrema. A partir de esta escala, se definieron tres clases de beneficios de café, en función del riesgo ambiental (cuadro A2).

El modelo se aplicó a 39 beneficios de café para los que se conoce la situación de los factores ambientales considerados. Aunque los elementos de esta muestra no se escogieron estadísticamente, puede considerarse representativa de la población (cuadro A3).

## **Resultados y discusión**

Se encontró que el 38.5 % de los beneficios se halla en la clase de bajo riesgo, el 35.9 % son de riesgo mediano y el 25.6 % representan un alto riesgo para el ambiente. Si los factores ambientales ajenos al proceso no variaran, la adopción gradual de medidas orientadas a la producción más limpia de café y al tratamiento de los desechos, eventualmente haría desaparecer la clase de alto riesgo y, como consecuencia, el 64.1 % de los beneficios de café sería de bajo riesgo y los restantes de riesgo mediano. Esto representa el límite que se puede alcanzar en cuanto a la reducción del riesgo ambiental.

La adecuación de las instalaciones de un beneficio y los cambios en la zona actuando simultáneamente, pueden lograr que éste se desplace de una clase a otra. Tómese, por ejemplo, el caso real de un beneficio que consume agua por arriba de la media y situado en una zona poco poblada cerca de una zona natural de lavas antiguas en sucesión ecológica en la que no hay ríos ni agua subterránea cercana a la superficie. Si se reduce el consumo de agua y se mejora la capacidad de tratamiento, el valor actual de R igual que 7 disminuiría a 3 porque ambos factores tendrían un nivel de riesgo de 0, después de los cambios; en otras palabras, el beneficio dejaría de tener un alto riesgo para el ambiente y pasaría a ser uno de bajo riesgo. Si, eventualmente, la zona se puebla, esto añadiría dos unidades de riesgo adicionales, con lo que el beneficio quedaría definitivamente con un valor de R igual que 5, esto es, en la clase de riesgo mediano.

Geográficamente, los beneficios de alto riesgo (el 70 % de esta clase) se concentran en las planicies (cuadro A4) o, visto de otro modo, solamente el 16.7 % de los beneficios situados en zonas montañosas es de alto riesgo (cuadro A5); este predominio del alto riesgo en las planicies se debe, en parte, a la mayor disponibilidad de agua y a la mayor densidad de población que usualmente caracteriza a estas regiones. Las clases de riesgo bajo y mediano se reparten por igual entre las zonas montañosas y las regiones llanas (cuadro A4); en las planicies, las diferentes clases están igualmente representadas (cuadro A5).

La forma en que cada grado de riesgo se distribuye respecto de la capacidad instalada (cuadro A6) sigue la misma tendencia general. Los datos disponibles no aportan evidencias de que el riesgo ambiental esté determinado por factores relacionados con la posible diferenciación tecnológica del beneficiado según el tamaño de la planta.

El modelo utilizado puede modificarse de varios modos. Primeramente, pueden tomarse en cuenta otros factores ambientales como la capacidad de recuperación del entorno ante las descargas contaminantes y el impacto de los desechos sólidos del café y de las emisiones gaseosas. Se puede considerar, a su vez, ponderar los diferentes factores a fin de considerar la importancia relativa entre ellos; respecto a esto, en el estado actual de conocimientos resultaría sumamente subjetivo hacer esta ponderación. Finalmente, es conveniente establecer criterios cuantitativos que definan los niveles de riesgo para aquellos factores en que hagan falta, como la población en el área de influencia y la capacidad de tratamiento.

CUADRO A1. Criterios básicos para definir el riesgo ambiental de los beneficios de café

NIVEL DE RIESGO	FACTOR AMBIENTAL					Capacidad de tratamiento <sup>2</sup>
	Población en el área de influencia	Profundidad del agua subterránea (m)	Cercanía de ríos	Consumo de agua de proceso (dm <sup>3</sup> / kg) <sup>1</sup>		
0	Aislamiento	> 20	ningún río	3.3 - 6.6	Alta	
1	Áreas medianamente pobladas	10 - 20	> 100 m del río	>6.6 - 10.3	Mediana	
2	Áreas muy pobladas	< 10	≤ 100 m del río	> 10.3	Baja	

<sup>1</sup> Volumen de agua por masa de café oro; 1 dm<sup>3</sup> / kg = 12.2 galones / quintal. La media nacional es 10.3 dm<sup>3</sup> / kg.

<sup>2</sup> Capacidad alta significa que hay tecnologías avanzadas o suficiente superficie para lagunamientos.

**CUADRO A2. Clasificación de los beneficios de café según el riesgo ambiental**

<b>CLASE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>R</b>
I	Riesgo bajo	0 - 3
II	Riesgo mediano	4 - 6
III	Riesgo alto	7 - 10

**CUADRO A3. Distribución de frecuencia de la población de beneficios de café en El Salvador y de la muestra usada en el análisis de riesgo ambiental, en función de la capacidad instalada.**

<b>Capacidad instalada (Mg café oro)</b>	<b>Población (frecuencia)</b>	<b>Muestra (frecuencia)</b>
230 - <2 300 <sup>1</sup>	0.633	0.567
2 300 - <4 600 <sup>2</sup>	0.244	0.216
≥ 4 600	0.123	0.217

<sup>1</sup> corresponde al rango 5 000 - <50 000 quintales oro

<sup>2</sup> corresponde al rango 50 000 - <100 000 quintales oro

**CUADRO A4. Distribución de cada clase de beneficios según el riesgo ambiental entre las planicies y las zonas montañosas. Cifras en porcentajes.**

	Beneficios en montaña	Beneficios en planicies	TOTAL
Riesgo bajo	53.3	46.7	100.0
Riesgo moderado	50.0	50.0	100.0
Riesgo alto	30.0	70.0	100.0
TOTAL		-	-

**CUADRO A5. Distribución de los beneficios en las planicies y zonas montañosas entre las diferentes clases según el riesgo ambiental. Cifras en porcentajes.**

	Beneficios en montaña	Beneficios en planicies	TOTAL
Riesgo bajo	44.4	33.3	-
Riesgo moderado	38.9	33.3	-
Riesgo alto	16.7	33.4	-
TOTAL	100.0	100.0	-

**CUADRO A6. Distribución del riesgo ambiental en función de la capacidad instalada de los beneficios de café.  
Cifras en porcentajes.**

	CAPACIDAD INSTALADA ( Mg café oro)			TOTAL
	230-<2 300	2 300-<4 600	>4 600	
Riesgo bajo	66.7	6.7	26.6	100.0
Riesgo mediano	53.8	23.1	23.1	100.0
Riesgo alto	50.0	40.0	10.0	100.0

## **ANEXO B**

### **PROPUESTA DE REQUISITOS MÍNIMOS DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LOS BENEFICIOS DE CAFÉ DE EL SALVADOR**

#### **1. Mantenimiento de registros**

Los beneficios de café estarán en la obligación de mantener registros pertinentes a la gestión ambiental. Los registros estarán accesibles para la revisión de las autoridades ambientales y de los funcionarios de las organizaciones partícipes del proyecto, siempre que éstas lo requieran. Los siguientes serán de carácter obligatorio:

- i) registro de leyes, reglamentos, ordenanzas municipales y otros documentos oficiales que competan a las obligaciones ambientales de la empresa;
- ii) registro de constancias de visitas efectuadas por las autoridades ambientales y miembros de organizaciones técnicas privadas;
- iii) registro de los informes de análisis de laboratorio;
- iv) registro de accidentes y situaciones anómalas;
- v) registro de la documentación pertinente a los avances en la elaboración del diagnóstico ambiental y el plan de adecuación conforme lo exige la Ley del Medio Ambiente;
- vi) registro de la gestión de la pulpa de café;
- vii) registro de la gestión de las aguas residuales del café.

Los registros consistirán en cartapacios anillados identificados en la parte externa, en los que se recopilarán los documentos pertinentes.

#### **2. Gestión de la pulpa de café**

- 2.1.** Semanalmente se harán inspecciones en los promontorios de pulpa de café para detectar la presencia de larvas y pupas de la mosca doméstica.

La administración del beneficio elaborará informes semanales acerca de la gestión de la pulpa de café y mantendrá un registro de estos informes. Éstos contendrán la siguiente información:

- i) cantidad de pulpa de café producida durante la semana;
- ii) cantidad de pulpa de café retirada durante la semana;

iii) fecha, hora, puntos de inspección y observaciones realizadas respecto a la presencia de la mosca doméstica;

iv) acciones realizadas para la gestión de la pulpa de café como aplicación de cal, volteo, cubrimiento de los promontorios, control del jugo escurrido y otras, descritas con detalle.

**2.2.** La producción de abonos orgánicos por los medios que sean, deberá estar incluida en el registro de la gestión de la pulpa de café. Se detallará lo siguiente:

i) descripción del proceso en prosa y con su diagrama de flujo;

ii) plano de las instalaciones de la producción de abonos en relación con el beneficio, las fuentes de agua y las viviendas o comunidades más inmediatas;

iii) cantidad y tipo de sustratos utilizados;

iv) número de unidades de producción (aboneras, tanques digestores y otros);

v) registro de las operaciones diarias;

vi) cantidades de abono producido;

vii) descripción exhaustiva de los usos del abono orgánico;

**2.3.** Quedan terminantemente prohibidas las siguientes acciones:

1) usar la pulpa húmeda del café para mitigar el polvo de los caminos;

2) aplicar insecticidas sobre la pulpa de café para el control de la mosca doméstica;

3) aplicar productos comerciales reputados como orgánicos para coadyuvar a la descomposición de la pulpa de café, a menos que se haya demostrado su efectividad e inocuidad;

4) depositar la pulpa húmeda del café sin una cobertura apropiada en los cafetales;

5) descargar la pulpa de café directamente a los ríos.

### **3. Gestión de las aguas residuales del café**

- 3.1.** Podrán optar a la certificación solamente aquellos beneficios que no consuman más de 8 l/kg café oro (100 galones / quintal oro).
- 3.2.** Si el agua subterránea se halla a menos de 10 m de la superficie, será obligatorio reducir la capacidad de infiltración en las lagunas de estabilización.
- 3.3.** Se llevará un registro del nivel del agua en cada una de las lagunas. Para ello, se realizarán mediciones semanales con los instrumentos apropiados.
- 3.4.** Cuando hubiere pozos situados a no más de 500 m de las lagunas, se deberán tomar muestras de agua, al menos de un pozo situado en una cota superior a las lagunas y de uno situado en una cota inferior. Las muestras se tomarán mensualmente por personas entrenadas, mientras haya agua residual retenida en las lagunas.
- 3.5.** Si el beneficio está contiguo a un río, se tomarán muestras del agua del río en puntos situados a menos de 100 m tanto aguas arriba como aguas abajo. Las muestras se tomarán mensualmente por personas entrenadas, mientras haya agua residual retenida en las lagunas.
- 3.6.** Si las lagunas están afuera del área definida en el apartado anterior, se tendrán que tomar muestras adicionales del agua del río, en puntos situados a menos de 50 m tanto aguas arriba como aguas abajo de las lagunas. Las muestras se tomarán mensualmente por personas entrenadas, mientras haya agua residual retenida en las lagunas.
- 3.7.** Será obligatorio efectuar los siguientes análisis a las aguas:
  - i) demanda química de oxígeno o demanda bioquímica de oxígeno;
  - ii) potencial de hidrógeno;
  - iii) turbiedad;
  - iv) nitrógeno total;
  - v) conductividad eléctrica.

Serán válidos solamente los análisis realizados por organizaciones de competencia notoria que sigan métodos científicamente validados.

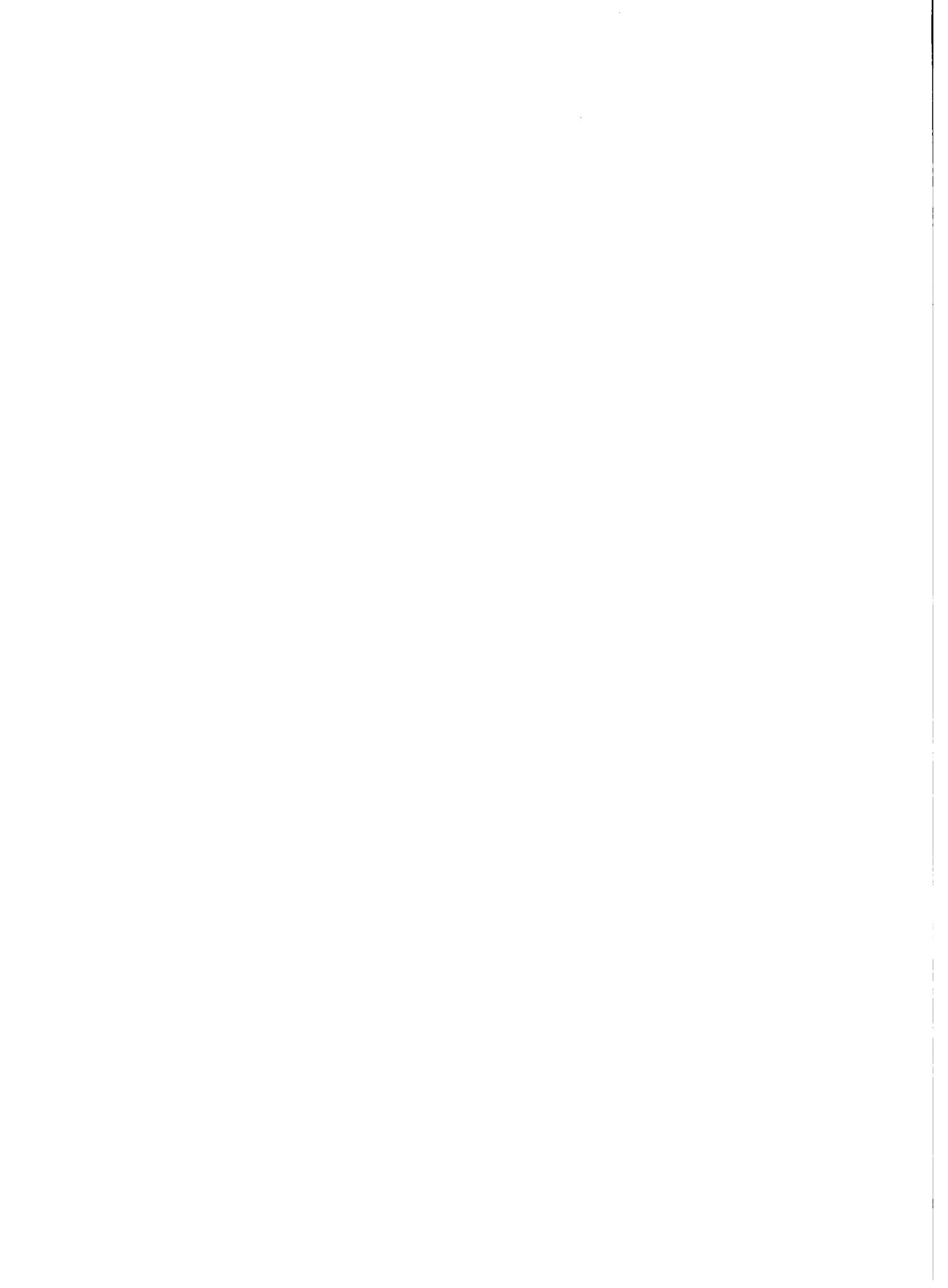
- 3.8.** Se aprueba la irrigación por surcos con agua residual del café siempre que no haya riesgo de contaminar las fuentes de agua, no se produzcan malos olores y no se fomente la proliferación de la mosca doméstica. Se usará como referencia la siguiente tabla:

<b>Concentración en el agua (mg DBO / l)</b>	<b>Tasa de irrigación (m<sup>3</sup> / ha.día)</b>
50 000	15
40 000	20
30 000	25
20 000	35
10 000	70
5 000	140

Se elaborará un informe semanal de las prácticas de irrigación en el que se describirá en detalle, la técnica empleada, el tipo de cultivo, la superficie irrigada, la tasa de irrigación y cualquier otra información que sea pertinente.

- 3.9.** Quedan terminantemente prohibidas las siguientes acciones:

- 1) usar agua residual del café que contenga más de 1 000 mg/l de demanda química de oxígeno para mitigar el polvo de los caminos;
- 2) aplicar insecticidas al agua residual retenida en las lagunas para el control de la mosca doméstica;
- 3) aplicar productos comerciales reputados como orgánicos para coadyuvar a la descomposición del agua residual o para controlar malos olores, a menos que se haya demostrado científicamente su efectividad e inocuidad;
- 4) descargar el agua residual del café directamente a los ríos.



**1.3 SITUACION TECNOLOGICA Y AMBIENTAL  
DEL BENEFICIADO HUMEDO DE CAFÉ EN  
HONDURAS**



# Situación del Beneficiado en Honduras

Carlos R. Pineda<sup>1</sup>

## Introducción

Aunque hay reportes de la actividad cafetera desde el siglo pasado la historia del café en Honduras es relativamente reciente al compararla con el resto de países centroamericanos, es a partir de 1950 que la expansión de la caficultura se hace cada vez más fuerte y acelerada en todas las regiones del país y a todos los niveles de productores. En ese entonces la producción nacional era insignificante en el mercado mundial, para 1970 que es el año que se crea el Instituto Hondureño del Café (IHCAFE) se reportan cerca de 600 mil quintales y en la cosecha 97/98 recién finalizada las ventas sobrepasan los 3 millones de sacos. Este aumento en la producción ha propiciado el surgimiento de múltiples actividades relacionadas con el beneficiado húmedo y que son el propósito de esta discusión.

## Generalidades del cultivo del café en Honduras

En Honduras solamente se cultivan variedades de la especie *Coffea arábica* y se procesa el café para la exportación por la vía húmeda. ("suaves")

El área sembrada es de 260 000 hectáreas, con un predominio de los "pequeños productores" ya que el 76% tienen extensiones menores de 3.5 ha.

La Productividad promedio nacional es de 0.67 Ton/ha de café verde.(14.5 QQs/ha); Observándose promedios mínimos de 0.4 ton/ha y máximos de 1.2 ton/ha. (8.8 y 25 QQs/ha respectivamente)

El 97% del cultivo es bajo sombra (ingas, Musas)

La responsabilidad de la cosecha está de acuerdo a la siguiente tabla:

Estratificación de Productores según su Producción Anual		
QQ Oro/año	# Productores	%
< de 25 qq	38870	60.97
Entre 25 y 100 qq	20146	31.60
Entre 100 y 500 qq	4383	6.87
> de 500 qq	348	0.57
<b>Total</b>	<b>63747</b>	<b>100</b>

<sup>1</sup> Ing. Agr. Programa de Beneficiado. IHCAFE, Honduras

## El Beneficiado Húmedo

La fase húmeda del beneficiado se realiza de 2 maneras.

En Centrales de acopio

En las Fincas de los Productores.

### Centrales

Durante la década de los años 70 el IHCAFE construyó 13 centrales cada una con capacidad de procesamiento de 2000 qq cereza/día en 8 de los 15 departamentos que producen café, con el propósito que los productores formaran sus cooperativas, pero esta actividad no tuvo mayor éxito y en la actualidad solo funcionan 3 de esas centrales. Dentro de los principales factores que incidieron para que el sistema de "centrales" no se implementara fue la falta de vías de comunicación en las zonas cafetaleras y la desconfianza por parte del productor en el sistema cooperativo cafetalero de ese entonces. Hoy en día productores individuales han construido sus propias centrales para compra del café en cereza; existen 20 centrales que manejan un 10 % de la producción nacional.

18 pequeñas centrales manejan entre 3mil a 10mil quintales Oro por año,

1 central maneja 30mil qq y

1 central beneficia 60 000 quintales oro /año para un total nacional de 300 000 quintales beneficiados a través de esta modalidad. El 80% del café cereza es llevado por cada productor al beneficio donde lo deja en "depósito" o lo vende al precio de plaza. Cada central determina la conversión cereza/pergamino seco o cereza/oro a utilizar de acuerdo a su conveniencia.



Distribución geográfica de las centrales de beneficiado en Honduras

Las centrales fueron construidas y equipadas para realizar sus operaciones fundamentalmente de forma hidráulica; cuentan con:

Tolva de recibo

Sifón

Canales para conducción de café y pulpa

Pilas para fermentación

Canal de clasificación

Patios de secado

Despulpadoras de disco

Bombas centrífugas

Secadoras “Guardiolas” y “verticales”

En los últimos 2 años tres centrales han sido reconvertidas para reducir la contaminación ambiental ya sea mecanizando las operaciones o utilizando la gravedad.

### **Beneficiado en Fincas**

Esta es la práctica generalizada en todo el país, procesándose de esta manera 3 millones de sacos (90%). Existen alrededor de 44mil beneficios los cuales han venido sufriendo transformaciones a través del tiempo para adecuarse a las demandas generadas por el aumento de la producción, y la conservación del ambiente.

Los beneficios de los pequeños productores cuentan entre sus estructuras y equipos con:

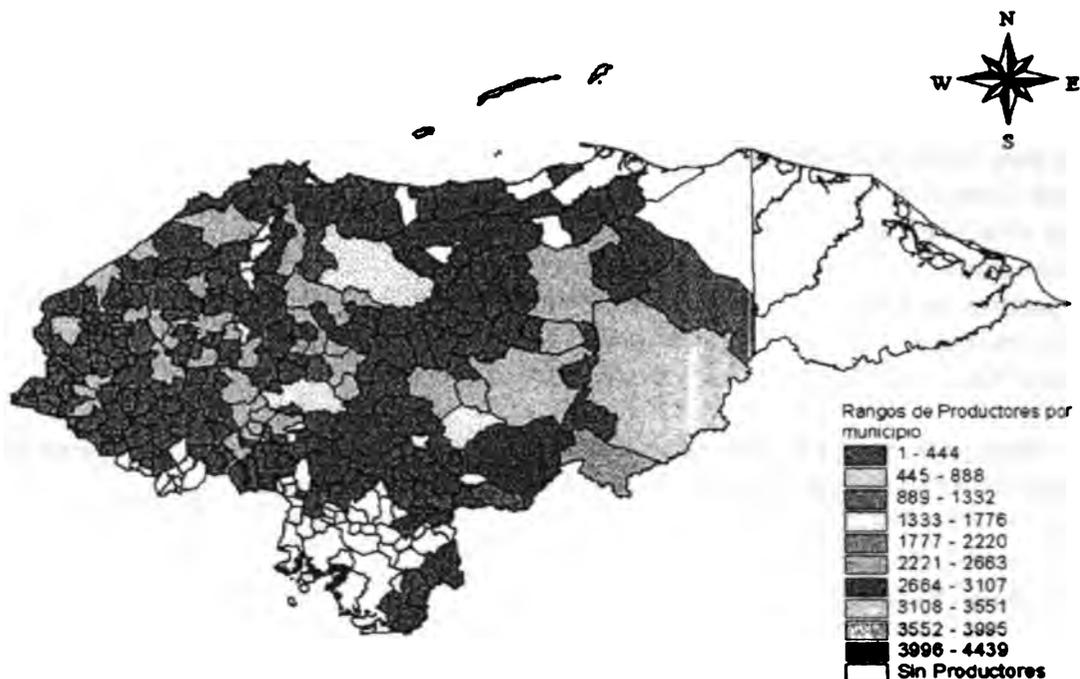
- 1) Pila para Fermentación y Lavado del café
- 2) Despulpadora # 2

Los medianos y grandes productores tienen lo siguiente:

- Tolva de recibo de café
- Sifón de flujo continuo ( no generalizado)
- Pilas para Fermentación y lavado
- Canal de Correteo (no generalizado)
- Patios de Secado
- Despulpadoras de Cilindro # 2, 3 ó 4 chorros
- Motores de combustión Interna (no generalizado)
- Zarandas Manuales (no generalizado)

Para la operación de los beneficios los pequeños productores se acostumbraron a colocar una “manguera” a la Despulpadora pensando que el agua facilitaría la operación del despulpado; los productores medianos y grandes incluyeron dentro de su beneficio el sifón de flujo continuo, el movimiento hidráulico del café y de la pulpa facilitando así sus operaciones pero sin tomar en cuenta su efecto sobre la conservación y utilización del agua y del medio ambiente en general.

## Distribución Geográfica de los productores en Honduras



A partir de 1993 se inicia la reconversión de los beneficios húmedos con énfasis en cuatro aspectos de interés institucional y nacional:

- La Conservación de la Calidad del grano
- Reducción en el consumo del agua
- Tratamiento del agua utilizada
- Valorización de la pulpa a través del Lombricompostaje

Para alcanzar ese propósito se diseñó 4 prototipos o modelos de beneficios de acuerdo a la producción anual de la finca y se clasifican así.

<b>MODELO</b>	<b>PRODUCCION</b> qq/año	<b>ANEXOS</b>	<b>EQUIPOS</b>
---------------	-----------------------------	---------------	----------------

I	Hasta 25	1 pila de Fermentación 1 Laguna de Tratamiento Area de Lombricultura	1 Despulpadora # 2
II	entre 25 y 100	1 tolva de recibo 2 pilas de fermentación 1 Laguna de Tratamiento Area de Lombricultura	1 Despulpadora # 3
III	entre 100 y 500	1 tolva de recibo 3 pilas de fermentación 1 canal de clasificación patios para secado 1 Laguna de Tratamiento Area de Lombricultura	1 Despulpadora # 4 o de Disco 1 Zaranda (opcional) 1 motor
IV	Mayor de 500	Tolvas de Recibo Pilas de fermentación Canal de clasificación Patios para secado Lagunas de Tratamiento Area de Lombricultivo	Despulpadoras de Disco motores Zarandas (opcional)

**MODELO PE... S**

I	Hasta 25	1 pila de Fermentación 1 Laguna de Tratamiento Area de Lombricultura	1 Despulpadora # 2
II	entre 25 y 100	1 tolva de recibo 2 pilas de fermentación 1 Laguna de Tratamiento Area de Lombricultura	1 Despulpadora # 3
III	entre 100 y 500	1 tolva de recibo 3 pilas de fermentación 1 canal de clasificación patios para secado 1 Laguna de Tratamiento Area de Lombricultura	1 Despulpadora # 4 o de Disco 1 Zaranda (opcional) 1 motor
IV	Mayor de 500	Tolvas de Recibo Pilas de fermentación Canal de clasificación Patios para secado Lagunas de Tratamiento Area de Lombricultivo	Despulpadoras de Disco motores Zarandas (opcional)

## Problemas Importantes en el Beneficio Húmedo

ETAPA	EN COLOMBIAS	EN FINCAS
<b>Recolección</b>	Escasez de mano de obra (elevado número de cereza sobremadura)	- Escasez de mano de obra  - Pocos mecanismos de control de la recolección (excesiva cereza verde)
<b>Despulpado</b>	- Mal manejo de equipo de despulpado (Calibración, Rendimiento)  - Altos volúmenes de agua (6m <sup>3</sup> /qq Oro)  - Movimiento hidráulico de la pulpa y del grano  - Subutilización de la capacidad de los motores	- Mal manejo de equipo de despulpado ( Calibración, Rendimiento)  - Uso inadecuado del agua (mangueras sobre tolva de despulpadora)  - Subutilización de la capacidad de los motores
<b>Fermentación</b>	- Desuniformidad en la fermentación (por insuficiencia de pilas de fermentación)	- Sobrefermentación (lavado del café con horas de retraso)
<b>Lavado</b>	- Altos volúmenes de agua por cada quintal oro	- Uso inadecuado del agua
<b>Secado</b>	- Capacidad de secamiento insuficiente	Poca capacidad de secamiento de intermediarios y exportadores (sistema de comercialización interna es mayoritariamente en pergamino húmedo)
<b>Subproductos</b>	Altos volúmenes de aguas residuales Contacto de agua/pulpa Uso inadecuado de la pulpa	Mal manejo de la pulpa y las aguas mieles.

## **Situación General sobre Legislación y normas Ambientales**

En Honduras existen diferentes leyes y organizaciones que velan sobre la conservación del medio ambiente, especialmente sobre los recursos agua, suelo y bosque.

En 1994 se creó el Ministerio del Ambiente como organismo regulador de parte del estado.

En diciembre de 1997 entró en vigencia las "Normas Técnicas de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario"

Para los cuerpos receptores permite los siguientes rangos:

<b>Parámetro</b>	<b>Concentración Máxima permisible</b>
PH	6.00 a 9.00
Sólidos Sedimentables	1.00 ml/l/h
Sólidos Suspendedos	100.00 mg/l
DQO	200.00 mg/l
DBO	50.00 mg/l

En la actualidad la alternativa que se ofrece a los productores es el encalado del agua de "lavado" en dosis de 1 libra de cal por quintal oro beneficiado y su posterior almacenamiento en "Lagunas". El agua utilizada del 22% de la producción nacional es enviada a lagunas de tratamiento.

La adecuación para pequeños productores de los sistemas de tratamiento anaerobios es la alternativa a mediano plazo.

Con relación a la pulpa de café se propone el Despulpado sin agua y la transformación posterior en abono orgánico por medio del vermicomposteo. Esta actividad se inicio en 1994 y cuatro años después solo en el 5% de la producción nacional es implementada obteniéndose unos 30000 quintales de bioabono en toda la república. Todavía queda un 3% de la producción que es enviada a las fuentes de agua.

Tanto para el ahorro y tratamiento del agua como en la utilización de la pulpa es necesario mejorar la entrega de servicios al productor y facilitarle los recursos económicos en la reconversión de los beneficios para una mejor adopción de estas alternativas.

## **1.4 SITUACION TECNOLOGICA Y AMBIENTAL DEL BENEFICIADO DE CAFÉ EN NICARAGUA**



## **SITUACION ACTUAL DEL BENEFICIADO DEL CAFÉ EN NICARAGUA.**

Victor R. Cantarero<sup>1</sup>

La Caficultura en Nicaragua, además de ser el principal rubro agrícola generador de divisas, es parte de la historia de nuestro país. Ciento cuarenta y ocho años, asociados con la producción de café, influyen mucho en las tradiciones y costumbres de las zonas cafetaleras.

El desarrollo comercial, logrado en los principales municipios cafetaleros, en gran medida se origina en la comercialización del café. Así mismo la generación de mano de obra en el cultivo y procesamiento, tiene como consecuencia que más de un cuarto de la población Nicaragüense, esté involucrada con la Caficultura.

En el procesamiento del café, el beneficiado juega un rol primordial, para la conservación de la calidad, del apreciado, en el ámbito internacional, café nicaragüense.

Dos términos son considerados, como parte del desarrollo de la Caficultura nuestra: "*Café lavado*", que indica el empleo de agua para el despulpado, lavado y clasificación en los denominados "beneficios húmedos" y el otro término es "*Sun dry*", o secado al sol. Esto es muy importante definirlo para poder establecer la cadena agroindustrial del café, tanto geográficamente como por las características y cantidades de las fincas cafetaleras y beneficios secos.

En vista de que en Nicaragua, se acostumbra el empleo de los recursos hídricos, para el beneficiado húmedo, se tiene una incidencia directa, en la alteración de las características organolépticas de las aguas, en otras palabras esto se traduce en "contaminación". Por esta razón se han implementado una serie de medidas de orden tecnológico, para mitigar el impacto ambiental negativo y cumplir con la legislación ambiental, vigente.

Consideramos muy oportuna, la realización del evento organizado, por PROMECAFE y en el que participan las organizaciones homólogas de UNICAFE, implicará un intercambio de experiencias muy positivas, que finalmente "con esfuerzos", lograremos llevar a nuestros productores.

---

<sup>1</sup> Ing. Agr. UNICAFE, Nicaragua.

## **1. EL BENEFICIADO HUMEDO:**

Este proceso en Nicaragua, prácticamente se introdujo con la Caficultura. Hasta hace algunos años, todavía era común, encontrar instalaciones, que tenían equipos con más de 80 años. En la actualidad, se están desarrollando esfuerzos por parte de los productores para la modernización de los beneficios húmedos, que mayoritariamente están al nivel de fincas y de los beneficios secos, que se encuentran en zonas geográficas y climáticas, favorables, para el secado del café.

### **Centralización:**

La particularidad del beneficiado húmedo, en nuestro país es que las características agroecológicas, productivas y de disposición de recursos hídricos generan dos tipos de procesamiento:

- El beneficio integral o centralizado, así llamado, por que integra el beneficio húmedo y el beneficio seco. Este tipo de beneficios se encuentran en la zona del pacífico: Carazo, Granada y se cuenta con unos 12, con una capacidad instalada de unos 150,000 quintales oro.
- El beneficio a nivel de finca, que es que mayoritariamente impera. Estos se encuentran ubicados en las principales zonas cafetaleras de la zona Norte: Matagalpa y Jinotega, así como en la zona de Las Segovias: Madrid, Nueva Segovia, Estelí, además de ubicarse algunos en fincas de la zona del Crucero, Managua.

### **Sistema de acopio del café uva:**

De igual manera, a las características del beneficiado, se da el acopio del café uva.

- En los beneficios centralizados, se disponen de centros de acopio, al que los productores llegan a entregar su café en uva, o bien los comercializadores disponen de transporte para la captación del producto.
- En los beneficios a nivel de finca, principalmente después de la recolección, entran los medios de transporte de la finca, a los plantíos, donde se realiza la medida y el café uva transportado en sacos, se conduce hacia el beneficio húmedo.

## Comercialización interna:

La comercialización interna, mucho tiene que ver con:

- las zonas geográficas de producción
- la infraestructura vial existente
- las razones culturales y de tradición de los productores.
- Formas de entrega: en uva o en pergamino oreado.

Existen los siguientes esquemas de comercialización y constituyen la parte medular, en la cadena agroindustrial del café:

Para el café uva, generalmente en la zona del pacífico:

- *Productor*                       $\longrightarrow$                       *Acopiador en finca.*

Esto está definido por la capacidad de movilización que tiene el productor. Si no dispone del medio adecuado, los acopiadores (coyotes o intermediarios), tienen capacidad para moverse. El precio pagado, muchas veces está a conveniencia del intermediario.

Este esquema funciona para los pequeños productores.

- *Productor*                       $\longrightarrow$                       *Centro de acopio.*

Este mecanismo, es empleado por los medianos productores. Normalmente los que atienden los centros de acopio, son representantes de las casas beneficiadoras y/o exportadoras. En estos lugares el café es recibido por volumen. Los productores ya exigen más, conocer los precios del café, de acuerdo a las referencias de la bolsa.

- *Productor*                       $\longrightarrow$                       *Beneficio centralizado.*

Este procedimiento, lo utilizan los medianos y grandes productores, con capacidad de movilización. El beneficio maneja los precios del día. Aquí la comercialización se puede hacer en dos niveles: el productor vende en café uva, o bien compra el servicio de beneficiado y se hacen las fijaciones en café oro.

- *Comprador en finca* → *Centro de acopio*
- *Centro de acopio* → *Beneficiador.*
- *Beneficiador* → *Exportador.*

El otro sistema que funciona es para el café pergamino, que proviene de la finca:

- *Productor* → *intermediario.*
- *Productor* → *Centro de acopio.*

El productor entrega, café pergamino mojado u oreado al intermediario y/o al centro de acopio. El criterio de humedad normalmente, lo tiene el comprador. La fijación del precio es inmediata o bien el productor opta por esperar precios, Normalmente esto ocurre con los pequeños productores o bien con medianos productores cuando son pequeñas cantidades.

- *Productor* → *Beneficio seco.*

Cuando el productor, dispone de medios de movilización entrega en los beneficios secos. Las entregas se hacen en pergamino mojado, húmedo u oreado. Depende de las condiciones e instalaciones del productor, en la finca. Los criterios de humedad, los maneja el comprador. En estas condiciones el productor acostumbra hacer las fijaciones, posterior a la entrega.

Otra forma de comercializar en este esquema, es que el productor solo compra el servicio de beneficiado y después remata con las casas exportadoras el café oro.

- *Productor* → *Beneficio seco del exportador.*

En vista de que las casas exportadoras están jugando un rol de intermediarias financieras, cada vez mas importante, los medianos y grandes productores, acostumbran entregar su café pergamino húmedo u oreado a los beneficios de las casas exportadoras.

### ***Distribución y número de beneficios centrales según capacidad operativa.***

Los beneficios centralizados, se encuentran principalmente en la zona del pacífico, en la meseta de Carazo: hacia estos beneficios confluye la producción de las zonas cafetaleras de Carazo, Granada (Volcán Mombacho) y El Crucero (Managua).

Se estima que hay unos 12 beneficios de este tipo y las capacidades operativas, están mas bien determinadas por los aspectos de comercialización y compra de servicios por parte de los productores, que por la capacidad instalada de que disponen.

Actualmente se están proponiendo para otras zonas cafetaleras, en vista a la problemática de contaminación, pero las experiencias negativas que ha habido, han influido para que los productores tengan poca aceptación hacia ellos.

**Beneficiado en fincas: (distribución, número en el país, tipología según diseño, equipo y capacidad operativa).**

Para las principales zonas productivas, que representan un 85-90%, puede decirse que existen, tantos beneficios húmedos como productores de café hay, haciendo la consideración que se toma en cuenta como beneficio húmedo, el proceso de despulpado, fermentación, lavado y clasificación. Se estima que pueden haber unos 27,900 beneficios húmedos.

Las beneficios húmedos se encuentran en cada finca cafetalera, en las proximidades de la infraestructura civil de que disponen: casas, campamentos, cocinas, etc. Esto tiene que ver con la facilidad de disposición de los recursos hídricos que se distribuyen para las necesidades básicas de la finca. Se hacen las correspondientes derivaciones de las fuentes de agua.

Hasta hace unos años se hacia una clasificación para los beneficios húmedos de acuerdo a las características productivas de las fincas y este criterio se mantuvo hasta hace poco; después de haberse implementado un plan de renovación de café y en la medida que se han venido estableciendo grandes plantaciones, los criterios de clasificación, han cambiado.

## Clasificación del beneficio de acuerdo a la capacidad productiva en la finca.

(Características del beneficio húmedo)	Antes	Ahora
Pequeño	1-50	1-200
Mediano	50-500	501-3,000
Grande	501-5,000	3,000-10,000
Muy grande	5000 y más	11,000-20,000
Gigante.		21,000 y más.

## 2. PROBLEMÁTICA DEL BENEFICIADO.

### *En el beneficiado húmedo:*

Aun cuando el beneficiado húmedo, es uno de los procesos más importantes en la obtención de un café de buena calidad, se ha priorizado más las labores agronómicas del cultivo. Esto se manifiesta tanto, en los aspectos técnicos, como financieros.

El beneficiado húmedo, enfrenta el reto de superar los siguientes problemas:

- Ubicación de los beneficios húmedos en la finca, ya que se construyen cercanos al resto de infraestructura de la finca, por razones de aprovechamiento de los recursos hídricos, se utilizan como bodegas y por la misma protección de las instalaciones.
- Obsolescencia de las instalaciones. Se estima que los beneficios húmedos, tienen como mínimo, más de veinte años de haber sido construidos, por lo que hay un serio deterioro de la infraestructura.
- Ubicación de los beneficios, cercanos a las fuentes de agua.
- Diseños, adecuados a alto consumo de agua y energía.
- Equipos y maquinarias viejos y obsoletos
- Falta recursos económicos para el mantenimiento y reparaciones.
- Falta de personal técnico capacitado.
- Falta de instalaciones para el manejo, disposición de los desechos: aguas mieles y pulpa de café.

### *En el secamiento:*

Generalmente los beneficios húmedos presentan los siguientes problemas para el secamiento:

- Ubicación en zonas altas y con bastante precipitación.
- Instalaciones aisladas de los centros poblacionales, que tienen como consecuencia, que no se pueda trasladar el café hacia zonas más favorecidas por las condiciones climáticas.
- Falta de patios de secado o de zarandas.
- Los tiempos que transcurren entre el lavado y el tendido del café, son en ocasiones bastante largos.
- El productor después de haber lavado su café, lo ensaca y posteriormente para el traslado hacia los centros de acopio, tarda dos o más días.
- El traslado del café hacia los beneficios secos, puede durar desde el productor hasta el beneficio unos 5 a 7 días.

### *Conservación de la calidad física e inherente del café*

Es orgullo del productor nicaragüense, producir un café de buena calidad, pero en la realidad se puede observar que parte de la calidad del café se sacrifica en el beneficiado húmedo o en el proceso de almacenamiento en la finca, en los centros de acopio o bien en el traslado del café hacia los beneficios secos

### *Eficacia operativa del diseño y el equipo:*

Se considera que todo equipo de beneficiado puede reunir las características más exigidas. La principal limitación está en el hecho de que la maquinaria y equipos de beneficiado húmedo son distribuidos a través de casas comerciales, que tienen poca injerencia en el diseño y puesta en marcha de los sistemas. La consecuencia estriba, en que de forma empírica se diseñen los beneficios y así mismo se monten. De estas formas después de instalado el beneficio se presentan cuellos de botella, que en algunos casos los productores tardan dos o tres cosechas en resolverlos.

### *Utilización del agua y recursos energéticos:*

El Programa de Biogás y Uso de Subproductos del Café del MIDINRA, posteriormente CONCAFE, durante el período 1,988 a 1,992 estuvo monitoreando beneficios húmedos en diversas cuencas, abastecedoras de agua potable y se determinó que el consumo de agua en los beneficios de café oscilaba entre los 3,000 y 4,000 litros por m<sup>3</sup>, correspondiendo al despulpado un 40% y al lavado y clasificación un 60%.

El agua es utilizada en los beneficios tradicionales, para el recibo: en los tanques sifón, para el transporte de café uva, hacia el despulpado, para el despulpado y para el lavado y clasificación.

Es habitual en Nicaragua, por las condiciones rurales en las zonas de producción el empleo de motores de combustión interna, que normalmente tienen una potencia por encima de la requerida. Con la introducción de beneficios "modernos", se están utilizando motores de hasta 133 H.P.

### *Valoración y utilización de los subproductos y contaminación ambiental:*

En este campo de trabajo, la principal limitación es la dispersión y el número de beneficios en las fincas. Se ha trabajado principalmente, en lograr que los productores dejen de depositar la pulpa de café en las fuentes de agua y que la utilicen para la elaboración de abonos orgánicos. UNICAFE, así como Organismos No Gubernamentales han promovido el lombricompostaje.

En el beneficiado húmedo el principal problema lo ha constituido el manejo de las aguas residuales (Aguas de Despulpado y Aguas de Lavado). Los mismos volúmenes de agua que se emplean hacen que estas sean aguas diluidas que tienen un promedio de concentración de 2 Kg. D.Q.O/m<sup>3</sup>, debido a que en valoraciones que se hicieron en el "proyecto de Biogás", la carga orgánica generada era de 6 Kg./qq oro, la que se diluye en 3 m<sup>3</sup> de agua.

En el período 1,988 a 1,992 se realizó mucha investigación para el tratamiento de aguas por medio de reactores anaerobios, lagunas de oxidación. Como resultado se construyeron 4 sistemas en fincas cafetaleras.

### **3. LEGISLACION Y NORMATIVIDAD AMBIENTAL.**

En Nicaragua, se parte del precepto constitucional, en su artículo 60, que estipula que "El Estado es el encargado de velar por la salud pública, el desarrollo social y el medio ambiente".

En 1,996 se publicó la Ley General del Medio Ambiente y su reglamentación, que norma, regula y/o prohíbe el vertido de desecho en fuentes de aguas.

Anteriormente, se había venido trabajando con las disposiciones sanitarias, publicadas en 1,987 y modificadas en 1,994. Estas disposiciones las hace cumplir el Ministerio de Salud.

En 1,995 se publicó el Decreto 33-95 que regula el vertido de aguas residuales de las diferentes industrias y quedaron establecidos los siguientes parámetros, para las aguas provenientes del beneficiado húmedo del café:

D.Q.O:	300 mg/lit
D.B.O:	150 mg/lit
PH:	6-8
S.S:	1 ml/lit

**Problemas actuales y soluciones en perspectiva:**

La principal queja de los productores es que las Instituciones encargadas en la formulación y aplicación de la normativa, no tomaron en cuenta la situación económica para la reconversión de los beneficios húmedos. No se consultó con las organizaciones de los productores, para la definición de los parámetros.

Actualmente, las organizaciones de productores están conscientes que es necesaria la aplicación de leyes para la protección del medio ambiente, pero que estas deben ir acordes con la economía de las fincas cafetaleras. Se deben de tomar en cuenta los programas y convenios establecidos por Instituciones homólogas de Centroamérica y las experiencias negativas y positivas que han tenido.

Se deben de establecer parámetros, que correspondan al Sector cafetalero en particular y en esto puede jugar un rol muy importante PROMECAFE.

#### **4. BENEFICIADO SECO:**

##### *Centralización de beneficiado seco:*

Se puede decir que en Nicaragua, el beneficiado seco, es un proceso centralizado y que principalmente se desarrolla en gran parte en una zona geográfica (Carretera Matagalpa-Sébaco) que es propicia para el secado al sol. De acuerdo a las características de entrega, se disponen beneficios en otras regiones del país.

##### *Número de beneficios secos:*

Se estima que en Nicaragua, están operando normalmente unos 95 beneficios secos. La principal actividad la realizan unos 25.

##### *Capacidades de operación:*

De acuerdo a datos de una encuesta, realizada por UNICAFE en 1,997 se determinó que la capacidad instalada, está por encima de la producción nacional.

##### *Exportación de café.*

La exportación de café, en Nicaragua es realizada por unas 30 casas exportadoras. Hasta hace unos años había restricciones para que los productores, comercializaran directamente la exportación. En la actualidad solo basta estar registrado en el Centro de Trámite de Exportaciones (CETREX), que extiende un permiso para la exportación.

##### *Calidades del café.*

A nivel interno, el café se comercializa como S.H.G, pero ya hacia el mercado internacional se comercializan calidades de café, denominadas como Segovia, Caribe, café orgánico. Hay que definir, que las habilidades de mercadeo son el que coloca las calidades del café en el Mercado Internacional.

## **5. PROBLEMAS IMPORTANTES EN EL BENEFICIADO SECO.**

### *En el diseño:*

Hay que señalar que una de las limitantes es que Nicaragua, no cuenta con equipos de especialistas, para la realización de diseños, para el beneficio seco y generalmente lo que los beneficiadores y/o exportadores hacen, es comprar el servicio de diseño a las casas comerciales fabricantes de maquinaria. Generalmente estas, ya incluyen en la cotización el costo del diseño.

### *Equipamiento:*

Nuestro país no dispone de casas fabricantes de equipos a nivel nacional. El equipamiento de los beneficios proviene de casas fabricantes de diversas nacionalidades. Mucho se depende del trabajo empírico de personal con experiencia que realiza el mantenimiento y las reparaciones de los equipos. Cuando se trasciende de la capacidad del operario, los beneficiadores dependen de la llegada del personal foráneo, con los accesorios y/o equipos que necesitan reemplazarse o repararse.

Se presentan cuellos de botella, en aquellos beneficios que no disponen de secadoras mecánicas, cuando hay problemas de lluvias.

### *Eficiencia operativa y energética:*

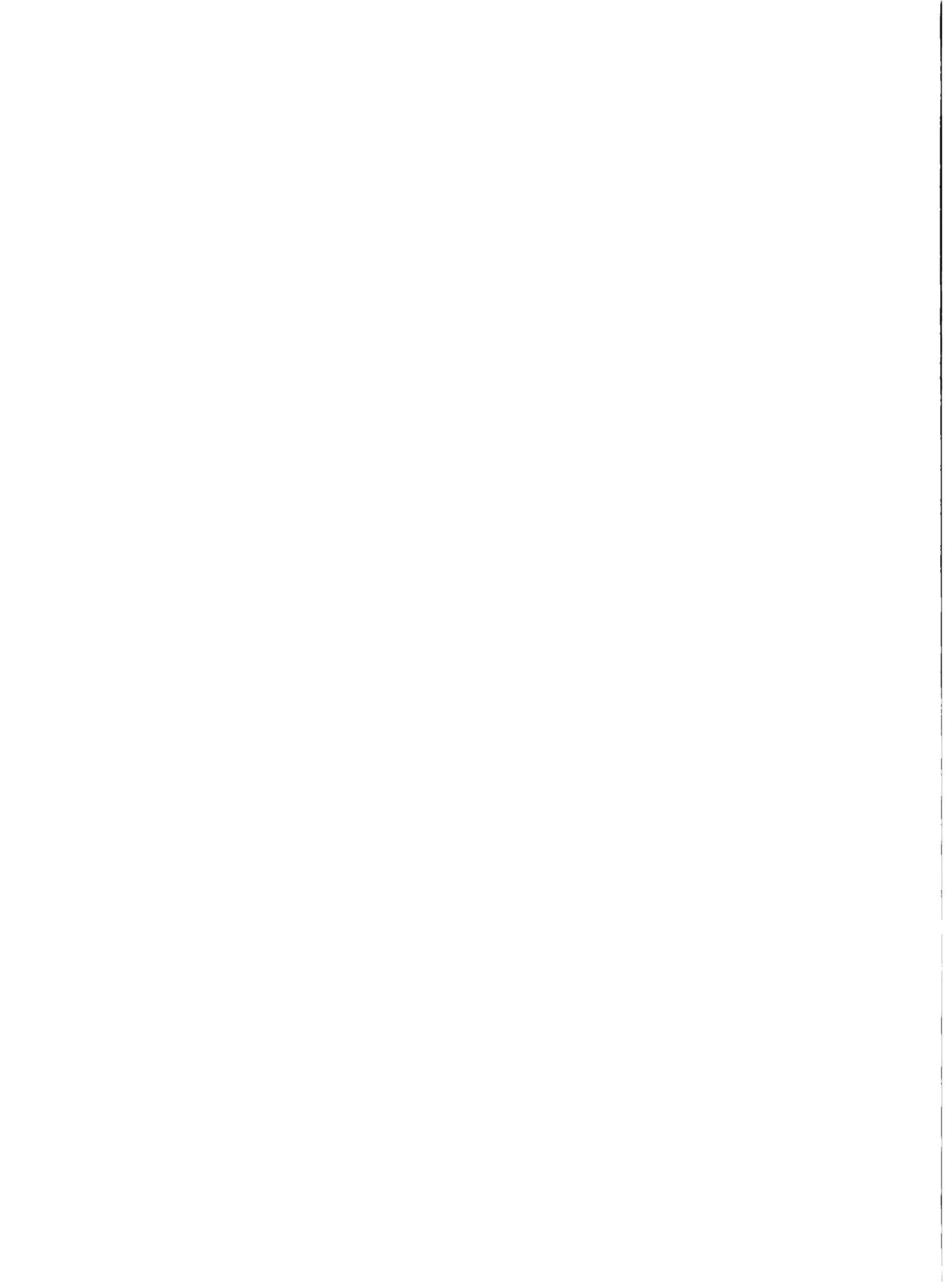
Si observamos la capacidad instalada que tiene el país, se puede considerar que tenemos una capacidad instalada, sub utilizada, ya que esta anda por encima de los 2.5 millones de quintales café oro y el país está produciendo 1.4 millones. Hay que considerar que se tiene mayor presión sobre los beneficios que pertenecen a las casas exportadoras, mientras que hay beneficios que tienen capacidad instalada para 30 o 40 mil quintales y solo procesan 3 0 5 mil quintales.

Por la forma en como se entrega el café a los beneficios secos, normalmente estos tienen que esperar que se reúnan suficientes partidas de café para procesar, es decir para trillar.

No existe la costumbre en el país, de realizar auditorias de eficiencia, tanto de los equipos como energéticas.



**1.5 DESCONTAMINACION DE LAS AGUAS  
RESIDUALES DEL BENEFICIADO DEL CAFÉ  
EN COSTA RICA**



## Estructura del Beneficiado Costarricense

- ◆ Actualmente operan 95 plantas beneficiadoras
- ◆ La capacidad promedio de una planta beneficiadora es de 40000 QQ oro por cosecha
- ◆ El 50 % de los beneficios se ubican en el Area Metropolitana
- ◆ Se ha estimado que unas 21 plantas beneficiadoras, procesan cerca del 80% de la producción nacional

## ***Antecedentes Relevantes de la Contaminación por el Beneficiado***

- ✓ Utilización de grandes volúmenes de aguas para procesar café (4000 litros / fanega)
- ✓ Generación de 360.000 TM de pulpa, con un manejo inadecuado
- ✓ Beneficiado se desarrolla en la época seca
- ✓ Consecuencias
  - Deterioro del ecosistema
  - Generación de malos olores
  - Proliferación de enfermedades
  - Dificultad para la reutilización de las aguas

## **Capacidad contaminante del fruto**

- ◆ **Aguas de Despulpado**
    - 160 g DQO / kg café verde
  - ◆ **Aguas de Lavado**
    - 170 g DQO / kg café verde
- Contaminación  
equivalente  
5.6 personas  
adultas por día**
- 
- ◆ **Pulpa de Café**
    - 360.000 toneladas de Pulpa

# **Convenio de Cooperación Interinstitucional para el Tratamiento de las Aguas Residuales del Beneficiario del Café.**

*M. de Salud.*

*ICAA*

*SNE*

*ICAFE*

*CAPRE-GTZ*

*M. del Ambiente*

**Plan voluntario  
Firmado en 1992**

**Reconversión  
tecnológica**

**Tecnologías de  
producción  
limpia.**

**LEY DE CONSERVACION DE LA VIDA SILVESTRE**  
( LEY 7317 del 7 de diciembre de 1992 )

Artículo 132:

Se prohíbe arrojar aguas servidas, aguas negras, desechos o cualquier sustancia contaminante en manantiales, ríos o quebradas, arroyos permanentes o no permanentes, lagos, marismas y embalses naturales o artificiales, esteros, turberas, pantanos, aguas dulces salobres o saladas.

Las instalaciones agroindustriales e industriales y las demás instalaciones deberán estar provistas de sistemas de tratamiento para impedir que los desechos sólidos o aguas contaminadas de cualquier tipo destruyan la vida silvestre. La certificación de la calidad del agua será dada por el Ministerio de Salud.

**Quienes no cumplan con lo estipulado en este artículo, serán multados con montos que irán de 50 000 a 100 000 colones, convertibles en penas de prisión de 1 a 2 años.**

## Comité Técnico de Revisión de Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales

Ministerio de Salud

Ministerio del Ambiente y Energía

Ministerio de Agricultura y Ganadería

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

Consejo Nacional de Rectores

Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica

Colegio de Microbiólogos y Químicos Clínicos de Costa Rica

Asociación Costarricense de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental

*El reglamento deberá ser revisado y actualizado – de ser necesario – en intervalos no mayores de tres años.*

*El Poder Ejecutivo puede solicitar la asesoría de este Comité para realizar las revisiones en intervalos no mayores de 3 años.*

*Las recomendaciones del Comité de Revisión podrán ser sometidas a consulta pública.*

## **Algunas Definiciones establecidas en el Decreto No. 26042**

Agua Residual: agua que ha recibido un uso y cuya calidad ha sido modificada por la incorporación de agentes contaminantes. Para los efectos de este reglamento se reconocen dos tipos: ordinario y especial

Agua Residual de Tipo Ordinario: agua residual generada por las actividades domésticas del hombre ( uso de inodoros, duchas, lavatorios, fregaderos, lavado de ropa, etc.)

Agua Residual de Tipo Especial: agua residual de tipo diferente al ordinario.

### **Parámetros de Análisis Obligatorio en Aguas Residuales de Tipo Especial**

- a) Demanda Bioquímica de Oxígeno
- b) Demanda Química de Oxígeno
- c) Potencial de Hidrógeno
- d) Grasas y Aceites
- e) Sólidos Sedimentables
- f) Sólidos Suspendidos Totales
- g) Temperatura

**CONCENTRACIONES MAXIMAS PERMISIBLES DE  
CONTAMINANTES POR TIPO DE ACTIVIDAD**

<b>Beneficios de Café</b>	<b>D.B.O. 5,20 ( mg / l )</b>	<b>DQO ( mg / l )</b>
	<b>1000</b>	<b>1500</b>

Decreto No. 26042- S- MINAE

Junio 19, 1997

**LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PARA EL VERTIDO DE AGUAS  
RESIDUALES EN CUERPOS DE AGUA**

<u>Parámetro</u>	<u>Límite Máximo</u>
Grasas y Aceites	30 mg / l
Potencial de Hidrógeno	5 a 9
Temperatura	15 C < T < 40 C
Sólidos Sedimentables	1 ml / l
Materia Flotante	ausente
<u>Y 28 parámetros más</u>	<u>.....</u>

## REPORTES OPERACIONALES

*Información mínima que deben contener:*

- a) Registro de Aforos
- b) Registro de Análisis de Laboratorio
- c) Registro de Accidentes y Situaciones Anómalas
- d) Evaluación del Estado Actual del Sistema
- e) Plan de Acciones Correctivas

### Otros artículos relevantes

Art. 21. Los análisis de aguas residuales deben practicarse en muestras compuestas.

Art. 22. ... aquellos entes generadores que solo viertan aguas residuales en períodos menores o iguales a cinco meses al año deberán presentar tres reportes equidistantes en el tiempo que dure cada ciclo de generación.

Art. 37. Se prohíbe para efectos de vertido, la dilución de aguas residuales con aguas no contaminadas tales como aguas de abastecimiento, aguas de refrigeración y las provenientes de cuerpos naturales.

# **Programa de tratamiento para las aguas residuales del beneficiado de café.**

**ICAFFE. COSTA RICA**

**Lic. Albino Rodríguez**

# Programa de trabajo del Convenio.

<b>Etapa</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Metas</b>
<b>I</b>	<b>Reducir el consumo de agua Recirculación de aguas Una sola descarga al cuerpo receptor</b>	<b>1m<sup>3</sup>/fan.</b>
<b>II</b>	<b>Tamizar sólidos finos Adecuada separación pulpa-agua</b>	<b>&gt; 0,7 mm</b>
<b>III</b>	<b>Sedimentar sólidos suspendidos Depósito de lodos Despulpas en seco y transportar pulpa sin agua</b>	<b>50%</b>
<b>IV</b>	<b>Tratamiento biológico de la materia disuelta en las aguas.</b>	<b>reducir DQO 80%</b>

# Parámetros de operación de la laguna anaerobia del beneficio El General. Pérez Zeledón.

Cosecha 96/97.

Parámetro	Valor
Producción diaria	340 -800 fan/día
Sistema despulpado	seco
Desmucilaginado	mecánico
Volumen de laguna	15 000 m <sup>3</sup>
Tiempo residencial	28 días
Caudal promedio	529 m <sup>3</sup> /día
Carga orgánica	14 959 kg DQO/ha/día
Consumo de agua	0.66 m <sup>3</sup> /fan
DQO: entrada	14 525 mg/l
salida	1542 mg/l

# Características de diseño y operación del reactor anaerobio del Beneficio San Juanillo. Naranjo.

Cosecha 96/97

Característica	Valor
Capacidad del beneficiado	400 fan/día
Producción de aguas residuales	400 m <sup>3</sup> /día
Generación de contaminantes	8 Kg DQO/fan
Concentración en aguas residuales	hasta 10 000 mg/L
Eficiencia de remoción	80 %
Producción de biogas	544 m <sup>3</sup> /día
Acidez (pH)	entrada 6.1, salida 6.7
Alcalinizante	NaOH
Costos de inversión	US \$ 284 m <sup>3</sup> reactor

# **Características de diseño y operación del reactor anaerobio del beneficio San Antonio.**

## **Desamparados. Cosecha. 97/98.**

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
<b>Producción</b>	<b>1800 fan/día</b>
<b>Consumo de agua</b>	<b>0,75 m<sup>3</sup>/fan</b>
<b>Generación de contaminantes</b>	<b>13 kg DQO/ m<sup>3</sup></b>
<b>Capacidad de tratamiento</b>	<b>5500 kg DQO/día</b>
<b>Producción de biogas</b>	<b>2400 m<sup>3</sup>/día</b>
<b>Producción de cont. (días pico)</b>	<b>11500 kg DQO/día</b>
<b>Rendimiento de biogas</b>	<b>0.44 m<sup>3</sup>/kg DQO cons.</b>
<b>Generación eléctrica</b>	<b>4 800 kwh/día (pico)</b>
<b>Planta completa</b>	<b>4 módulos</b>
<b>Costos de inversión</b>	<b>U.S \$ 250/ m<sup>3</sup> reactor</b>

# **Características de diseño y operación del reactor aerobio del beneficio La Rivera. Belén Cosecha 97/98.**

---

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
<b>Producción</b>	<b>700 fan/día</b>
<b>Despulpado</b>	<b>seco</b>
<b>Desmucilaginado</b>	<b>mecánico</b>
<b>Consumo de agua</b>	<b>0,8 m<sup>3</sup>/fan</b>
<b>Volumen de reactor</b>	<b>220 m<sup>3</sup></b>
<b>Tiempo residencial</b>	<b>5,5 h.</b>
<b>Potencia instalada</b>	<b>32 H.P.</b>
<b>Factura eléctrica</b>	<b>¢415 000/ mes</b>
<b>Agujeros p/burbujas (diam.)</b>	<b>3/16-1/4 pulg.</b>
<b>Eficiencia de remoción (prom.)</b>	<b>46 % DQO</b>
<b>Inóculo de bacterias</b>	<b>no</b>
<b>Nutrientes N/P: 18/46</b>	<b>1kg/h</b>

---

# Características de diseño y operación del reactor aerobio del beneficio La Meseta, P. Zeledón.

Cosecha 97/98.

Característica	Valor
Producción	1100 fan/día
Período de cosecha	agosto a marzo
Desmucilaginado	aquapulpas
Recirculación	total después de tamiz
Consumo de agua	0,3 m <sup>3</sup> /fan
Volumen de reactores (2)	350 m <sup>3</sup> /c.u.
Tiempo residencial	2 días.
Potencia instalada	20 H.P.
Aireación	microburbujas en inyección radial
Remoción de ambos reactores	76% DQO
Nutrientes presentes DQO/N/P	600/8/1

# CARACTERIZACION DE UN PRODUCTO BIOLÓGICO COMERCIAL PARA EL TRATAMIENTO AERÓBICO DE AGUAS.

## Composición:

⇒ *Bacillus megaterium*

⇒ *Bacillus subtilis*

⇒ *Bacillus thuringiensis*.

⇒ *Micrococcus sp.*

⇒ *Saccharomyces cerevisiae*

## Requieren:

⇒ O.D. = 2 ppm

⇒ relación C/N/P = 100/10/1

## No patógenas.

# Principales características de las lagunas anaerobias

Costos de inversión menores	Importancia de la economía de agua
Sin impermeabilizar	Costo : US \$4,68/ m <sup>3</sup>
Impermeabilizada	Costo : US \$7,66/m <sup>3</sup>
Neutralización con cal	Economía frente a la soda cáustica
Estables a disturbios externos	Choques hidráulicos y de carga orgánica
Reactores anaerobios : control analítico	Lagunas : operación más simple

R. Vásquez. XVIII Simposio Latinoamericano de cafcultura.  
Costa Rica . 1997.

# Resultados

- ↘ La economía de agua supera al 50 %.
- ↘ La meta de 1 m<sup>3</sup>/fanega fue mejorada.
- ↘ El tratamiento primario (tamiz y sedimentador) reduce el DQO en 30 %.
- ↘ El despulpado vía seca y transporte sin agua de la pulpa previene 50 % de contaminantes en las aguas residuales.
- ↘ La buena calidad del grano estará asegurada con efectivos controles en :
  - \* ajuste de despulpadores
  - \* períodos de fermentación
  - \* lavado final
  - \* reducir la espera al secado

# Resultados

- ↘ El impacto ambiental de aguas residuales y sólidos se ha reducido en forma evidente. MINAE informa reducción de 70 % en la cosecha 97/98
- ↘ El tratamiento secundario requiere optimizar su operación y manejo para lograr la remoción esperada de contaminantes.
- ↘ La inversión del sector beneficiador alcanza los U.S.\$ 50 millones.
- ↘ En un futuro cercano las normas de vertido de aguas serán más estrictas. Además se le pondrá atención a la eficiencia del consumo energético, a las emanaciones gaseosas y a otros impactos menores del beneficiado de café.

**1.6 SINTESIS DE LA SITUACION GENERAL DEL  
BENEFICIADO DE CAFÉ EN REPUBLICA  
DOMINICANA**



# **SINTESIS DE LA SITUACION GENERAL Y ALGUNOS ASPECTOS RELEVANTES EN EL BENEFICIADO DEL CAFÉ EN LA REPUBLICA DOMINICANA**

Pedro Alcides Morel<sup>1</sup>

## **Introducción:**

La república Dominicana tiene una extensión de 48,442.23 Km<sup>2</sup> ocupando dos tercios de la isla que comparte con la República de Haití, esta isla se encuentra ubicada entre las islas de Cuba y Puerto Rico.

Según el 7mo. Censo Nacional Agropecuario, existen 2, 428,418 tas. En unas 71,235 fincas cultivadas de café con una producción promedio anual de 1.2 millones de qq café verde.

Del total de fincas, aproximadamente el 94% tiene menos de 100 tareas (6 has) ocupando éstas el 60% del área sembrada; así también podemos señalar que el 82% tienen una extensión menos de 50 tareas (3has).

## **1. Comercialización del Café**

El Café dominicano en sentido general se comercializa a través de los exportadores tradicionales y de grupos asociados de caficultores. En este sentido podemos decir, que el café en República Dominicana se comercializa bajo el control de firmas exportadoras tradicionales, las cuales pasan de 40 y algunas asociaciones, núcleos o federaciones. Las firmas exportadoras casi todas tienen infraestructuras completas para el beneficiado seco del café con grandes capacidades. Pero es bueno resaltar que de éstas, unas 5 exportan aproximadamente el 60% de la

---

<sup>1</sup> Ing. Agr. Departamento de Café, Secretaría de Estado de Agricultura. República Dominicana.

producción nacional. Los principales problemas que presentan este tipo de beneficios son los diferentes tipos de café que reciben con diferentes formas de procesamiento; grado de humedad y tiempo de despulpado o cosechado.

En algunos años, que los grupos han recibido financiamiento para la elaboración de su café, éstos han llegado a comercializar y exportar entre un 20-25% de la producción nacional.

La capacidad financiera para los grupos asociados beneficiar y comercializar su café por cuenta propia oscila entre un 5 al 10% del total de la producción nacional y el restante 90-95% la hacen las firmas exportadoras tradicionales, como ha sucedido en los últimos años.

Podemos decir que el café dominicano, se comercializa internamente en estado de pergamino, desde recién despulpado, seco de agua, hasta pergamino seco, requintado, ya que aproximadamente entre un 60% y 65% del café es comercializado por intermediarios, quienes se transportan por todas las zonas cafetaleras y reciben el café en cereza o uva y en algunos casos despulpado, y entonces lo entregan a las casas exportadoras en estado de pergamino húmedo ó le dan un 1<sup>er</sup> secado en pequeñas infraestructuras que tienen para tales fines (secaderos o tendales) y lo entregan seco de agua, entonces son los grandes compradores o casas exportadoras los que terminan de secar el café para fines de descascarado, café pergamino seco o requintado, el tiempo que transcurre en ese proceso oscila desde 3 hasta 7 días.

Los principales problemas que presentan este tipo de beneficios, son los diferentes tipos de café que reciben con diferentes formas de procesamiento, grado de humedad y tiempo de despulpado o cosechado.

## **2. *Estimación de Cantidad de Beneficios o Beneficiados de Café Existentes:***

En República Dominicana no existe un inventario actualizado de los equipos e infraestructura existentes en fincas o explotaciones cafetaleras, tampoco hay informaciones, ni existen beneficios centrales particulares, sino algunos pertenecientes a asociaciones, núcleos o federaciones de caficultores, compradores o corredores intermedios y otros que pertenecen a grandes productores y exportadores tradicionales.

Existen en la actualidad unos 5 beneficios con capacidad operativa total de más de 5-10,000 qq c/u de café verde/año, con características de beneficiado ecológico.

Con características de beneficiados tradicionales húmedos existen distribuidos en toda la geografía nacional, pero instalados en las mismas zonas cafetaleras, mas de 150 beneficiado con capacidad total promedio de unos 3-5,000 qq de café verde c/u, pertenecientes éstos a asociaciones de caficultores, intermediarios y a grandes productores.

A nivel de finca existe una gran cantidad de infraestructura o pequeños beneficios que pertenecen a pequeños y medianos productores, los cuales le hace parte del proceso de beneficiado al café. Algunos productores, como habíamos señalado antes, despulpa y seca el café, otra gran cantidad lo deja a medio secar y es el exportador quien termina el proceso con grandes infraestructuras de secaderos al

sol, maquinas secadoras y descasadoras o piladoras. Esta cantidad de productores que comercializa el café esta forma a nivel de finca, representa aproximadamente entre un 15-20% del total nacional.

La mayoría de estos beneficios en su etapa seca utilizan algunos subproductos del café, como la cascarilla, para la producción de energía para el secado.

### ***3. Nivel de Tecnificación de los Cafetales***

El tipo de caficultura o nivel de tecnificación de las plantaciones, podemos clasificarla en 3 niveles, de acuerdo a la cantidad y calidad de las labores que se realizan, como son:

- 1) Cafetales altamente tecnificado, que son aquellos que le aplica un paquete tecnológico completo, acorde con las últimas innovaciones, los cuales obtienen altos rendimientos, estos cafetales se encuentran en zonas buenas y optimas.
- 2) Cafetales semitecnificados, son aquellas plantaciones, a las cuales los productores iniciaron con un paquete tecnológico avanzado; pero su manejo (fertilización, ciclo de poda, manejo de sombra y otros) no son los más recomendados para obtener altos rendimientos.
- 3) Los cafetales tradicionales o sin tecnificar, que son los que el productor sólo le aplica algunas labores de mantenimiento, en algunos casos, sólo para facilitar la recolección de la cosecha, obteniendo éstas bajos rendimientos.

Según esta clasificación, y de acuerdo con las últimas estadísticas del Depto del Café, se puede estimar la siguiente:

1. Cafetales tecnificados 10-15%
2. Cafetales semitecnificados 15-20%
3. Cafetales tradicionales 65-70%

#### ***4. Secado del Café***

El secado del café, tradicionalmente se hace de dos formas, en secaderos, tendales o patios (secado al sol) y en secadoras, utilizando para este caso las secadoras Guardiolas, Cilíndrica Horizontal y las verticales (secado mecánico).

El combustible utilizado en ambos tipos de secadoras es a base de Diesel, cascarilla de arroz, leña, cascara de jícara de cocos y otros.

Los secaderos o tendales, son utilizados principalmente como presecado ó presecamiento, ya que, como habíamos dicho antes en más de un 90% el proceso de café, termina con los exportadores que son los que tienen estas infraestructuras.

#### ***5. Problemas que inciden en la calidad del Café:***

- Uno de los principales problemas para el beneficiado del café, es la falta de vías de acceso en algunas zonas cafetaleras.
- Falta de agua, lo que obliga al pequeño productor a despulpar su café en la misma finca y a venderlo a un intermediario o entregárselo a la asociación en algunos casos recién despulpado.

- Poca mano de obra, principalmente para la recolección de la cosecha.
- Diversidad de actores en los canales de comercialización. Ej. Productor-corredor ambulante-intermediario-exportador.
- Falta de capacitación tanto a productores como a técnicos
- Poco incentivo económico por la calidad.

**1.7 COFFEE PULPERY OPERATIONS REVIEW AND  
TECHNOLOGICAL ADVANCES, THE  
JAMAICAN EXPERIENCE**



**REGIONAL CONFERENCE/SEMINAR ON COFFEE PULPERY OPERATIONS**  
**REVIEW AND TECHNOLOGICAL ADVANCES**  
**THE JAMAICAN EXPERIENCE**

Timon Waugh<sup>1</sup>

**INTRODUCTION**

Jamaica produces approximately 2.7 million kg of green bean annually, this represent less than one half a percent (0.05%) of the world's coffee production. We are therefore, a very small producer in comparison to our other partners in PROMECAFE.

There are approximately 24,000 farmers, of whom sixty percent (60%) have holdings of less than 1 hectare, thirty-eight (38%) of between 1-4 hectares and two percent (2%) of over 4 hectares.

The coffee growing region is divided in two distinct categories, i.e. Blue Mountain and Non-Blue Mountain. The Blue Mountain is located in the eastern end of the island and has a complex geological history, comprising, volcanic, Metamorphic and Sedimentary rocks. The maximum altitude is 2250m and temperature of between 15-28C. The Non-Blue Mountain coffee growing area is located in the central mountainous region of the island with soil generally derived from limestone and temperature of between 18-30C and altitude of between 100-1000m.

The level of production in both regions has varied over the year. However it is estimated that at present there are 3500 hectares of coffee planted in the Blue Mountains which produce 1.8M kg of green beans per year and 3000 hectares in the Non-Blue Mountain producing 0.9M kg of green bean per year.

---

<sup>1</sup> Technical Officer, Coffee Industry Board, Jamaica.

This system involves the following:

1. **Modification of process to use reduced volume of water** - This involves the introduction of non-hydraulic methods of transporting coffee and pulp from one stage to another, and pulping and washing with minimum amount of water.
2. **Screening of effluent** - This is done by hydrasieves with spacing of 0.75mm.
3. **Sedimentation** - The minimum retention in this unit is 12 hours.
4. **Anaerobic treatment** - This unit has a depth of 3.5m and minimum retention time of 21 days, and allows organic substances to be degraded by bacteria in the absence of oxygen.
5. **Plant Bed or Irrigation** - Water Hyacinth or Bull Rush is used to remove nutrients. In some cases the outflow from the anaerobic process is used to irrigate coffee fields.

This system is fully operational at Albany, the most recently constructed pulper, but implementation is at varying stages at the other pulperies. In the future bio-gas generated from the anaerobic process will be collected and used to provide fuel, for the generation of electricity. It is estimated that bio-gas could supply 80% of the energy needs at the pulper.

With assistance from IICA composting of pulp is being carried out using California Red Earthworms. Using this technology composting is completed in 90 days, without the worms it takes 240 days.

## **ENVIRONMENTAL LEGISLATIONS**

There are at least three articles of legislation which seek to control the discharge of trade waste in Jamaica. These are:

1. **The Natural Resources Conservation Act**
2. **The Wildlife Protection Act**
3. **The Public Health Act**

Whereas the Wildlife Protection Act forbids the discharge of any waste into specific water bodies, the Public Health and Natural Resources Conservation Act empower the respective bodies to set ambient standard as well as effluent standards..

In 1991 the Natural Resources Conservation Authority (NRCA) published a list of standards for the discharge of trade effluent. By law all trade effluent discharged must meet these standard or arrangement made to achieve the standard within reasonable time. Failure, by the organization could result in heavy fines and possible closure.

The Coffee Industry Board of Jamaica has developed an environmental action plan, which has been agreed to by the NRCA. This plan gives details of the waste management system which was earlier described, the implementation schedule, the expected results and the costs involved. According to the action plan, full implementation should be achieved by August 2000.

---

Jamaica's coffee production is based on the arabica species and typica variety. In the Blue Mountain reaping goes on all through the year with a major peak in September - October and a minor peak in March - April. For the Non-Blue Mountain reaping commences in July - August and finishes in January - February with one peak in September - October.

Processing is done exclusively by the wet method, utilizing pulper and aquapulpa. There are ten centralized pulperies (four in the Blue Mountain and six in the Non-Blue Mountain) which are used for processing the island's production, along with five finishing works.

### **ORGANIZATIONAL STRUCTURE FOR CHERRY COFFEE COLLECTION**

Coffee growers are divided into large groups called Coffee Co-operatives, which are divided into smaller units called coffee groups. In a general sense the Co-operative comprises the coffee growing region in a parish, while the groups represent the various communities within that Co-operative. There are twenty Co-operatives operating in Jamaica.

In each group there is one or more centrally located collecting points, called coffee depots. On the buying day, which is one to three days weekly depending on the volume of coffee being harvested, the farmer takes his cherry coffee to the coffee depot, where it is measured and a receipt/voucher issued to him/her by the person in charge of the depot, the selector.

The pulper manager dispatches trucks to pick up the coffee collected at each depot. The total collection at each depot is measured and a receipt issued to the selector by the trucker. Each

trucker is assigned several groups from which he collects cherry coffee and transports it to the pulper. When the trucker arrives at the pulper, the cherry coffee is weighed, the quantity calculated and the volume received reconciled with the total indicated on the voucher issued by the trucker.

Farmers who produce over 500 boxes per annum are allowed to deliver their cherry coffee directly to the pulper. Upon delivery the quantity is determined and a receipt issued to the farmer.

### **PAYMENT SYSTEM FOR CHERRY COFFEE**

Payment for cherry coffee is done in three installments. Approximately 40% when the cherry coffee is taken to the pulper, another 20% near the end of the crop (December/January) and a final payment when the green beans are sold (July/August).

The first payment is made to the Co-operative for all the cherry coffee supplied by its members for that week. The Co-operative pays the groups and each group pays the individual farmers. A cess of about 0.2% of the value of the cherry coffee is deducted and paid to the Co-operative for the cost of administrative functions. Farmers who take their coffee to the pulper are paid directly from the pulper.

## **QUALITY ASSURANCE**

Only cherry ripe coffee is accepted at the depot. If the supply contains more than 2% green (mature) or stale cherry it is rejected.

On buying days produce inspectors visit each depot and make checks to ensure that the quality of cherry coffee meets the required standard. Each farmer is required to float his coffee before delivering it to the depot, the selector does sample float as a check. When the cherry coffee reaches the pulper it is sampled and the percentage of float (light coffee) recorded. The payment to the farmer is reduced proportionate to the percentage of float.

## **PULPERY EQUIPMENT, LAY-OUT & MACHINERY**

In Jamaica 95% of the coffee produced is pulped and washed by the use of aquapulpa, the other 5% is pulped and fermented, then washed before drying. Disc pulpers are the type used in the pulping process, and aquapulpas are used for washing. Both machines are arranged in series at different levels i.e. (minimum of 1m) to facilitate gravity flow from pulper to aquapulpa.

Each processing line (pulper & aquapulpa) has a rated capacity of 150 boxes cherry coffee (20000 kg) per hour. After washing the wet parchment coffee is placed in concrete holding tanks and then pumped into trucks and transported to the Central Grading & Finishing Works.

Pulperies are usually located near a river which supplies the water needed for the process. Water requirement for pulper operation are as follows:

	<u>Before 96</u>	<u>Presently</u>
Transportation	3L/kg	2L/kg
Pulping	3L/kg	1L/kg
Washing (Aquapulpa)	9L/kg	1L/kg
Total	15L/kg	4L/kg

### **PULPERY WASTE MANAGEMENT**

The wet method of processing cherry coffee is associated with the generation of large volumes of highly polluted effluent. The disposal of this effluent, and the pulp to a lesser extent, has been a major problem in Jamaica, as well as most other coffee producing countries. However there has been recent advances in managing coffee pulper waste in the Jamaican coffee industry.

Pulper effluent has a BOD of between 3000-5000mg/l. Traditionally the pulp is trapped and taken to compost site, while the untreated effluent is discharge to the river. The dilution effect of the river was considered sufficient to take care of the pollution load of the effluent. With increased production, reduced river flows and increased environmental awareness, this practice was no longer acceptable. A new approach to the disposal of pulper waste was investigated, which has resulted in the a new system now being implemented.



## **2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL SEMINARIO**



## **1. RECOMENDACIONES SOBRE BENEFICIADO HUMEDO**

### **Generalidades**

- Aplicar los conceptos de tecnologías limpias del beneficiado, restringiendo el uso del término “beneficiado ecológico” a temas de mercadeo y comercialización.
- Buscar la unificación regional de conceptos técnicos, y crear un diccionario con los términos relacionados con el proceso de beneficiado en los diferentes países, así como elaborar tablas de conversión de las diferentes unidades de medida utilizadas.
- Establecer programas regionales de investigación y capacitación que cubran cada una de las etapas del beneficiado.

### **Recolección (Corte) y recibo de café**

- Elaborar y proponer normas legales que describan las condiciones óptimas en que se debe recolectar el café maduro, con indicación del máximo de café verde permitido (%).
- Elaborar estrategias en cada uno de los países de la región para evitar que los recolectores boten el café verde, por las pérdidas que ocasionan.
- Se recomienda que el tiempo transcurrido entre la recolección y el despulpado sea máximo de 10 horas.
- Sustituir el recibidor tipo sifón por recibidores semisecos o totalmente secos de acuerdo a las condiciones de cada región.

### **Clasificación del Fruto**

- Suprimir el uso de la separadora de verdes, ya que está demostrado su alto consumo energético y de agua, así como generador de contaminantes en las aguas.
- Destacar la importancia de clasificar el fruto maduro
- Investigar sobre el diseño más adecuado del sistema de clasificación de la fruta con el fin de lograr mínimo consumo de agua.

### **Despulpado**

- Continuar investigando tecnologías y optimización del despulpado. La despulpadora de disco ha demostrado mayor eficiencia, como unidad principal en una planta de beneficiado.
- Al evitar el contacto pulpa-agua, se previene el lavado de la pulpa y reduce la contaminación.
- Reduce el tiempo de fermentación, y mejora los rendimientos de café fruta a oro porque la pérdida de peso del grano es menor.
- Facilita el tratamiento posterior de la pulpa.
- Hace más eficiente la recirculación del agua porque no arrastra todas las sustancias como lo hacía antes.

### **Eliminación de mucílago**

- Se sugiere que los países establezcan programas para evaluar y certificar equipos y productos químicos para el tratamiento de desechos.
- Desarrollar e incorporar a la práctica pruebas rápidas de “punto de fermentación”, para respaldar la calidad en los beneficios que continúen practicando la fermentación.
- Continuar evaluando el desmucilaginado mecánico.
- Analizar las posibilidades del desmucilaginado mecánico para los pequeños productores, en especial los aspectos de costo y de calidad del grano.

### **Recirculación, Lavado y Clasificación**

- Fortalecer la práctica de recirculación de aguas tanto en el despulpado y lavado como clasificación del grano.
- Se recomienda la mecanización de los sistemas de lavado para hacerlo más eficiente (para beneficios de 1,000 qq café oro en adelante).
- Promover la construcción de cascadas gravitacionales de lavado.
- Continuar investigando sobre el uso de canales cortos de clasificación para sustituir los tradicionales.
- Se recomienda la recirculación de las aguas del primer lavado para economía de la misma.
- Promover la búsqueda de tecnología apropiada para pequeños productores.

### **Tratamiento de aguas**

- Evaluar y proponer normas o límites máximos de consumo de agua por qq de café oro procesado para cada país.
- Continuar con la práctica de retención o almacenamiento de las aguas servidas.
- Definir programas de investigación e implementación para el tratamiento de dichas aguas.

### **Manejo y uso de los desechos**

- Realizar investigación acerca del aprovechamiento del mucílago crudo en alimentación animal y en producción de pectinas, por razones de mejorar ingresos económicos y manejo ambiental.
- Se recomienda el transporte de la pulpa por vía seca para conservar los nutrientes para su uso posterior.
- Se recomienda el almacenamiento de la pulpa bajo techo para su mejor preservación.
- Prevenir el uso de plaguicidas sobre la pulpa almacenada.
- Fomentar las prácticas de compostaje y lombricultura.

- Facilitar el intercambio de información sobre trabajos de investigación, aspectos técnicos y nuevos desarrollos entre los países.

## **2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES SOBRE SECADO DEL CAFÉ.**

La calidad del café ha sufrido un significativo deterioro debido a las siguientes causas:

- Los canales de comercialización existentes en algunos países permiten el trasiego de café en diferentes estados de humedad.
  - Se recomienda promover en cada país estrategias para reducir la comercialización de café en diferentes estados de humedad, de preferencia que lo lleven a café pergamino en punto (seco).
  - Que los institutos o asociaciones cafetaleras ejerzan control a los participantes en el sistema de comercialización interna de cada país.
- La mayoría de plantas de procesamiento no cuentan con suficiente capacidad instalada en el área de secado.
  - Se recomienda verificar y mejorar la capacidad instalada implementando nuevas prácticas y equipos de secado con tecnología apropiada, en armonía con el medio ambiente.
- .. Falta de conocimiento en las prácticas de secamiento natural y mecánico.
  - Se recomienda promover programas de capacitación de amplia cobertura en el área de secado natural y mecánico.
- En la actualidad se usan equipos de secado mecánico inadecuados y obsoletos.
  - Se recomienda promover la evaluación e investigación de las características de diseño y operación de los equipos de secado más utilizados en esta región.
- No existen suficientes líneas de crédito para infraestructura de secado y almacenamiento para los pequeños productores.
  - En la planificación de líneas de crédito se debe dar prioridad a la fase de secado y almacenamiento.
- Existe carencia de conocimiento en el uso y manejo de los equipos de secado mecánico.
  - Se debe elaborar y ejecutar programas de capacitación en mantenimiento y seguridad industrial de la maquinaria y equipo de secado.

### **3. SOBRE ASPECTOS ORGANIZATIVOS E INSTITUCIONALES**

Dentro de la vocación agrícola de la Región Centroamericana y del Caribe, el cultivo e industrialización del café ocupa un lugar preponderante, por la excelente calidad de su grano, por su larga historia y por su amplia base socioeconómica de miles de pequeños productores.

#### **Recomendación general:**

Promulgar, fortalecer y desarrollar acciones que contribuyan al desarrollo integral de la caficultura de la región demanda disponer de estructuras que representen confiabilidad y garanticen la implementación de alternativas viables aprovechando las entidades nacionales y el compartir las experiencias generadas.

PROMECAFE debe ser el ente protagonista e integrador a nivel de los países miembros, en momentos que se pretende trazar el futuro agrícola de Centroamérica y el Caribe. En consecuencia es necesario que PROMECAFE se transforme en un ente autónomo y se constituya como un organismo promotor de la caficultura regional, con los siguientes objetivos:

- ◆ Identificar oportunidades financieras con organismos internacionales para programas de desarrollo, en beneficio de los pequeños caficultores.
- ◆ Constituir un foro integrador de las entidades cafetaleras nacionales para aprovechar las oportunidades y tecnologías existentes en cada país.
- ◆ Convertirse en una entidad asesora especializada, que cubra los aspectos normativos de calidad del grano, de protección ambiental y de salud pública relacionados con la industrialización del café, y problemas energéticos para el secado (conforme al marco legal y condiciones de cada país).
- ◆ Identificar áreas prioritarias de investigación, programas o proyectos que contribuyan a mejorar la productividad y competitividad del café; su comercialización, aprovechamiento de subproductos y valor agregado en las diferentes etapas del proceso agroindustrial.
- ◆ Determinar a nivel de cada país la problemática técnica, económica y ambiental para desarrollar alternativas de solución.
- ◆ Promover la capacitación, en especial a técnicos de las diferentes etapas de la cadena productiva del café.
- ◆ Institucionalizar los foros regionales que permitan la actualización de conocimientos, socialización de problemáticas y planteamiento de líneas de acción a ejecutar identificando la particularidad de cada país.
- ◆ Desarrollar acciones de divulgación que permitan a PROMECAFE hacerse conocer entre los organismos internacionales y empresas de los beneficiarios, asimismo publicar informes de las actividades desarrolladas en todos los niveles.
- ◆ Conformar una base de datos a nivel regional con operatividad sistematizada a nivel de cada país miembro.
- ◆ Promover la elaboración de normas técnicas para el beneficiado del café que respalden la calidad del mismo.

## NOTA DEL EDITOR

En las presentaciones sobre la situación del beneficiado en cada país, se podrán encontrar conclusiones y recomendaciones en algunos casos. En tales presentaciones hay cierta dificultad para derivar una caracterización general del beneficiado en la región, aunque se pueden sumarizar algunas características como las que le indican en los cuadros siguientes:

**Número de beneficios de café, según categoría, por país. 1998**

<b>Categoría</b>	<b>Guatemala</b>	<b>El Salvador</b>	<b>Honduras</b>	<b>Nicaragua</b>	<b>Costa Rica</b>	<b>R.Dominicana</b>	<b>Jamaica</b>
<b>Total</b>	<b>16145</b>	<b>n.d</b>	<b>44020</b>	<b>27995</b>	<b>95</b>	<b>n.d</b>	<b>15</b>
<b>Central*</b>	<b>20</b>	<b>93</b>	<b>20</b>	<b>95</b>	<b>95</b>	<b>45</b>	<b>15</b>
<b>En finca ó no comercial</b>	<b>16125</b>	<b>n.d.</b>	<b>44000</b>	<b>27900</b>	<b>-</b>	<b>n.d</b>	<b>-</b>

\* Instalaciones de tipo comercial, de beneficiado húmedo y seco, n. d =dato no disponible

En las cifras del cuadro anterior se destaca la característica de centralización total del beneficiado de café en Costa Rica y Jamaica, donde posiblemente se observa un mejor control de la calidad del café y de los efectos ambientales del proceso; en tanto que en Guatemala, Honduras, Nicaragua y R. Dominicana hay gran cantidad de plantas de beneficiado (especialmente de la fase húmeda) ubicadas en fincas, muchas de estas de tipo artesanal, lo cual implica dificultades en la conservación de la calidad inherente, del café y mayor impacto ambiental.

En el caso de El Salvador, aunque existe beneficiado en fincas, en las zonas cafeteras más apartadas de los grandes centros de producción, este se asume que únicamente comprende el procesamiento de una fracción mínima de la producción nacional, por lo cual la característica general del beneficiado es de estar centralizado.

Los casos más críticos de profusión del beneficiado en fincas, unido a un sistema de alta intermediación en el comercio interno del café, se observan en Honduras, Nicaragua y R. Dominicana, lo cual implica mayores dificultades en el control de la calidad de la oferta exportable de café.

En cuanto a la situación de efectos ambientales y regulaciones existentes, así como de propuestas para una descontaminación progresiva, se encuentra la siguiente situación:

**Programa de descontaminación y normas o límites, máximos de contaminantes en los afluentes del beneficiado de café, en los países de PROMECAFE. 1998.**

Normas	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Jamaica
	Vigente, Propuesto Por ley ANACAFE	Vigente, Propuesto por ley PROCAFE	Vigente, Propuesto por ley IHCAFE	Vigente, Propuesto por ley UNICAFE	Vigente, Propuesto por ley ICAFE	Vigente, Propuesto Por ley CIB
Programa de Descontaminación	- Si en 3 etapas	- Si a 6 años	- no	- no	Si concertado en 4 etapas	Si concertado al año 2000
DQO mg/l	- 1500	- 400 - 800	200 -	300 -	- 1500 -	
DBO mg/l	- 500	- nd	50 -	150 -	- 1000 -	
PH	- 6.5 - 8.5	- nd	6.9 -	8-8 -	- 5-9 -	
Sólidos sedimentables	- 2	- nd	1 -	1 -	- 1 -	
Sólidos Totales	- 1.5%	- nd	- -	- -		
d.						
Consumo de agua	- 90% reducción	- 8 l/kg café oro	- -	- -	- 80% de reducción	4 l/kg café oro

Los datos del cuadro anterior muestran la falta de un programa de descontaminación del beneficiado por iniciativa del sector cafetero en Honduras, Nicaragua y República Dominicana, a la vez que en los dos primeros países si existen disposiciones legales sobre los límites máximos de contaminación permitible (DBO, DQO y pH), aunque los mismos son inferiores a los concertados por el sector cafetero con otros organismos públicos en Costa Rica (ICAFE) y los propuestos por Guatemala (ANACAFE) y El Salvador (F. PROCAFE). Los límites máximos establecidos por el Ministerio del Ambiente en Honduras son los más bajos y difíciles de cumplir en la región.

Tanto en Costa Rica como en Jamaica, el sector cafetero por iniciativa propia ha concertado un convenio con autoridades de conservación de recursos naturales, medio ambiente y salud pública, para llevar a cabo un plan de descontaminación por etapas. Lo mismo pretende realizar Guatemala (ANACAFE) y El Salvador (F.PROCAFE), con acuerdos sobre los límites máximos permisibles de contaminantes vertidos por el beneficiado.

## **SEGUNDA PARTE**

### **3. DISERTACIONES SOBRE AVANCES TECNOLOGICOS EN EL BENEFICIADO DE CAFÉ**



### **3.1 Aspectos Conceptuales sobre la Calidad del Café**

### **3.2 El Secamiento del Café**

**Ing. Rodrigo Cleves S.  
Consultor, Costa Rica**

## **PROMECAFE**

SEMINARIO REGIONAL DE CONSULTA SOBRE  
SITUACION ACTUAL DEL BENEFICIADO DE CAFE.

ING. RODRIGO CLEVES.  
COORDINADOR  
NOVIEMBRE 1998

### **CONCEPTO DE CALIDAD EN CAFE.**

#### **MARCO DE REFERENCIA.**

LA COMPARACION DEL ANALISIS QUIMICO DEL GRANO DE CAFE EN ORO CON EL DE CUALQUIER OTRO TIPO DE GRANO NO ES VALEDERA, PORQUE EN LA TORREFACCION DEL CAFE OCURREN CAMBIOS RADICALES EN LA CONSTITUCION DEL MISMO.

EN EFECTO SE TRATA DE UNA PIROLISIS VIOLENTA A UNA TEMPERATURA DE APROXIMADAMENTE 300 ° C, EN LA QUE SE PRODUCE CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Y OTROS GASES. LO QUE HACE QUE SE DUPLICA O MAS EL VOLUMEN DEL CAFE, SE DESARROLLAN COMPONENTES AROMATICOS PARTE DE LOS CUALES SE VOLATILIZAN Y SE PRODUCE LA CAMELIZACION DE CARBOHIDRATOS Y OTROS CAMBIOS IMPORTANTES.

EN EL CAFE TOSTADO SE HAN DETERMINADO MAS DE 200 COMPONENTES AROMATICOS DE AHI LA DIFICULTAD EN PRODUCIR SUSTITUTOS.

DEBIDO A LAS TRANSFORMACIONES MENCIONADAS, LA INFUSION O BEBIDA OBTENIDA NO PRETENDE LLENAR NECESIDADES NUTRICIONALES DEL ORGANISMO, PORQUE EL CAFE NO ES UN ALIMENTO EN SENTIDO ESTRICTO.

EL CAFE SE CONSUME POR SER UNA BEBIDA AROMATICA, MUY AGRADABLE, CON EFECTOS ESTIMULANTES Y FISIOLÓGICOS:

1. EFFECTO VASODILATADOR SOBRE LOS CAPILARES DEL CEREBRO, LO CUAL ESTIMULA LA ACTIVIDAD MENTAL.
2. EFFECTO ESTIMULANTE SOBRE EL SISTEMA CARDIOVASCULAR Y EL RESPIRATORIO.
3. ACTIVADOR DE LA DIURESIS.

EL PRINCIPAL COMPONENTE RESPONSABLE DE LOS EFECTOS ENUMERADOS, ES LA CAFEINA (ALCALOIDE) SE AFIRMA QUE 1cc DE CAFEINA PURA INYECTADO DIRECTAMENTE EN LA VENA DE UN CABALLO, LO MATA EN SEGUNDOS.

**LA CONCLUSION FINAL ES QUE LA CALIDAD DEL CAFE TOSTADO NO SE PUEDE EVALUAR POR METODOS QUIMICOS. DEBE RECURRIRSE A LA PRUEBA DE CATAACION O DEGUSTACION (ORGANOLEPTICA)**

**ORIGEN DE LOS DEFECTOS Y DAÑOS EN EL CAFE.**

**COMPOSICION QUIMICA DE LA PULPA DEL CAFE  
 Y DE OTRAS MATERIAS PRIMAS**

NUTRIMIENTO	PULPA DE CAFE SECA	MAIZ	AFRECHO DE TRIGO
Humedad	12.6	10.6	13.6
Materia seca	87.4	89.4	86.4
<u>Extracto etéreo</u>	<u>2.5</u>	<u>4.3</u>	5.0
Fibra cruda	21.0	1.8	10.9
<u>Nitrógeno (N<sub>2</sub>)</u>	<u>1.8</u>	1.5	2.7
<u>Proteína</u>	<u>11.2</u>	<u>9.4</u>	15.5
Ceniza	8.3	1.3	5.3
<u>Extracto libre N<sub>2</sub></u>	<u>44.4</u>	<u>74.4</u>	49.7

Fuente: Turrialba Vol. 22 N° 3, Julio-Set. 1972.

**COMPOSICION DEL GRANO DE CAFE**

COMPONENTE	% PROMEDIO
Agua	9-12
Cenizas	4
<u>Nitrógeno</u>	<u>12</u>
Celulosa	24
Azúcar	9
Dextrinas	1-15
<u>Grasas</u>	<u>12</u>
Acido cafetánico	8-9
Cafeína	0.7-1.3
<u>Extracto sin Nitrógeno</u>	<u>18</u>
Aceite esencial	0.7
Materias solubles en agua	25.3

Fuente: Technical Resources International Inc.  
 Combined Technologies Inc. International.  
 Texas. U.S.A.

**PROMECAFE**  
**SEMINARIO REGIONAL DE CONSULTA SOBRE**  
**SITUACION ACTUAL DEL BENEFICIADO DE CAFE**

ING. RODRIGO CLÉVES  
 COORDINADOR  
 NOVIEMBRE 1999

**ANALISIS DE LOS DAÑOS EN LA CALIDAD DEL CAFE ORIGINADOS DESDE LA PLANTACION HASTA EL BENEFICIO SECO**

DEFECTOS, DAÑOS O CARACTERISTICAS	DEL CAFE	RECOLECCION TRASPORTE	BENEFICIO HUMEDO	SECAMIENTO ALMACENAM.	BENEFICIO SECO	DAÑO A LA CALIDAD	REGULAR	SEVERO O MUY SEVERO
GRANOS VERDES	X	X				APARIENCIA - TAZA		X
PEQUEÑOS	X					RENDIMIENTO - TAZA	X	
BELLOTILLAS	X					RENDIMIENTO - TAZA	X	
CHASPARRA	X					RENDIMIENTO - TAZA	X	
NEGROS	X		X			APARIENCIA - RENDIM. - TAZA		X
MANCHADOS	X		X			APARIENCIA - TAZA		X
ROJIZOS	X		X			APARIENCIA - TAZA	X	
VINOSOS (WINY)	X	X	X			TAZA	X	
DEFORMES	X					APARIENCIA - RENDIMIENTO	X	
QUEBRADOS	X				X	APARIENCIA - RENDIMIENTO	X	
PERFORADOS	X					APARIENCIA - RENDIM-TAZA	X	X
CARACOL	X					RENDIMIENTO		
"GRASSY" (cosecha nueva)	X					TAZA	X	
"QUAKERS"	X					TAZA	X	
"SPRINGERS"			X			APARIENCIA - RENDIMIENTO		X
SABOR A TIERRA		X				TAZA		X
MORDIDOS			XXX			TAZA		X
SABOR A CUERO			XXX			APARIENCIA - TAZA	X	X
AGRIO (SOUR)			X			APARIENCIA - TAZA		X
SOBRE FERMENTADO			X			APARIENCIA - TAZA		XX
"STINKER"			XX			APARIENCIA - TAZA		XXX
SABOR A HUMO				X		TAZA		X
MOHO (cosecha vieja)				XX		TAZA		X
SABORES EXTRAÑOS				X		TAZA		X
BLANQUEADO (WOODY)				XX		APARIENCIA - TAZA		XX
CARDENILLO				X		APARIENCIA - TAZA		XX
VETEADOS				X		APARIENCIA	X	
AFLASTADOS - PARTIDOS					X	APARIENCIA	X	X
AZULADOS				XX		APARIENCIA		X
AMARILLO - AMBAR				X		APARIENCIA - RENDIMIENTO		X

## **PROMECAFE**

SEMINARIO REGIONAL DE CONSULTA SOBRE  
SITUACION ACTUAL DEL BENEFICIADO DE CAFE.

ING. RODRIGO CLEVES.  
COORDINADOR  
NOVIEMBRE 1998

**A** LOS PRINCIPALES FACTORES QUE OCASIONAN O AFECTAN LA CALIDAD DEL GRANO, Y QUE TIENEN SU ORIGEN EN LA PLANTACION, RECOLECCION Y / O TRANSPORTE, SON LOS SIGUIENTES:

### **FACTORES GENETICOS O VARIETALES:**

GRANOS PEQUEÑOS, DEFORMES, VANÓS Y CARACOL.

**PRACTICAS AGRONOMICAS DE CULTIVO Y RECOLECCION INADECUADA, TALES COMO: DEFICIENTE CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES; DEFICIENTE MANO DE OBRA EN LA RECOLECCION; ATRASOS EN EL TRANSPORTE; ETC.**

CHASPARRIA, PEQUEÑOS, BELLOTILLAS, PERFORADOS, NEGROS, MANCHADOS,  
" QUAKERS ", VERDES, ROJIZOS, " WINEY ", SABOR A TIERRA ( juntas ).

**B** LOS PRINCIPALES FACTORES QUE OCASIONAN O AFECTAN LA CALIDAD DEL GRANO Y QUE TIENEN SU ORIGEN EN EL BENEFICIO HUMEDO SON LOS SIGUIENTES:

**CAPACIDAD DE BENEFICIADO INSUFICIENTE, O MANO DE OBRA NO CALIFICADA.**  
- CAFE ACUMULADO Y CALIENTE ANTES DE LA FERMENTACION O EN PERGAMINO YA LAVADO.  
- FERMENTACION INCOMPLETA, O SOBREFERMENTACION EN LAS PILAS.  
- GRANOS REZAGADOS EN CAÑOS, PILAS, TRANSPORTADORES, TRAMPAS.  
EMPLEO DE AGUAS SUCIAS EN EL SEGUNDO LAVADO.

MANCHADOS, ROJIZOS, VINOSOS ( WINEY ), SABOR A CUERO, AGRIOS ( SOUR ),  
SOBREFERMENTADOS, " STINKERS ".

EQUIPOS EN MALA CONDICION INADECUADOS O DESAJUSTADOS.  
QUERBRADOS, APLASTADOS, MORDIDOS.

**C** LOS PRINCIPALES FACTORES QUE OCASIONAN O AFECTAN LA CALIDAD DEL GRANO Y QUE TIENEN SU ORIGEN EN EL SECAMIENTO, ALMACENAMIENTO Y / O BENEFICIO SECO. SON LOS SIGUIENTES:

**CAFE ACUMULADO Y CALIENTE POR FALTA DE CAPACIDAD DE SECADO.**

- HORNILLAS Y ABANICOS ANTIGUOS DE PESIMO DISEÑO Y BAJO FLUJO DE AIRE.
- TEMPERATURA DEL AIRE DESECANTE EXCESIVAMENTE ALTA.
- EMPLEO DE FUEGO DIRECTO.
- FALTA DE UNA ETAPA DE OREADO O PRESECADO.
- PUNTO FINAL DE SECADO SOBRE EL NIVEL SEGURO DE 11 % A 12 %.
- DESCUIDO O DESCONOCIMIENTO DEL PROCESO, POR PARTE DE OPERADOR.

GRANOS MANCHADOS, SABOR A HUMO, SPRINGERS, AZULADOS, AMARILLENOS, PERDIDA DE "TAZA" , ETC.

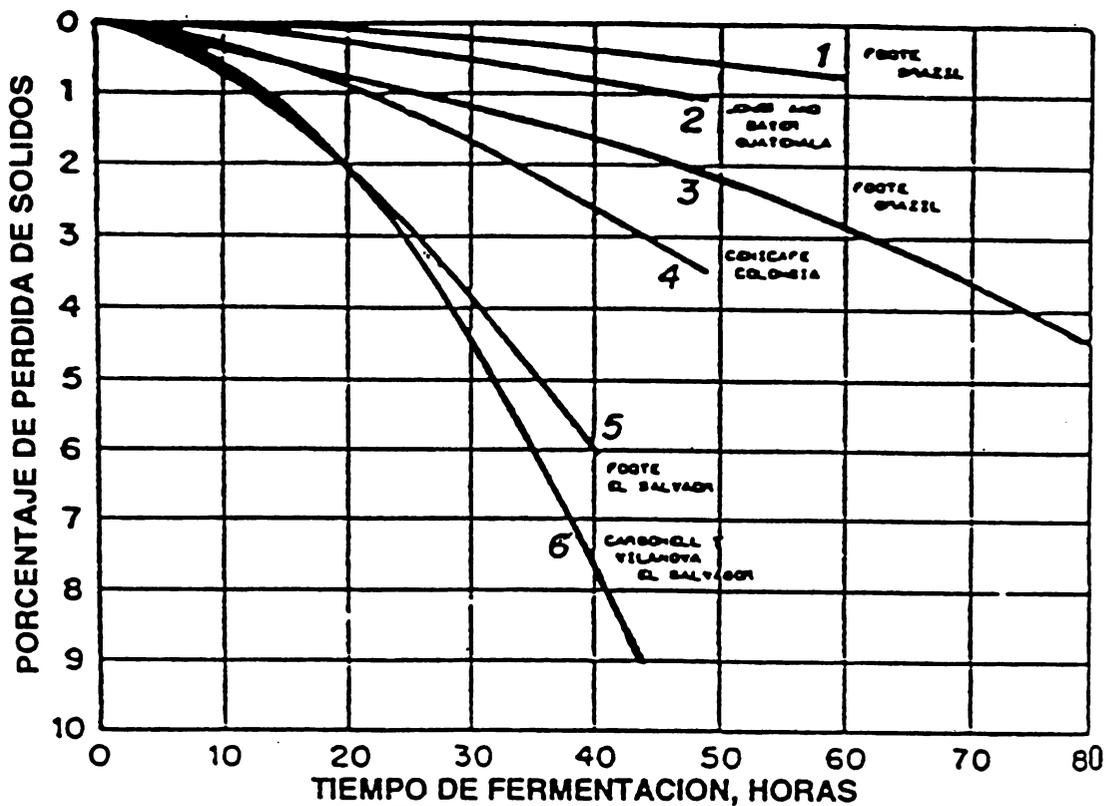
- INSUFICIENTE CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO, BENEFICIO SECO, O DEFICIENTES CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES PARA ESTE PROPOSITO.
- ALTO CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL GRANO.
- CONTACTO CERCANO CON MATERIALES CONTAMINANTES.
- DESPERGAMINADORES SUCIOS.
- PREPARACIONES PARA LA EXPORTACION, NO ACORDES CON LAS NORMAS ESTABLECIDAS O PACTADAS CON EL COMPRADOR.

GRANOS BLANQUEADOS, SABOR A MOHO, SABORES EXTRAÑOS, CARDENILLO, VETRADOS, PERFORADOS, APLASTADOS, MORDIDOS, QUEBRADOS, SABOR A TIERRA

***"EN EL SECAMIENTO Y ALMACENAMIENTO ES SUMAMENTE IMPORTANTE QUE LA MANO DE OBRA SEA ESPECIALIZADA Y CALIFICADA, PORQUE GRAN PARTE DE LOS DAÑOS MAS SEVEROS EN EL CAFE SE PRODUCEN EN ESTA ETAPA Y SE DEBEN AL FACTOR HUMANO."***

---

**GRAFICO 3**  
**RESUMEN DE PRUEBAS DE PERDIDA DE PESO**



EL GRANO ES UN ORGANISMO VIVO. TODOS LOS ORGANISMOS VIVOS RESPIRAN. LA TEMPERATURA Y EL CONTENIDO DE AGUA INFLUYEN.

ESTE PROCESO METABOLICO SE CARACTERIZA POR LA PRODUCCION DE:

CO<sub>2</sub>, calor y H<sub>2</sub>O

EL CO<sub>2</sub> SE PUEDE MEDIR POR MEDIO DE RESPIROMETROS, EN LABORATORIO.

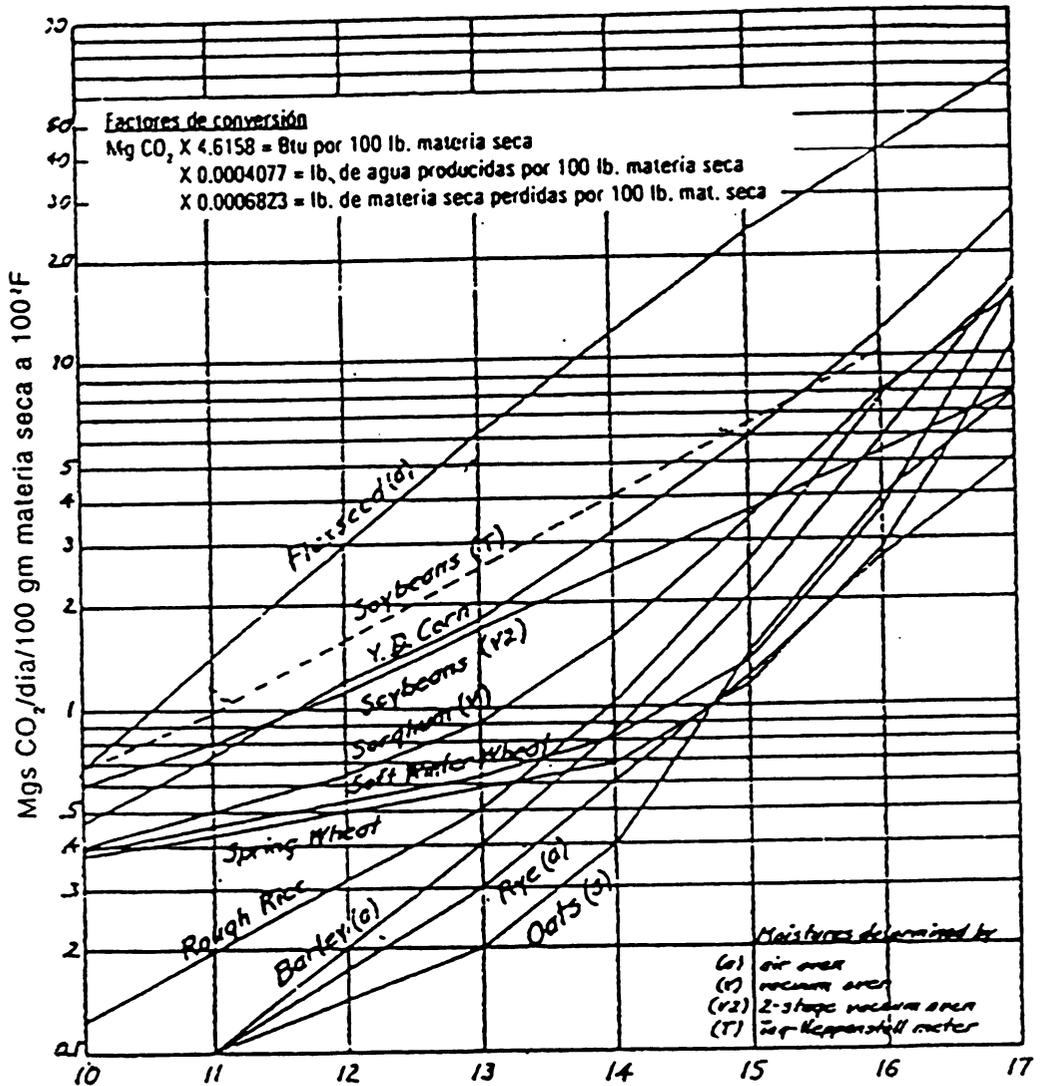
EL CALOR QUE SE GENERA TAMBIEN SE PUEDE DETERMINAR, Y ELLO EXPLICA EL PORQUE LOS GRANOS HUMEDOS SE CALIENTAN RAPIDO.

LA PRESENCIA DE CO<sub>2</sub> Y H<sub>2</sub>O INDICA QUE ESTA OCURRIENDO PERDIDA DE CARBONO, HIDROGENO Y OXIGENO, COMPONENTES DE LOS CARBOHIDRATOS, CON PERDIDA LOGICA DE PESO.

SE HABLA DE DESTRUCCION DE LA GLUCOSA POR LA RESPIRACION DEL GRANO, O DE DESDOBLAMIENTO DE CARBOHIDRATOS. TAMBIEN DE PERDIDA DE SOLIDOS POR DIFUSION GASEOSA EN EL AMBIENTE.

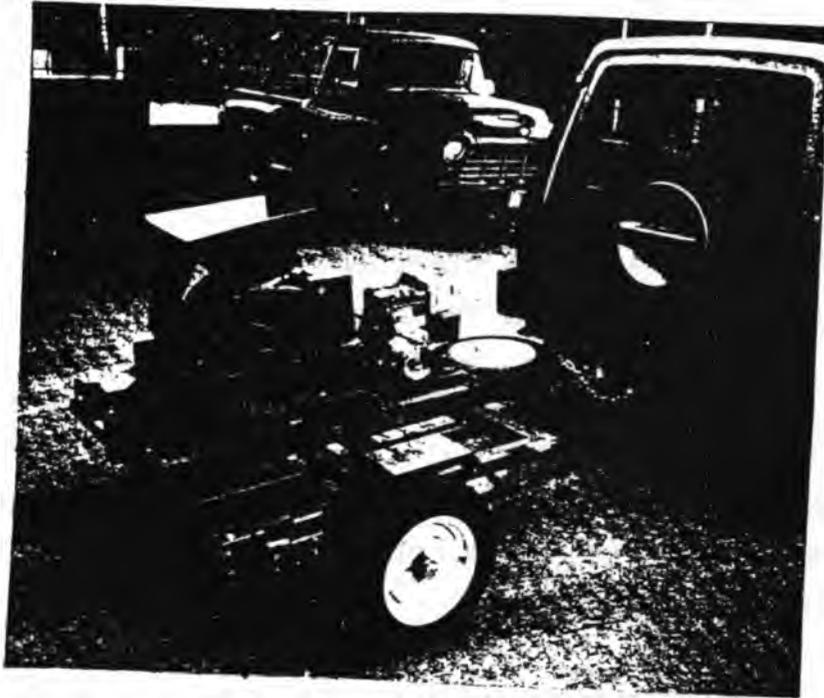
# GRAFICO 4 RESPIRACION DE LAS SEMILLAS

PRODUCCION DE CO<sub>2</sub> POR EL GRANO A 100°F (37.7 °C)



Contenido de humedad (% base húmeda)  
 «Respiration of Seeds» by C. H. Bailey «Plant Physiology»

Fuente: Engineering Data on Grain Storage, American Society of Agricultural Engineers. - 1948.



UNIDAD PORTATIL PARA DESPULPADO EN SECO ACCIONADA POR MOTOR DE GASOLINA Y MONTADA EN UN REMOLQUE. EL DESPULPADO SE HACE EN EL PROPIO CAFETAL EN DONDE SE DEJA LA BROZA CON GRAN ECONOMIA EN ACARREO



#### BENEFICIO ECOLOGICO

UNIDAD COMPACTA QUE INCLUYE:

DESPULPADOR DE DISCOS  
CRIBA TRADICIONAL PARA  
SEPARAR EL VERDE Y OTROS,  
Y DESMUCILAGINADOR VERTICAL  
DE FLUJO ASCENDENTE

## SECAMIENTO

PARA EL SECAMIENTO DE CAFE O DE OTROS GRANOS SE REQUIERE COMO MINIMO UN SISTEMA QUE INCLUYE LOS SIGUIENTES COMPONENTES:

A UNA SECADORA O DEPOSITO CILINDRICO O RECTANGULAR PARA CONTENER EL PRODUCTO, Y PERMITIR SU MOVIMIENTO O AGITACION PARA LOGRAR UNIFORMIDAD DE SECAMIENTO. DEBE TENER ADEMAS SISTEMAS MECANICOS DE CARGA O DESCARGA Y UN DISEÑO TAL QUE PERMITA LA CONDUCCION DEL AIRE DESECANTE HASTA EL GRANO Y DEL AIRE SATURADO HACIA EL EXTERIOR.

B UN HORNO O FUENTE DE CALOR, DE MUY DIVERSAS FORMAS, QUE PERMITA LA COMBUSTION EFICIENTE DE LEÑA, CASCARILLA, BAGAZO, COMBUSTIBLES GASEOSOS, O LIQUIDOS DERIVADOS DEL PETROLEO INCLUYE TAMBIEN DUCTERIA DE DIAMETRO Y DISEÑO ADECUADOS PARA LA CONDUCCION DEL AIRE EN TODO EL PROCESO.

C UN ABANICO O VENTILADOR, USUALMENTE DE FLUJO RADIAL, QUE PERMITE LA CIRCULACION A TRAVES DE LA DUCTERIA YA MENCIONADA DEL AIRE ATMOSFERICO A TRAVES DEL HORNO, PARA AUMENTAR SU TEMPERATURA, Y LUEGO A TRAVES DEL PRODUCTO, PARA SU SECAMIENTO.

EL CALOR O ENERGIA CALORICA ES TRANSPORTADO POR EL AIRE Y TRANSFERIDO AL GRANO. EL AGUA DE HIDRATACION QUE CONTIENE ESTE SE EVAPORA Y ES ACARREADA FUERA DEL SISTEMA POR EL MISMO AIRE.

LA LIMITACION AL EMPLEO DE ALTAS TEMPERATURAS LA DA EL GRANO. EN EL CAFE PRODUCE VOLATILIZACION DE COMPONENTES AROMATICOS. LA ACIDEZ Y APARIENCIA SE AFECTA TAMBIEN. NO DEBE EXCEDERSE DE 70 ° C.

EL USO DE GRANDES VOLUMENES DE AIRE ES VENTAJOSO PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO Y LA UNIFORMIDAD DEL SECADO. SIN EMBARGO LA LIMITACION EN EL USO DE FLUOS MUY ELEVADOS DE AIRE LA DEFINEN ASPECTOS ECONOMICOS.

## **PRESION DINAMICA, PRESION ESTATICA Y PRESION TOTAL**

EN LOS DUCTOS O TUBERIAS QUE CONDUCEN EL AIRE DESECANTE SE DISTINGUEN 3 TIPOS DE PRESIONES:

1. **PRESION DINAMICA:** ES LA QUE EJERCE HACIA DELANTE EL FLUJO DE AIRE, POR LO QUE SE DICE QUE TIENE SIGNOS, POSITIVO Y NEGATIVO.
2. **PRESION ESTATICA:** SE TRANSMITE EN TODAS DIRECCIONES. SE MIDE EN PULGADAS DE AGUA.
3. **PRESION TOTAL:** ES LA SUMA DE LAS 2 ANTERIORES.

$$\begin{array}{ccccccc} \text{PRESION} & & & & & & \text{PRESION} \\ \text{DINAMICA} & + & \text{PRESION ESTATICA} & = & & & \text{TOTAL} \end{array}$$

### **LEYES DE LOS ABANICOS**

1. LA DESCARGA DE AIRE DE UN ABANICO AUMENTA DIRECTAMENTE CON LA VELOCIDAD.
2. LA PRESION ESTATICA VARIA DIRECTAMENTE CON EL CUADRADO DE LA VELOCIDAD.
3. LA POTENCIA AUMENTA CON EL CUBO DE LA VELOCIDAD.

### **DOS TIPOS DE ABANICOS**

1. ABANICOS DE FLUJO AXIAL
2. ABANICOS DE FLUJO CENTRIFUGO O RADIAL

## Definiciones y parametros importantes en tecnología de secamiento

- 1.** El aire es una mezcla de gases (oxigeno, nitrogeno y otros) con vapor de agua. Es el elemento más importante para el secamiento.

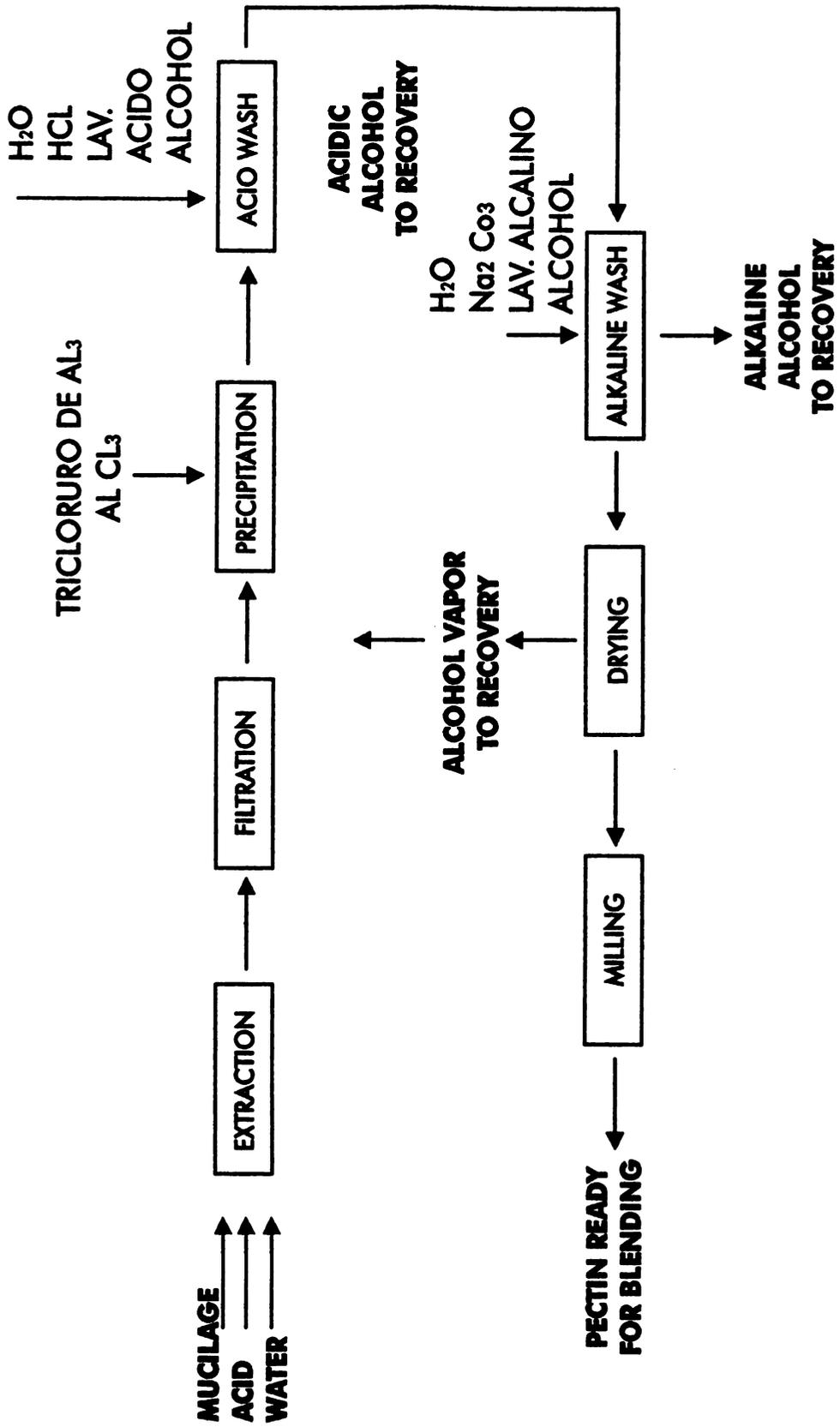
Su humedad relativa y temperatura determinan su capacidad desecante.
- 2.** "Humedad relativa" indica la cantidad de vapor de agua que el aire contiene, en relación con la máxima cantidad o porcentaje que podría contener, a la misma temperatura si estuviera saturado.

Para fines practicos podemos considerar la humedad relativa como el grado de saturación del aire.
- 3.** Al calentar el aire disminuye su humedad relativa y decrece la presión de vapor.

El vapor se mueve de alta presión hacia baja presión.
- 4.** El aire desecante tiene alta temperatura (70° C para café), y baja humedad relativa inicial (10% o menos).

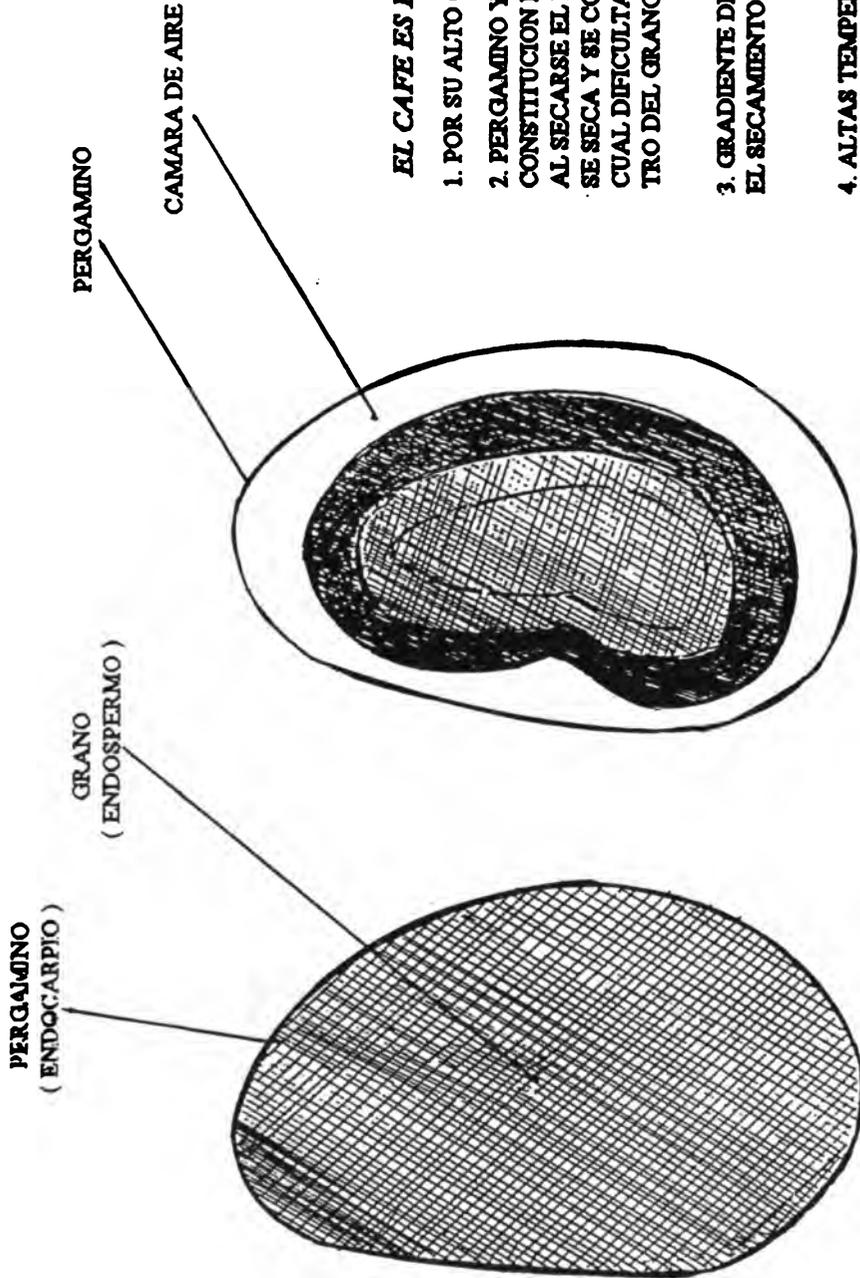
A traves del proceso de secamiento su temperatura disminuye y su humedad relativa aumenta.
- 5.** El flujo de aire, o volumen de aire es otro parametro importante. Se obtiene multiplicando la velocidad del aire dentro de los ductos del sistema de secamiento, por la sección transversal de los mismos.

La velocidad del aire se obtiene por tablas o formulas sencillas a partir de la presión estática de l aire en los ductos.
- 6.** La transferencia de calor del aire a la masa de grano se realiza principalmente por convección, también ocurre transferencia por conducción o por radiación.



# PECTIN FROM MUCILAGE EXTRACTION SYSTEM

## SECAMIENTO DEL CAFE



**EL CAFE ES EL GRANO MAS DIFICIL DE SECAR :**

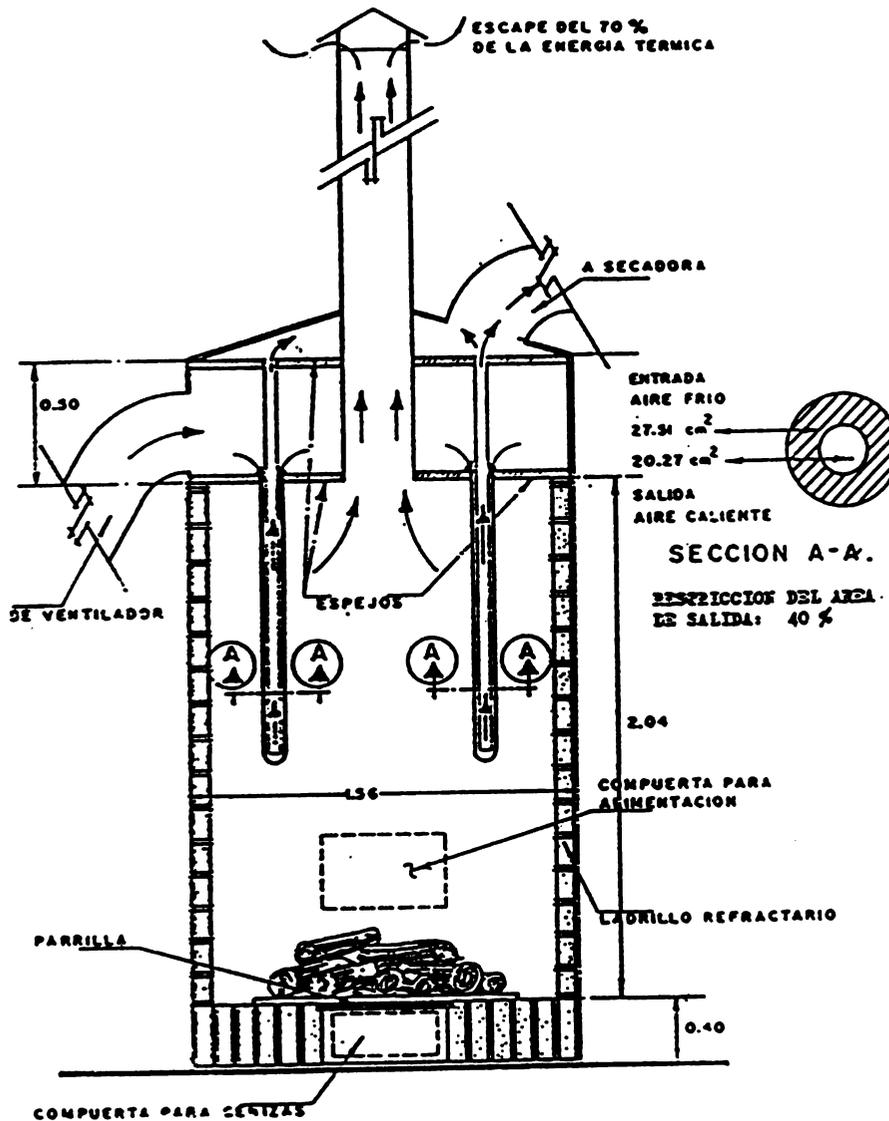
1. POR SU ALTO CONTENIDO DE HUMEDAD (50% A 52% )
2. PERGAMINO Y ENDOSPERMO TIENEN DIFERENTE CONSTITUCION FISICO- QUIMICA  
AL SECARSE EL PERGAMINO SE ENDURECE, Y EL GRANO SE SECA Y SE CONTRAE. SE FORMA UNA CAMARA DE LA CUAL DIFICULTA LA TRANSFERENCIA DEL CALOR AL CENTRO DEL GRANO Y LA SALIDA DEL VAPOR DE AGUA
3. GRADIENTE DE TEMPERATURA Y DE HUMEDAD.  
EL SECAMIENTO OCURRE DE AFUERA HACIA ADEENTRO.
4. ALTAS TEMPERATURAS = PERDIDA DE COMPONENTES AROMATICOS Y DESPRENDIMIENTO DEL EMBRION.  
FLUJO EXCESIVO DE AIRE ES ANTEECONOMICO.

CAFE HUMEDO

CAFE EN PROCESO DE SECAMIENTO.

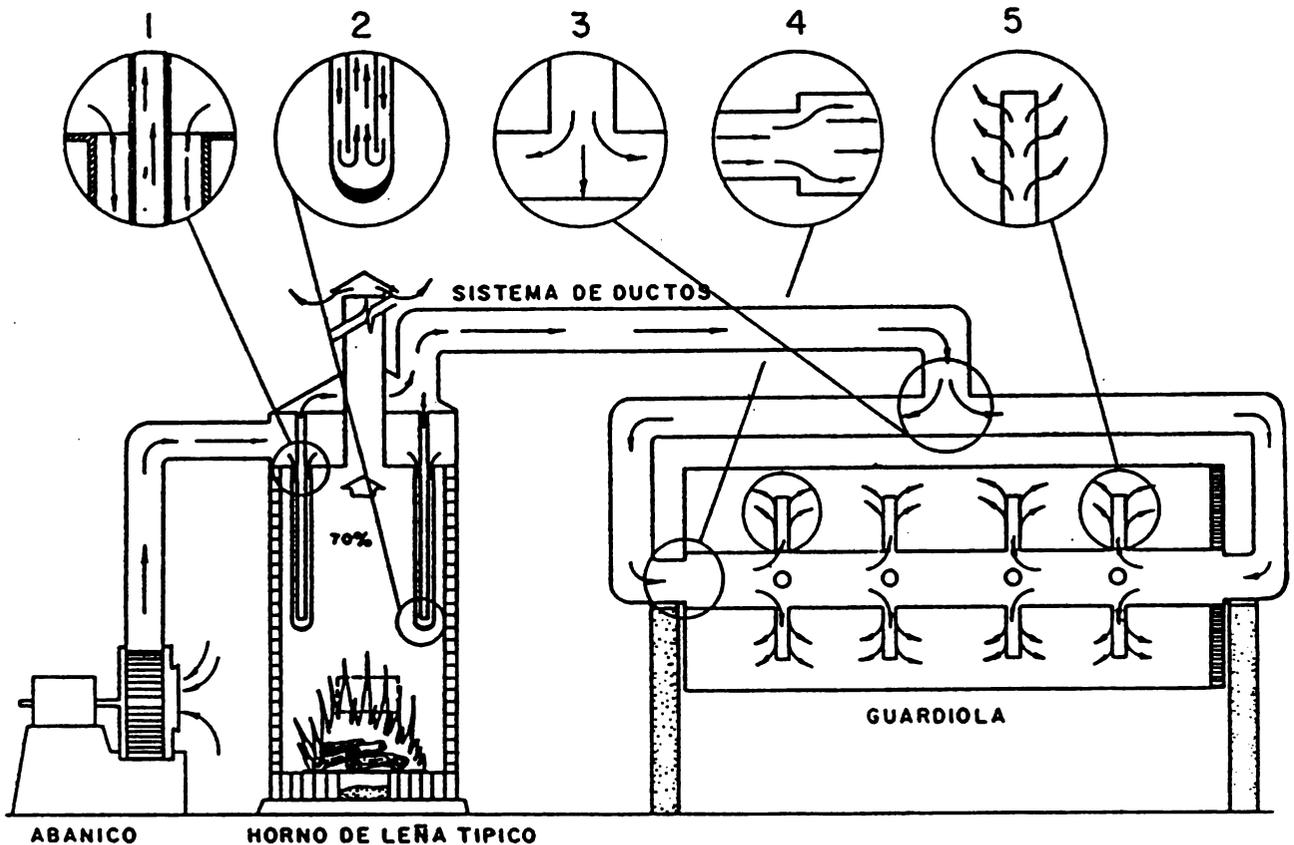
Clèves.

# HORNO TRADICIONAL DE LA GUARDIOLA



LA HORNILLA TRADICIONAL ES UN INTERCAMBIADOR DE CALOR  
 EL AIRE ES FORZADO HACIA ABAJO DENTRO DE LOS FLUES, Y OBLIGADO  
 A DEVOLVERSE A  $180^\circ$  POR TUBOS CUYA SECCION DE AREA ES UN 40% MENOR.  
 ESE DEFECTO Y CONSTRICCION PRODUCE UN DESPERDICIO DE ENERGIA DEL  
 70% A TRAVES DE LA CHIMENEA

**SISTEMA TRADICIONAL DE SECAMIENTO EN GUARDIOLAS**



**LA DISPOSICION DE LOS DUCTOS QUE LLEVAN EL AIRE DESECANTE A LA SECADORA TIENE UNA SERIE DE DEFECTOS:**

**ANGULOS RECTOS EN VEZ DE CURVAS SUAVES  
TEES, QUE GENERAN TURBULENCIA  
VARIACION DEL DIAMETRO DE LAS TUBERIAS**

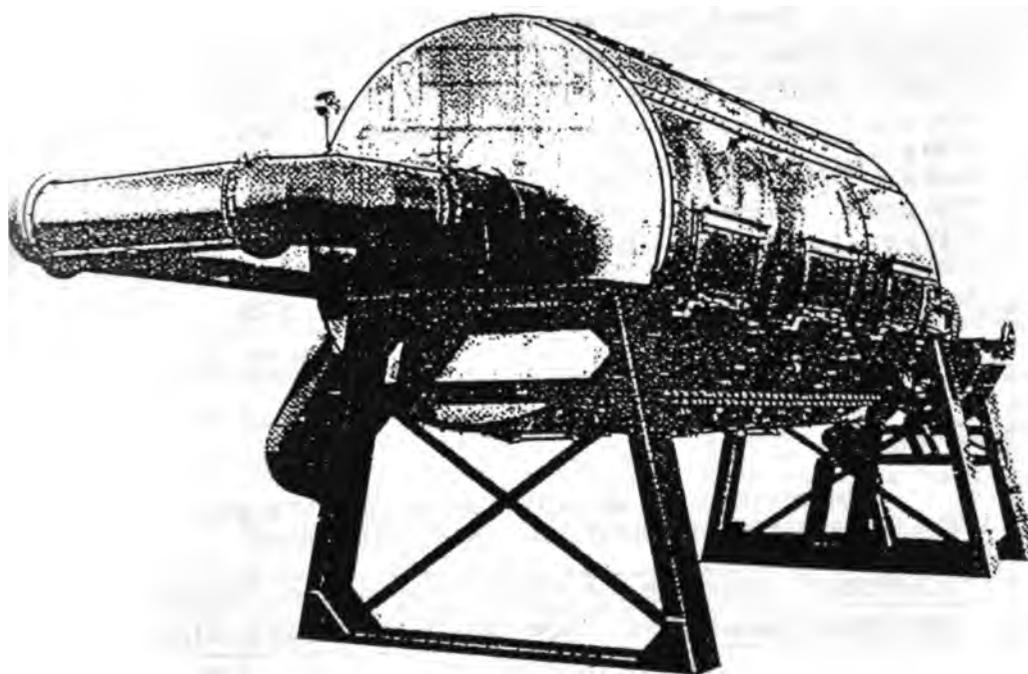
**LO ANTERIOR, SUMADO A LAS DEFICIENCIAS DE LA HORNILLA,  
AUMENTAN EXCESIVAMENTE LA PRESION ESTATICA E INTERFIEREN  
CON EL FLUJO DEL AIRE Y LA EFICIENCIA DEL SECAMIENTO.**

**NOTESE QUE SON DEFECTOS EXTERNOS DE LA SECADORA, LA CUAL CARGA CON  
LA CULPA DE TODOS ELLOS**

**SECAMIENTO DE CAFE EN GUARDIOLAS**

**BENEFICIO MONTE GRANDE  
CHIAPAS, MEXICO**

**La tradicional secadora horizontal Guardiola**



**GUARDIOLA 16'x 6'**

**CAPACIDAD 9 a 10 M<sup>3</sup>  
60 qq ORC**

**ABANICO 7HP**

**FLUJO 7.500 M<sup>3</sup>/Hr**

**TEMPERATURAS DE SECAMIENTO: PRUEBA 1 : 90°C**

**PRUEBA 2 : 70 °C**

**OBJETIVOS.**

- 1. TIEMPO EMPLEADO PARA SECAR UNA CARGA**
- 2. TEMPERATURA MAXIMA ALCANZADA POR EL GRANO Y SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD Y LA TAZA**

**PRUEBA 1**  
**Temperatura de secamiento: 90°C**

HORA LECTURA INSTRUMENTOS	TIEMPO DE SECAMIENTO	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE		TEMPERATURA DEL GRANO
		ENTRADA AL ABANICO	SALIDA SECADORA	
10 a.m.	0 horas	62%	no se midió	21°C
1 p.m.	3 horas	62%	94%	38°C
4 p.m.	6 horas	72%	82%	42°C
7 p.m.	9 horas	65%	70%	42°C
10 p.m.	12 horas	76%	65%	45°C
1 a.m.	15 horas	70%	62%	48°C
3:30 a.m.	17.5 horas	78%	56%	60°C
PROMEDIOS		69.3%	—	42.3°C

**PRUEBA 2**  
**Temperatura de secamiento: 70°C**

HORA LECTURA INSTRUMENTOS	TIEMPO DE SECAMIENTO	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE		TEMPERATURA DEL GRANO
		ENTRADA AL ABANICO	SALIDA SECADORA	
10:30 a.m.	0 horas	70%	no se midió	19°C
1:30 p.m.	3 horas	72%	88%	29°C
4:30 p.m.	6 horas	75%	78%	36°C
7:30 p.m.	9 horas	81%	76%	38°C
10:30 p.m.	12 horas	80%	75%	39°C
1:30 a.m.	15 horas	75%	73%	39°C
5:00 a.m.	18.5 horas	75%	70%	40°C
PROMEDIOS		75.4%	—	34.3°C

**TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA AMBIENTALES  
Y DEL AIRE DESECANTE DURANTE LAS PRUEBAS.**

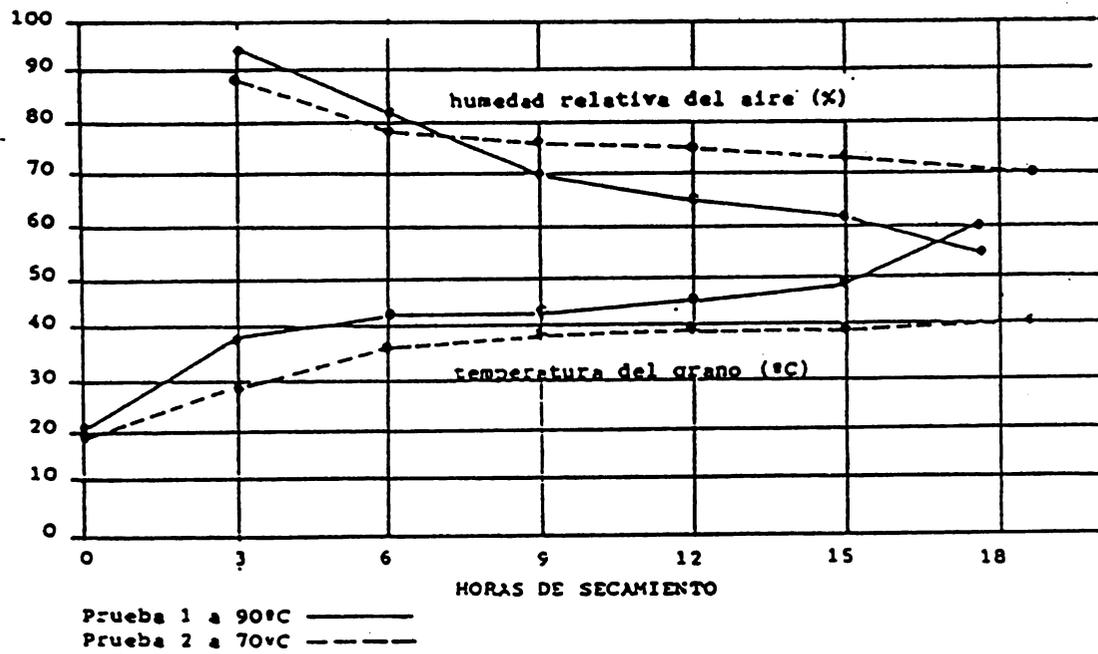
CONDICIONES AMBIENTALES		AIRE DESECANTE A LA ENTRADA DE LA SECADORA	
TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA
15.5°C a 21.0°C	70% a 95%	Prueba 1: 90°C	1.8% a 2.5%
		Prueba 2: 70°C	4.0% a 5.2%
		Prueba 1: 90°C	2.6% a 3.5%
		Prueba 2: 70°C	5.9% a 7.8%

**OBSERVACIONES:** Los valores de temperatura ambiental durante los días de las pruebas, fluctuaron entre 15.5°C y 21.0°C. La humedad relativa se mantuvo entre 70% y 95% (algo superior, durante pequeños periodos lluviosos).

Contando con esa información y con las temperaturas de secamiento, determinamos con la tabla psicrométrica los posibles valores de Humedad Relativa del aire desecante, a la entrada de la secadora.

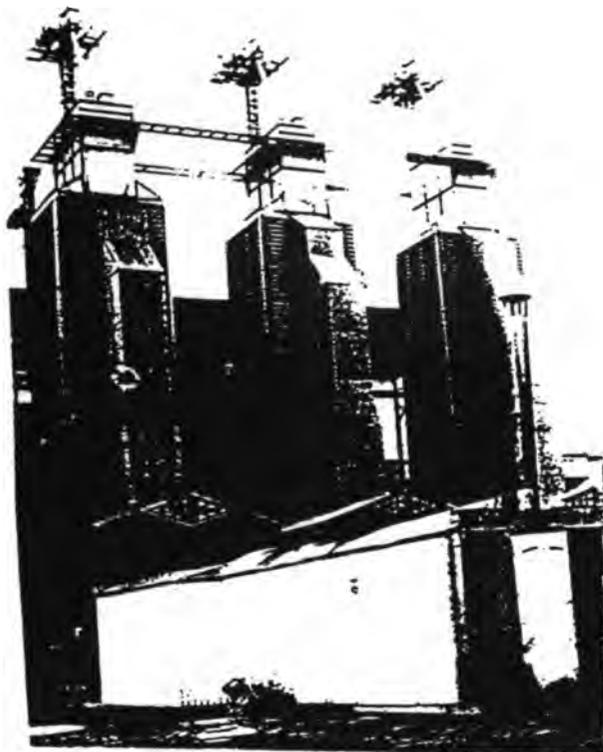
Es importante observar que bajo cualquier condición de temperatura y humedad relativa ambientales, y bajo cualesquiera de las dos temperaturas de secamiento usadas en las pruebas, el aire desecante siempre tuvo valores de humedad relativa inferiores a 8%, lo cual le confiere aptitud para un secamiento eficiente.

## HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE SALIENTE Y TEMPERATURA DEL GRANO DURANTE EL PROCESO.



**SECAMIENTO A FLUJO CONTINUO EN SECADORAS COLEMIARES**

**(MARCA BERICO MODELO 940)**



**BATERIA DE SECADORAS BERICO  
DE COOPERATIVA VICTORIA**

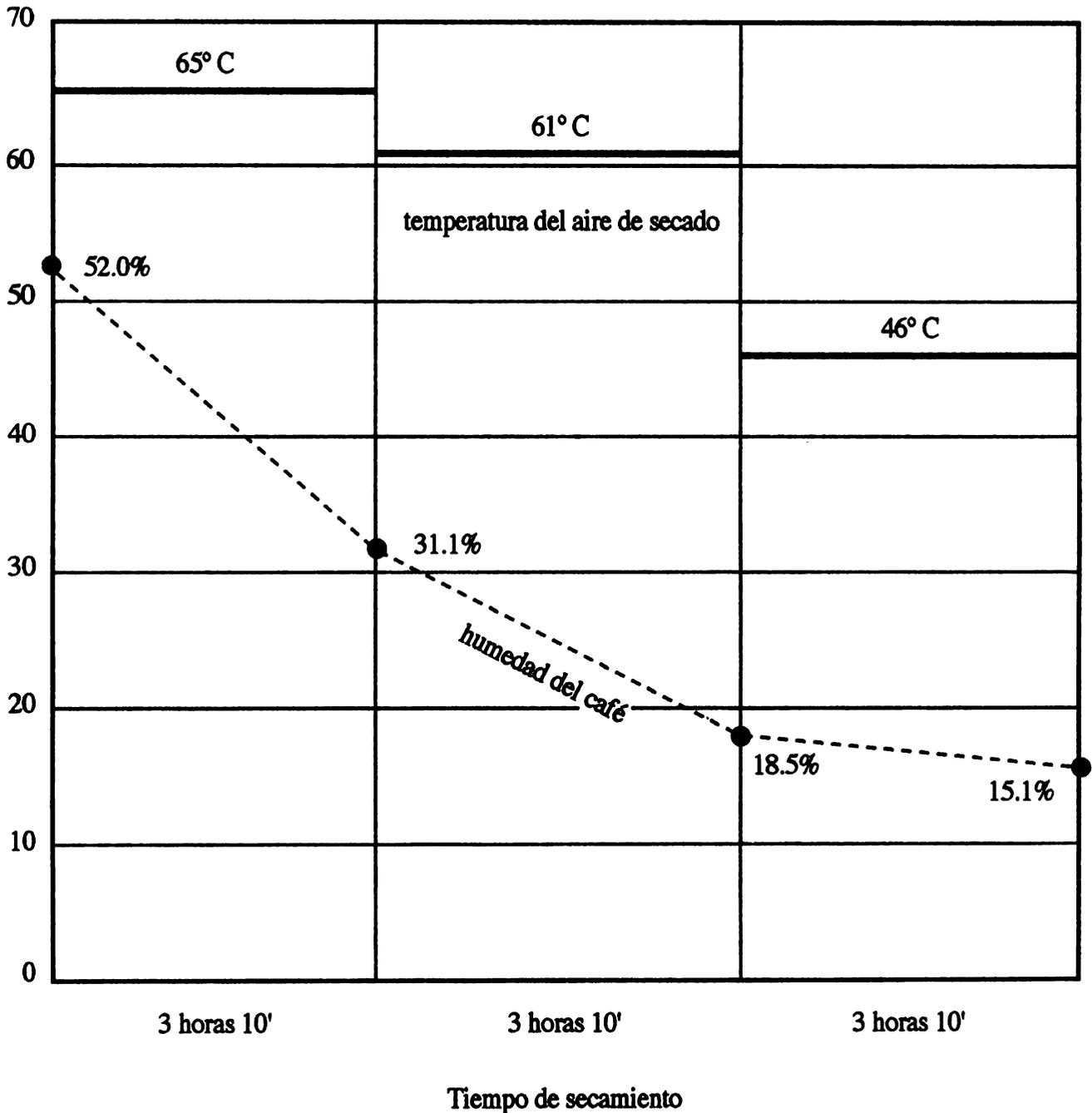
**250 QQ ORO 153 M<sup>3</sup> DE AIRE**

**OBJETIVOS DE LA PRUEBA:**

- 1. DETERMINAR VALORES DE TEMPERATURA Y H.R. DEL AIRE DESECANTE**
- 2. DETERMINAR TEMPERATURA Y CONTENIDO DE HUMEDAD DEL GRANO Y SUS EFECTOS.**
- 3. CALCULAR TIEMPO REQUERIDO PARA SECAMIENTO HASTA 15%**
- 4. EVALUAR LOS PRINCIPALES ASPECTOS ECONOMICOS**

# Gráfico 1

## Temperatura del aire de secado y humedad del café durante el proceso de secamiento



**CUADRO 1.****COMPARACION GUARDIOLA Y BERICO 940**

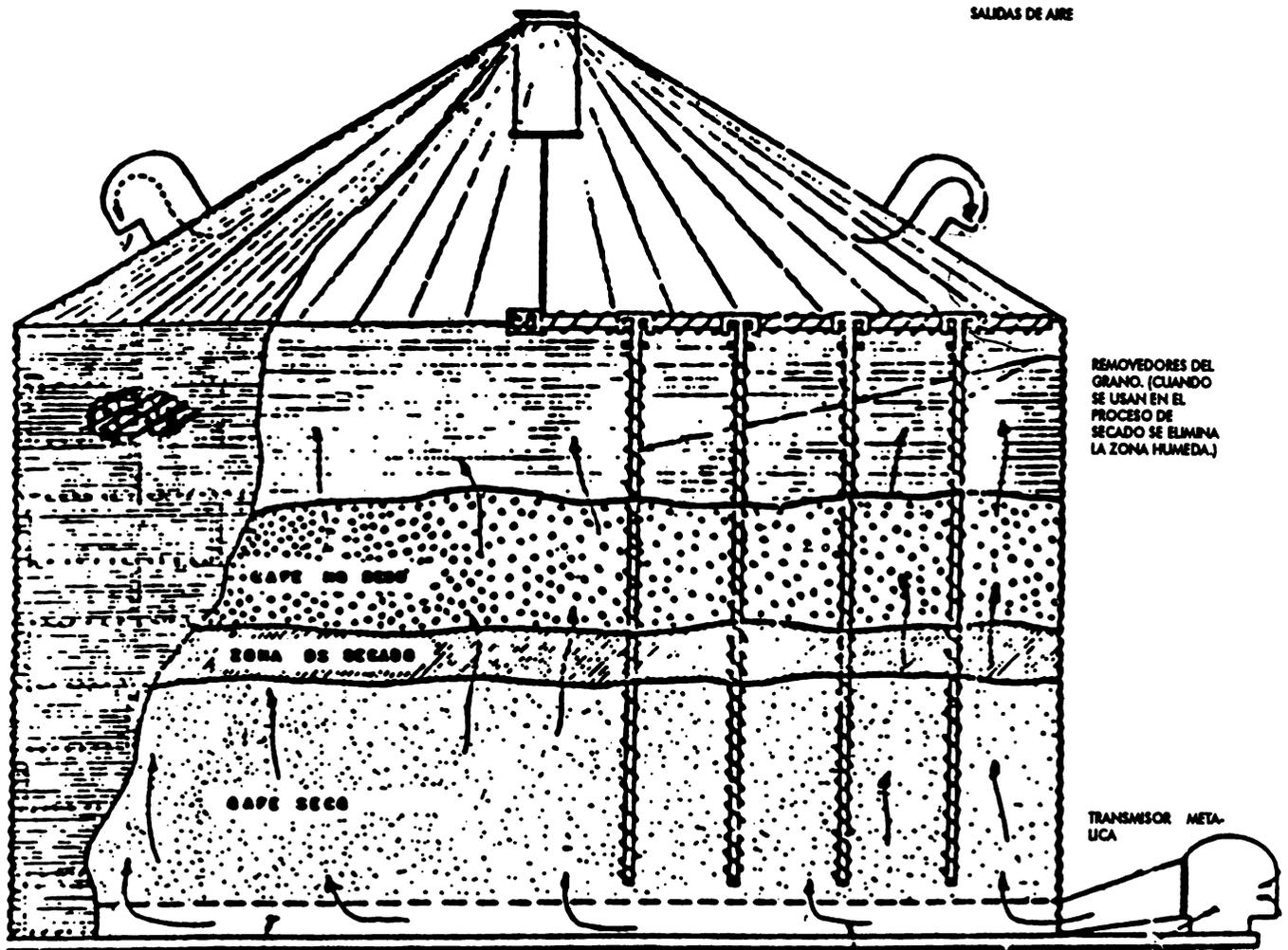
<b>SECADORA</b>	<b>GUARDIOLA 16 X 6</b>	<b>BERICO 940 (discontinua)</b>
Rendimiento en pergamino seco	3.427 Kg. en 24 hr.	14.306 Kg. en 16 Hr
Abanico	10.000 m <sup>3</sup> /hr. (70-C)	153.000 m <sup>3</sup> /hr (70-C C)
Flujo de aire	2.9m <sup>3</sup> /Kg./hr 171m <sup>3</sup> /Kg. café seco (11%)	10.7 m <sup>3</sup> /Kg/hr 171m <sup>3</sup> /Kg café seco(11%)
Demanda energética	1.058 Kilocalorias/Kg café	2.585 Kilocalorias/Kg café
Rendimiento horario	143Kg./hr	894 Kg/hr
Eficiencia térmica	85.2%	34.8%

LA GUARDIOLA, CON UNA HORNILLA EFICIENTE Y BUEN FLUJO DE AIRE ES UNA SECADORA EFICIENTE PERO DE BAJO RENDIMIENTO. LA TEMPERATURA DEL AIRE NO DEBE EXCEDER 70 -C.

EN LAS VERTICALES DE CONSTRUCCION LOCAL HAY MUCHAS FALLAS POR MAL DISEÑO.

DEBE INVESTIGARSE MAS CON LAS SECADORAS VERTICALES DE TORRE TIPO AEROGlide, QUE OFRECEN MUCHAS VENTAJAS.

## SILO SECADOR, CON VENTILACION FORZADA Y REMOVEDORES



PLENUM O CAMARA DE AIRE.

AIRE

ABANICO CENTRIFUGO

### MODELO USUAL EN COSTA RICA

48 pies de diámetro (14.6 m) x 8.2 m. de altura total.

10 anillos ( gauges: 1 de 10; 5 de 12; 1 de 14; 2 de 16 y 1 de 18 )

piso perforado : 30% perforación

ABANICO: 20.000 m<sup>3</sup> por hora (11.666 pies<sup>3</sup> /minuto ) 4" presión estática.

4 a 5 agitadores verticales .

ESCALERAS: interna, externa y superior. Compuerta, y manhole.

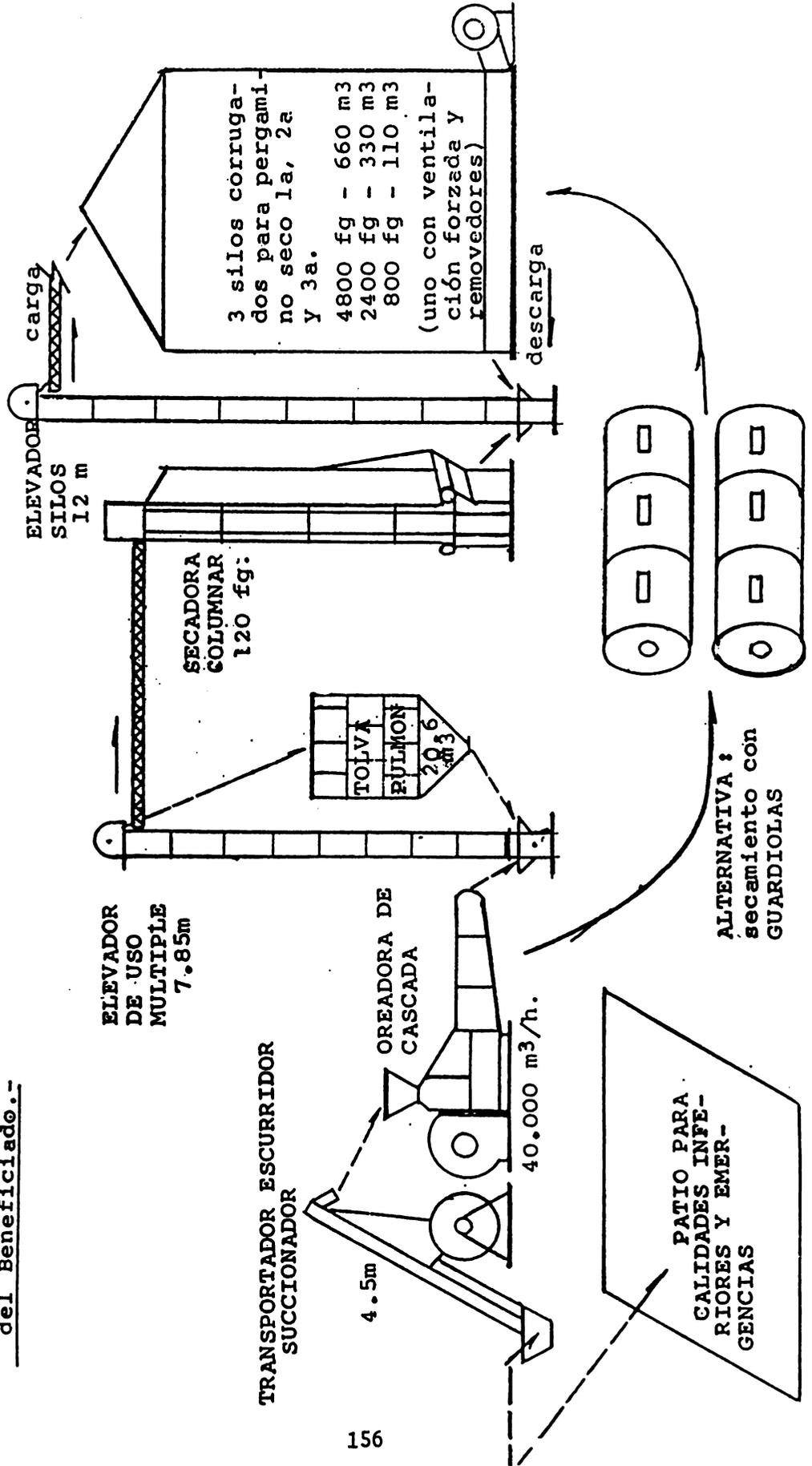
4 respiradores, cuello de ganso.

CAPACIDAD: 12,000 quintales oro, en pergamino ( 25 lb. /pies cúbico )

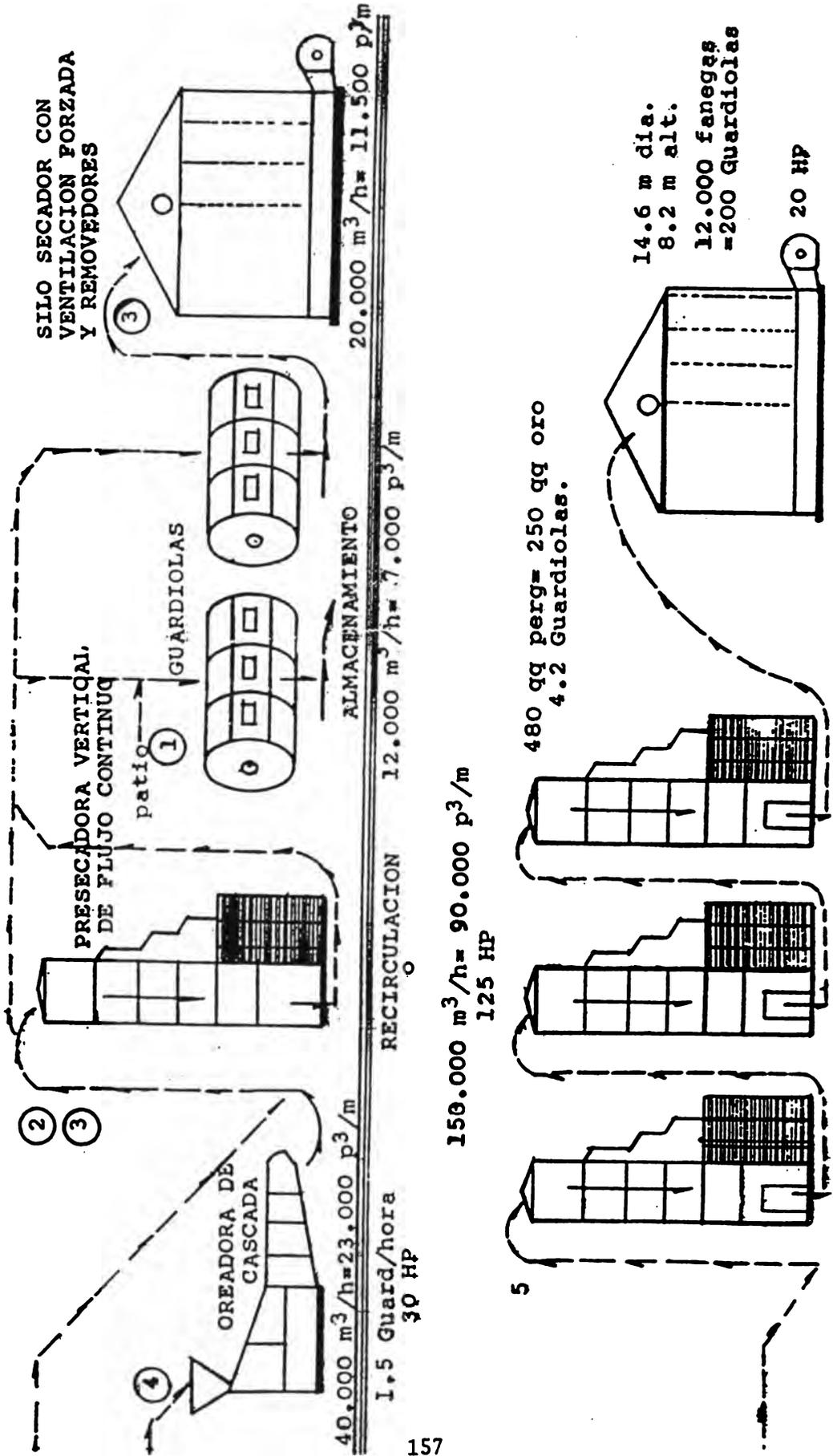
**PROMECAF**  
 Seminario Regional  
 de Consulta sobre  
 -Situación Actual  
 del Beneficiado.-

DIAGRAMA DE FLUJO  
PRESECAMIENTO Y  
SECAMIENTO

Ing. Rodrigo Cléves  
 Coordinador  
 Dic/98.



EVOLUCION EN EL SISTEMA DE SECAMIENTO DEL CAFE

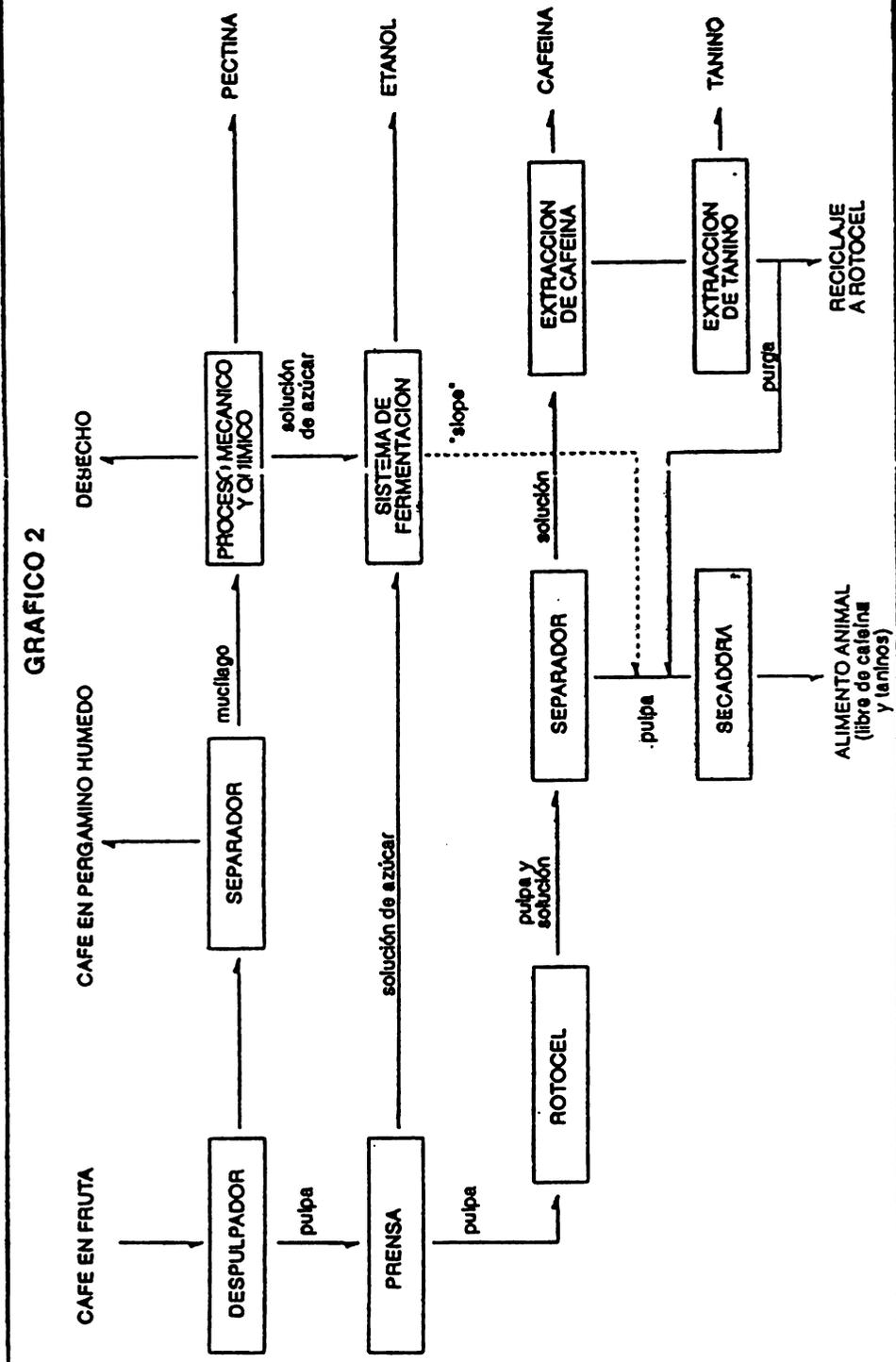


COOPEVICTORIA

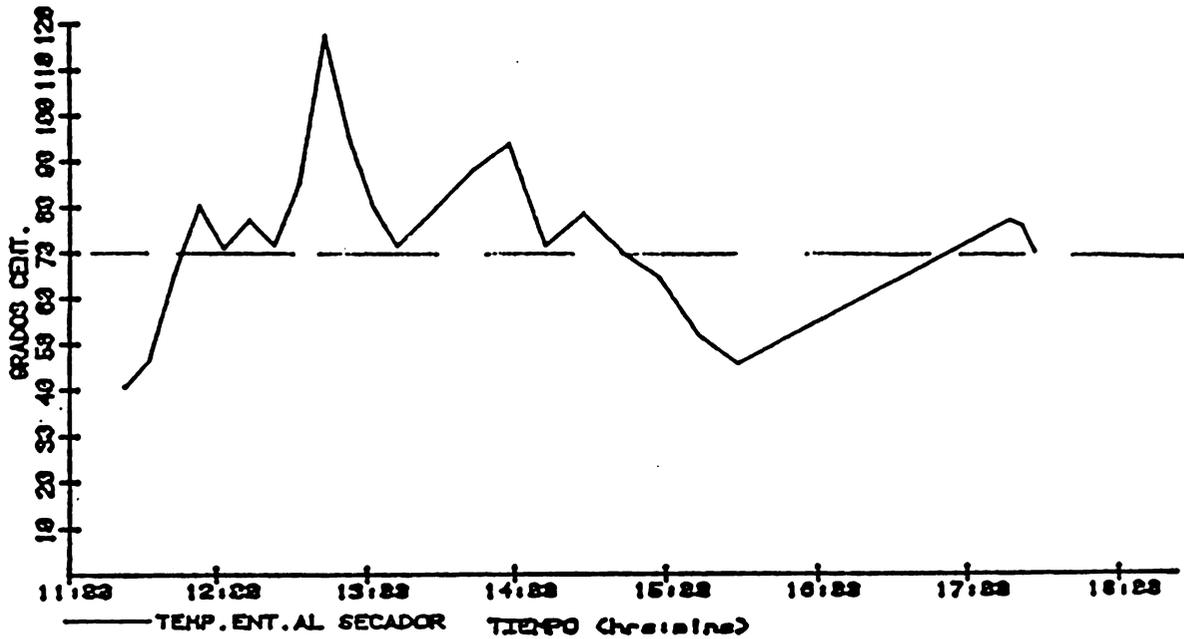
FLUJO CONTINUO  
21.400 pies<sup>3</sup>/min/Guardiola.

Ing. R. Cléves.  
mayo 91.

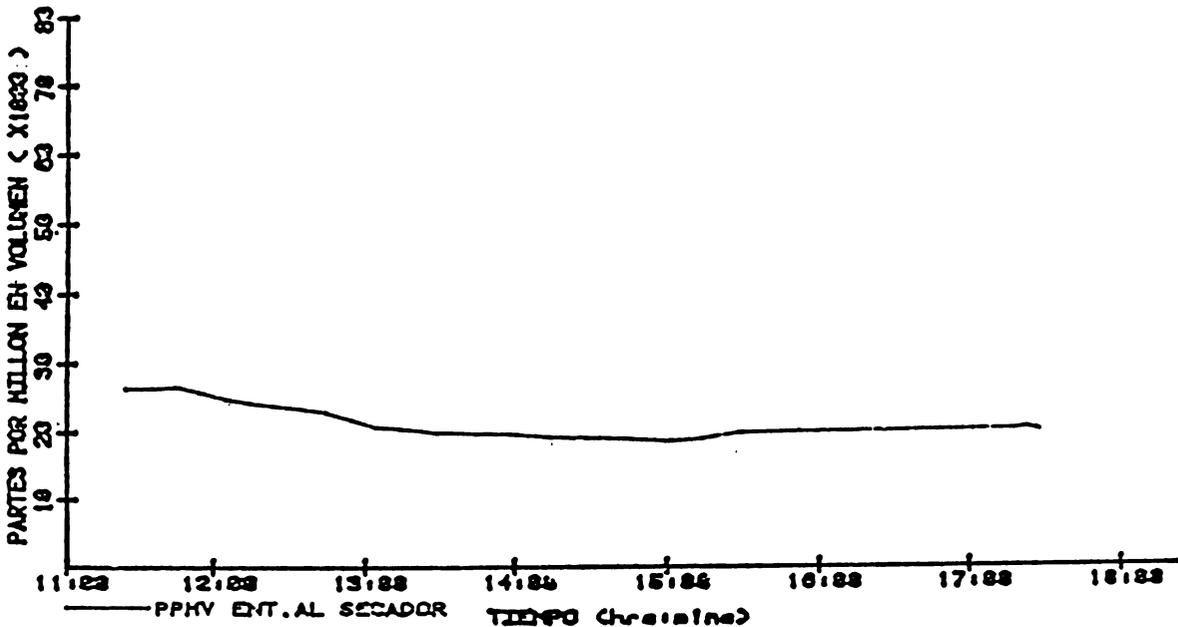
**PRODUCTOS QUIMICOS Y ALIMENTO ANIMAL  
DE LOS DESECHOS DEL CAFE  
(Gibbs & Hill)**



TEMP. ENT. AL SECADOR  
 BENEFICIO 00 SECADOR 01



PPHV ENT. AL SECADOR  
 BENEFICIO 00 SECADOR 01



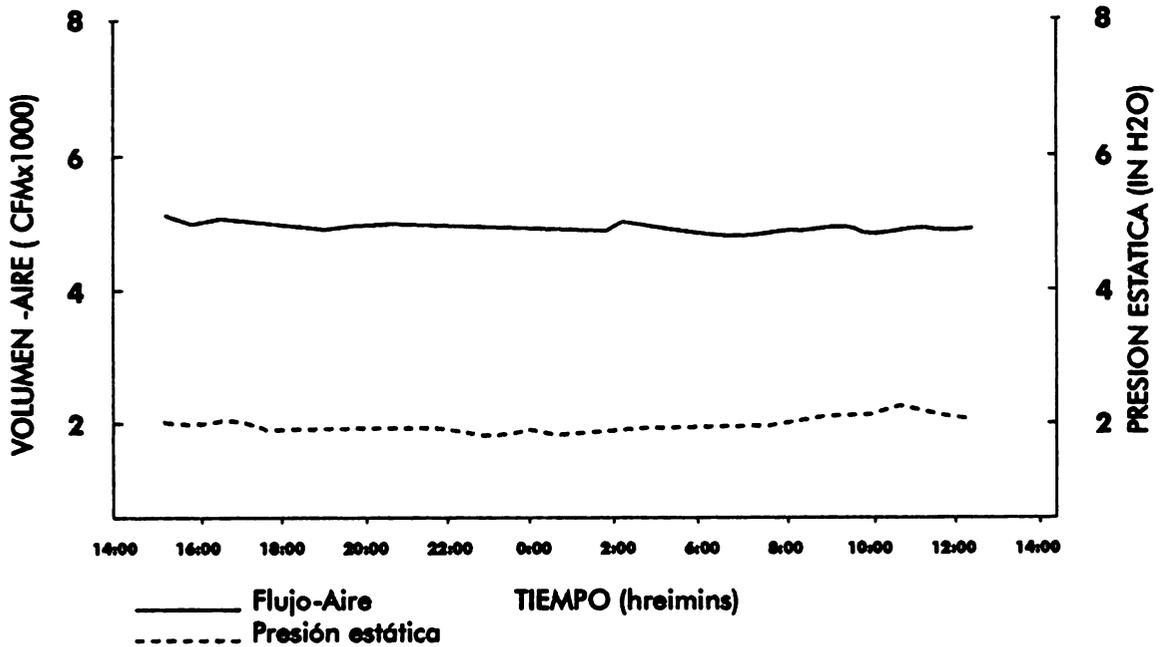
Ejemplo de cómo temperaturas superiores a los 70°C tienen poco efecto en reducir el contenido de humedad del aire de secado.

Figura #5A



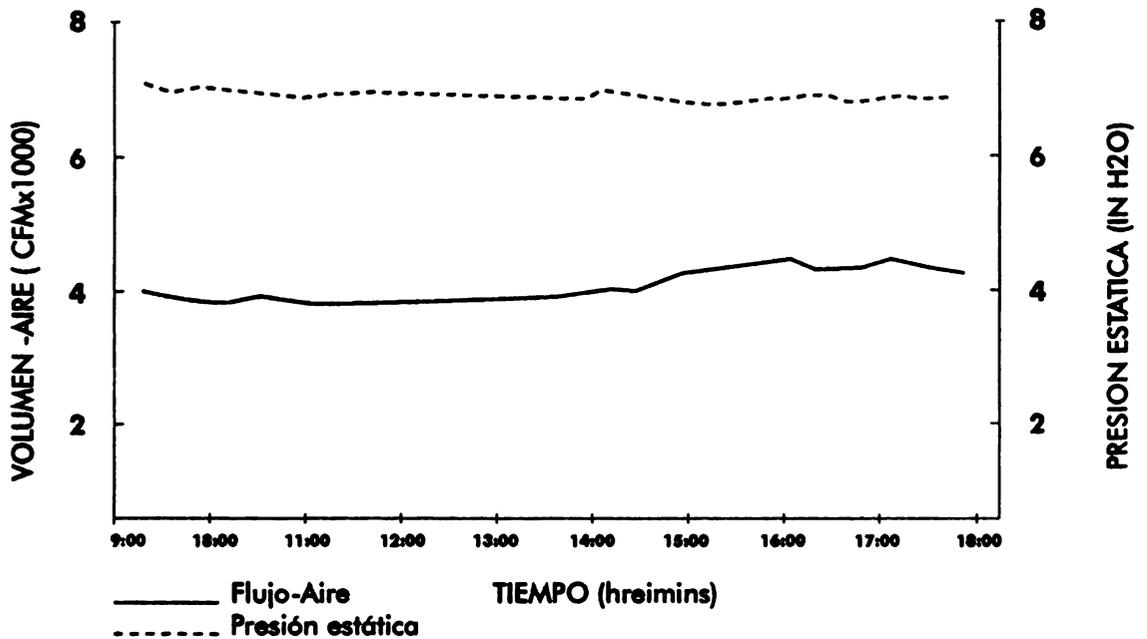
**FLUJO-AIRE vs. PRESION ESTATICA**  
**BENEFICIO #3 SECADOR # 7**

Guardiola con quemador de diesel.



**FLUJO-AIRE vs. PRESION ESTATICA**  
**BENEFICIO #6 SECADOR #1A**

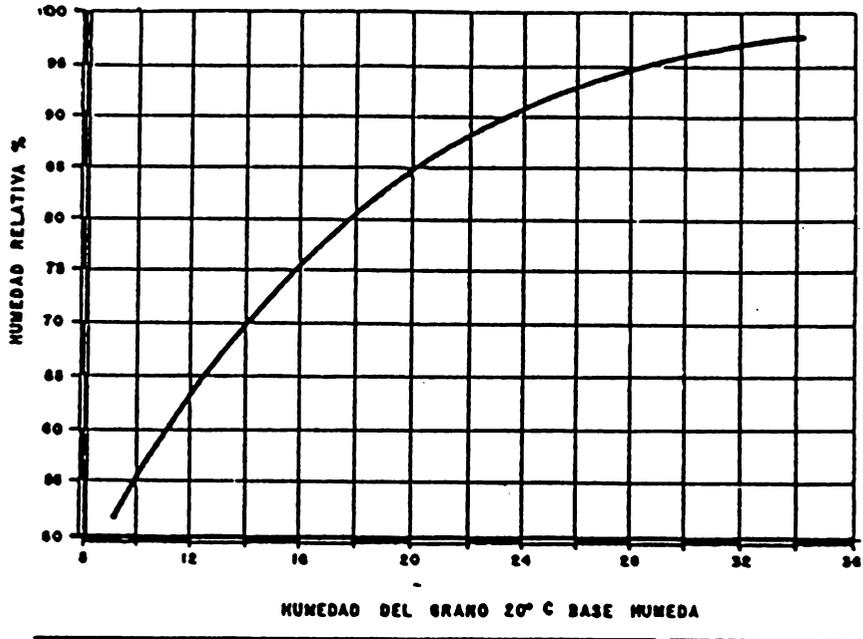
Guardiola con típico horno de leña y cascarrilla.



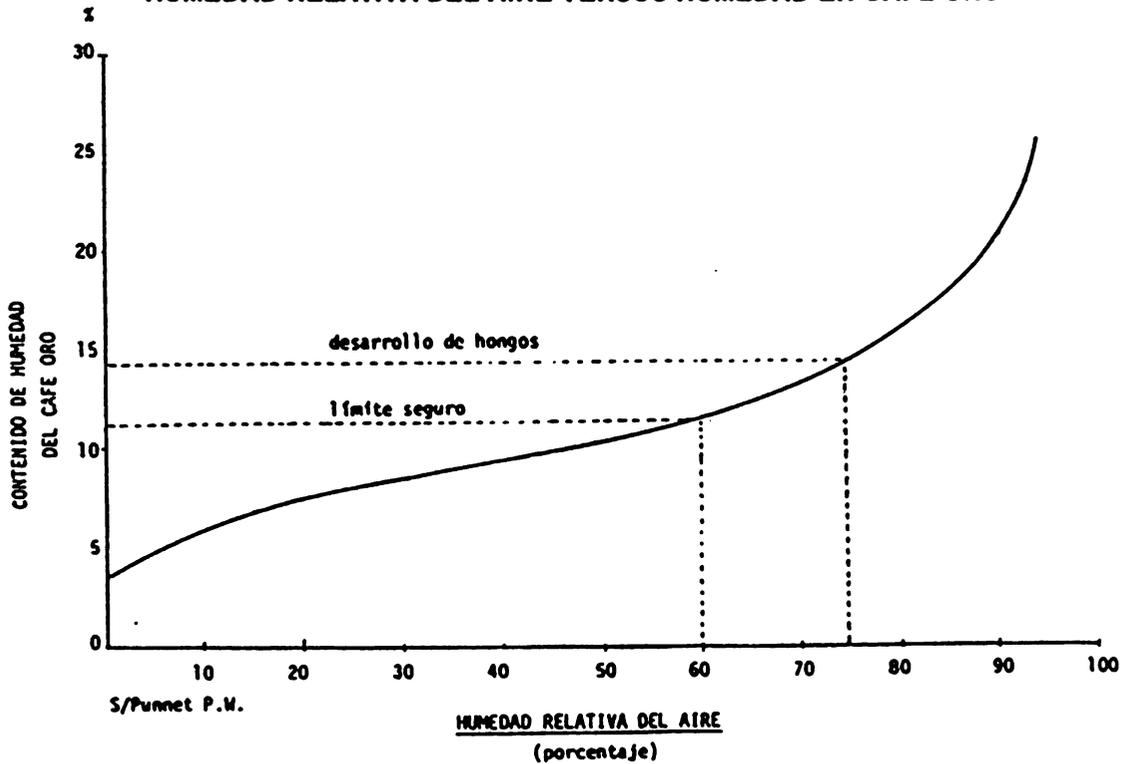
Ejemplo del incremento en la presión estática debido al diseño del típico horno, mantenimiento el mismo volumen de aire.

**EQUILIBRIO ENTRE LA HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE**  
**Y EL CAFE EN PERGAMINO Y EN ORO**

**ISOTERMA DE EQUILIBRIO PARA CAFE PERGAMINO**  
**E. C. Henderson ( HUMEQC)**

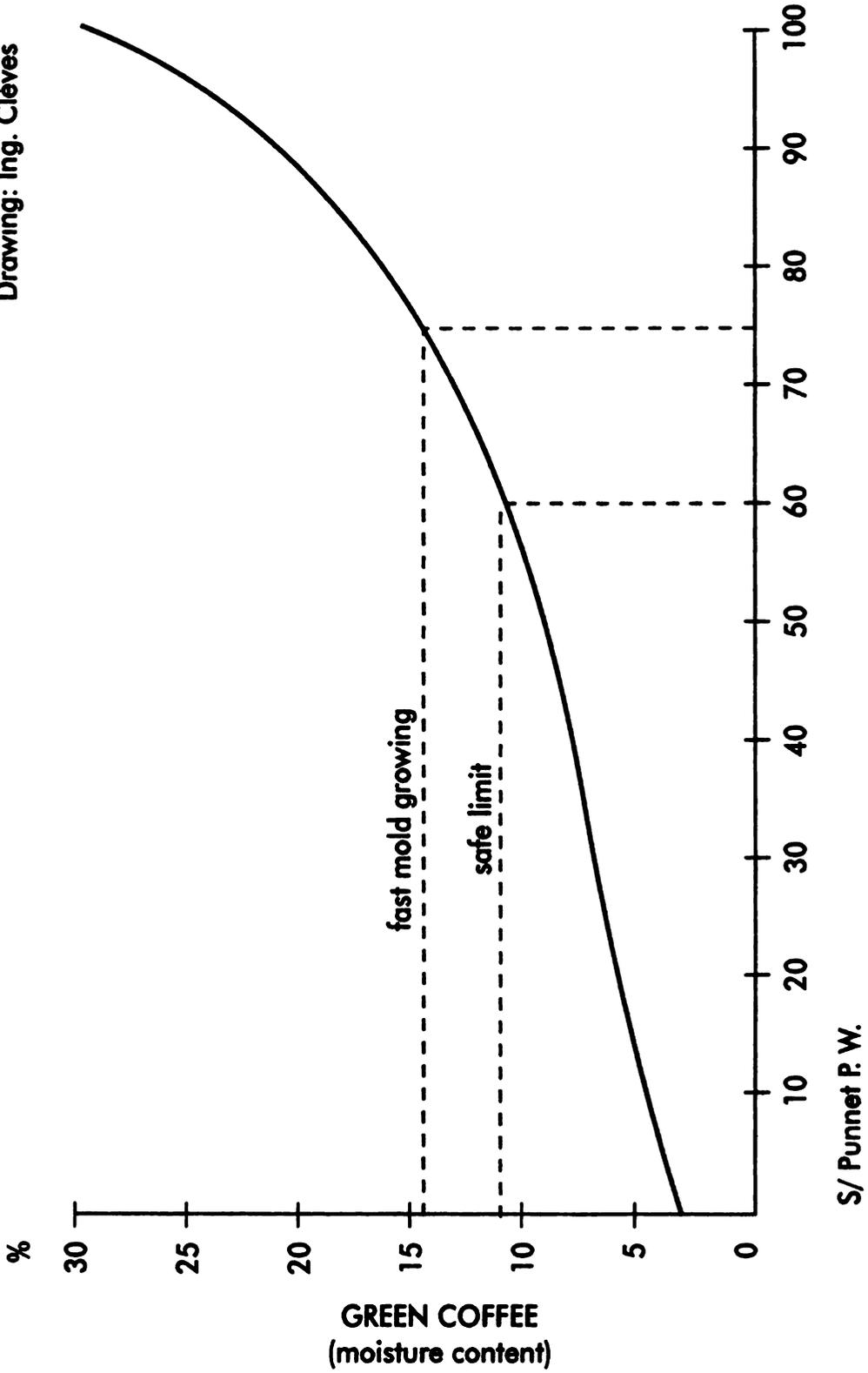


**HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE VERSUS HUMEDAD EN CAFE ORO**



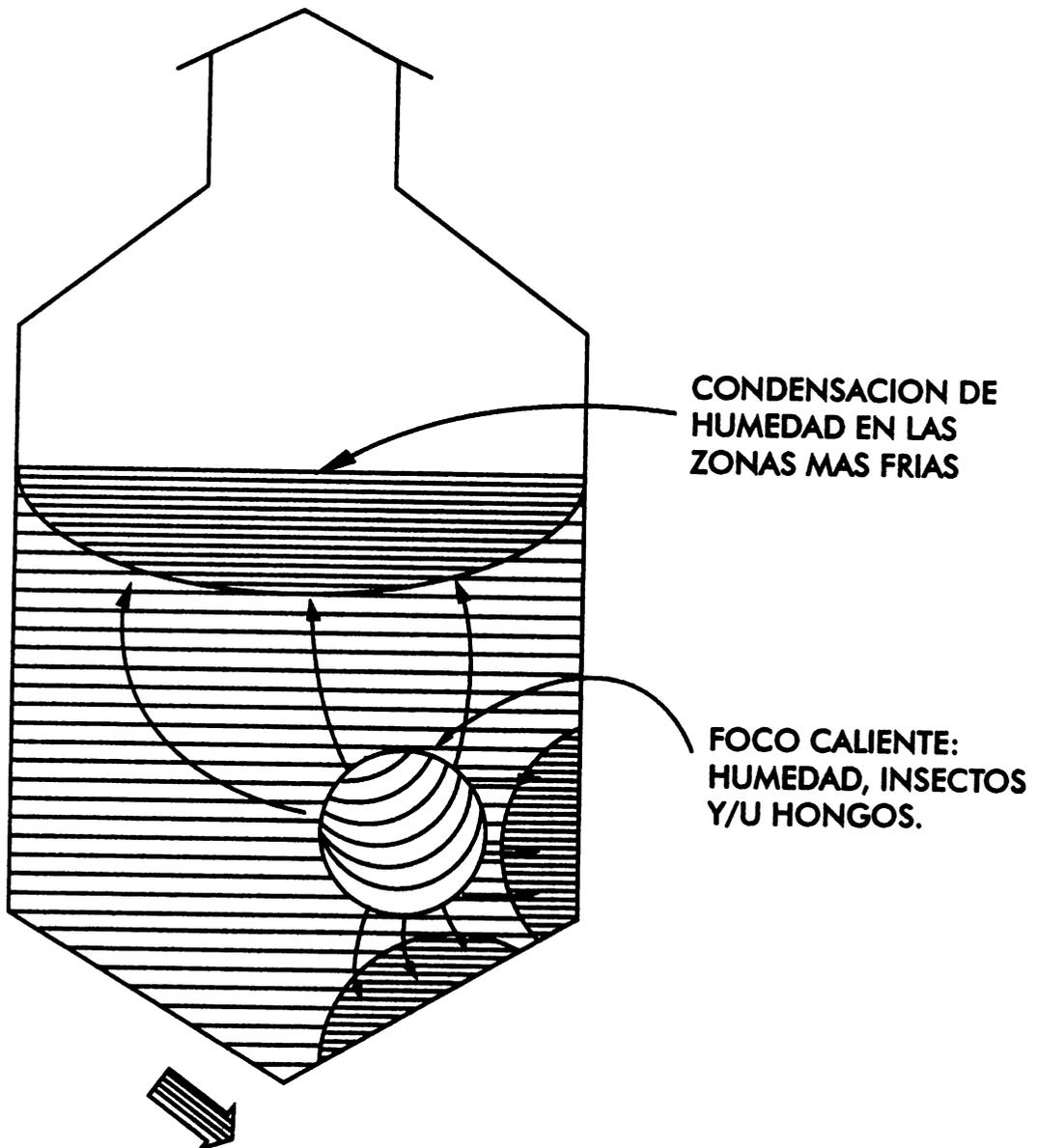
# RELATIVE HUMIDITY OF AIR VS. MOISTURE FOR GREEN COFFEE

Drawing: Ing. Cléves



3- **TODA GRADIENTE DE TEMPERATURA  
GENERA UNA GRADIENTE DE HUMEDAD**

4- **MIGRACION O TRASLOCACION DE  
HUMEDAD**



**LA HUMEDAD SIEMPRE SE DESPLAZA DE  
LAS ZONAS CALIENTES A LAS FRIAS**

SEMINARIO REGIONAL DE CONSULTA SOBRE  
SITUACION ACTUAL DEL BENEFICIADO DE CAFE

CLASIFICACION DEL CAFE PARA EXPORTACION  
( EN COSTA RICA )

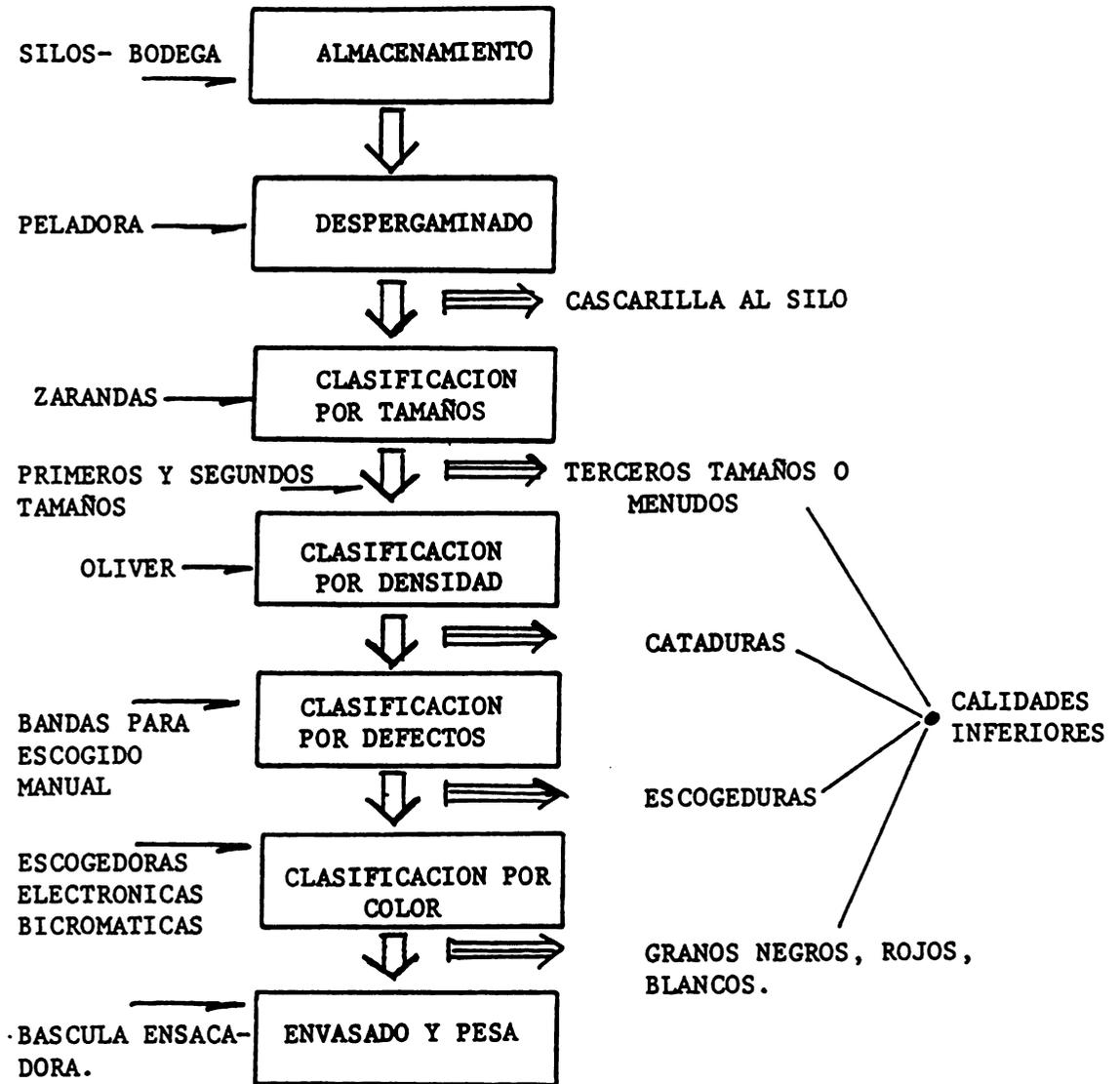
MARCAS REGISTRADAS	TIPOS DE CAFE ECOLOGICOS	CALIDADES * ( BENEFICIO HUMEDO )	PREPARACION * ( BENEFICIO SECO )	
<p>HAY UN TOTAL DE MAS DE 600 MARCAS REGISTRADAS POR LAS FIRMAS BENEFICIADORAS</p>	( ZONIFICACION CAFETALERA ) DE COSTA RICA	<p>PRIMER PERGAMINO SEGUNDO PERGAMINO</p>	<p>PREPARACION EUROPEA ( POR TAMAÑOS ) A = PRIMER TAMAÑO B = SEGUNDO TAMAÑO AB = 1eros y 2 dos ¿.</p> <p>( PREPARACION POR DENSIDAD ) CHORRO EUROPEO CHORRO AMERICANO</p> <p>CATADURAS Y RECATADURAS CARACOL MENUDOS ESCOGEDURAS</p>	
	STRICTLY HARD BEAN		<p>TERCER PERGAMINO O CABEZA DE CAÑO</p>	<p>CHORRO EUROPEO CHORRO AMERICANO CATADURAS OTROS INFERIORES SEGUN MUESTRA</p>
	GOOD HARD BEAN			
	HARD BEAN			
	MEDIUM HARD BEAN	<p>ESPUMAS BORRAS VERDES LAVADOS</p>	<p>CHORRO AMERICANO OTROS INFERIORES SEGUN MUESTRA</p>	
	HIGH GROWN ATLANTIC			
	MEDIUM GROWN ATLANTIC	<p>NATURALES DE MADUROS NATURALES DE JUNTAS NATURALES DE VERDES</p>	<p>PRIMERAS CATADURAS SEGUN MUESTRA</p>	
LOW GROWN ATLANTIC				
PACIFIC				

\* Obtenidas por separacion mecánica y escogidas a mano o electrónicamente

OBSERVACIONES: Como se puede notar, esta clasificación no considera en forma alguna la clasificación botánica del café.

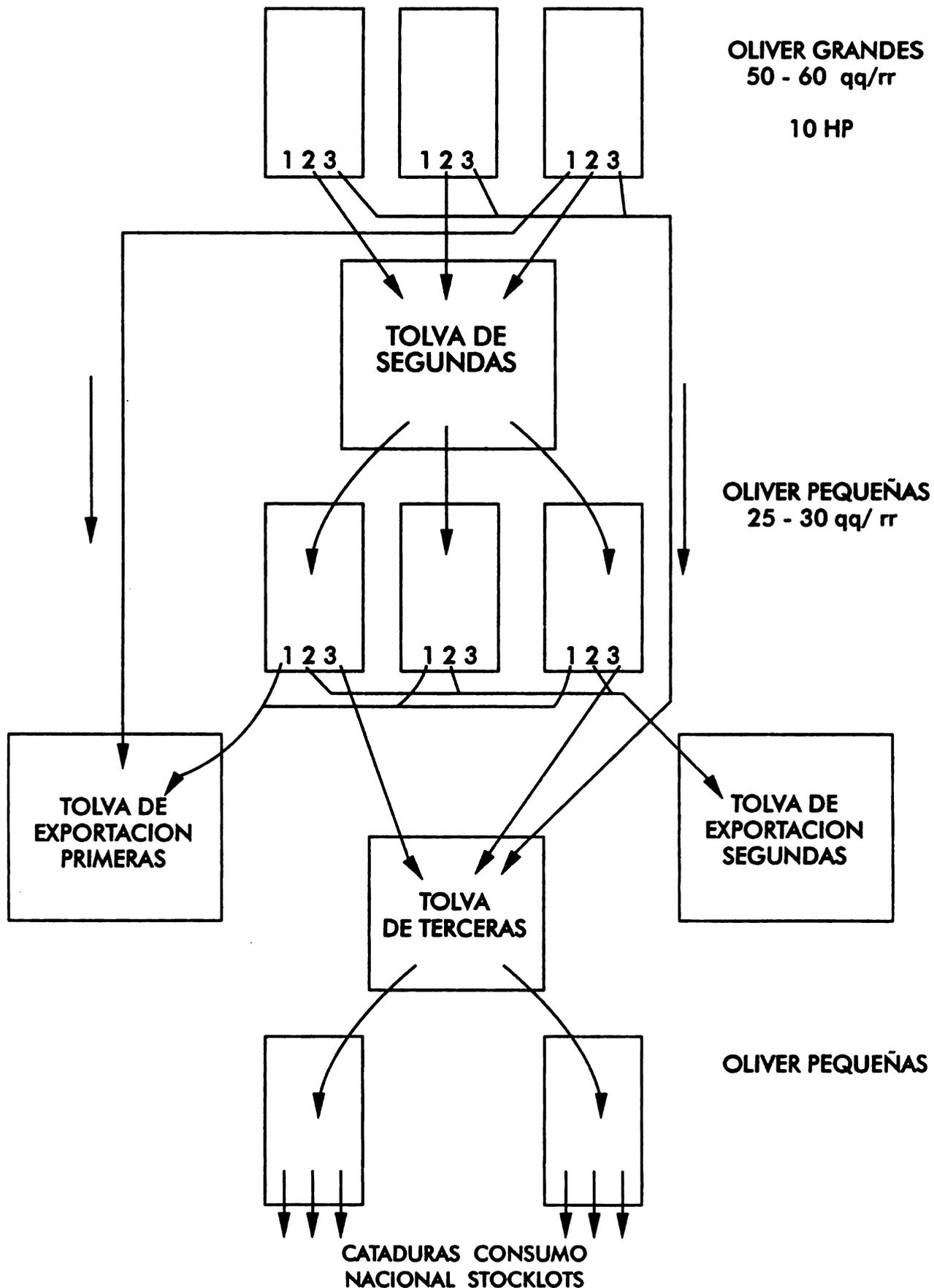
Todas las variedades o cultivares de Costa Rica pertenecen a la Especie Arábica ( Familia: Rubiaceas; Género; Coffea )  
Cuando se beneficia comercialmente el café, no se hace separación de variedades.

FLUJOGRAMA DE LA PREPARACION DEL CAFE



RCS.

# CLASIFICACION POR DENSIDAD



## **LA OREADORA DE CASCADA**

FLUJO DE AIRE HASTA DE 40.000 M<sup>3</sup>/HORA A UNA TEMPERATURA DE 50 a 60 GRADOS CENTIGRADOS.

SUSTITUYE LOS COSTOSOS PATIOS DE CONCRETO AHORRO ESPACIO FISICO - - MECANIZACION DEL PROCESO

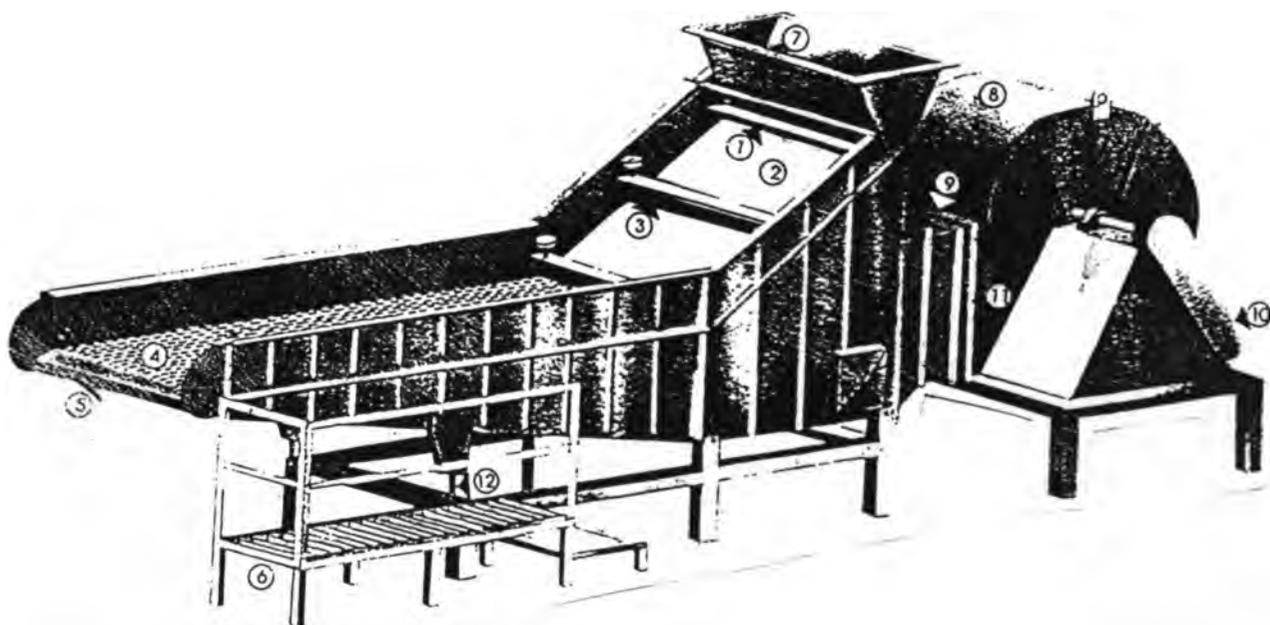
EVITA HUMEDECIMIENTO DE TOLVAS, EQUIPOS TRANSPORTACION BAFLES Y CEDAZOS DE LAS SECADORAS QUE PRODUCEN CORROSION

EVITA LA OBSTRUCCION DE LAS PERFORACIONES DE LAS SECADORAS QUE INTERFIERE CON LA EFICIENCIA DEL SECAMIENTO.

**CUADRO 3 HUMEDAD - TEMPERATURA DEL GRANO, Y EFICIENCIA DE LAS OREADORAS DE CASCADA, A DIFERENTES TEMPERATURAS**

TEMPERATURA AIRE		CONDICION DEL CAFÉ QUE SALE		RENDIMIENTO DE LA MAQUINA	
Entrada	Salida	Humedad b.h.	Temperatura	Térmico	Evaporativo
50°C	27.2°C	47.79%	20.53°C	74.19%	75.26%
60°C	29.4°C	46.26%	20.67°C	74.53%	75.58%
70°C	31.5°C	44.57%	20.84°C	74.94%	76.01%
80°C	33.3°C	42.68%	20.99°C	75.80%	76.88%
90°C	35.1°C	40.72%	21.19°C	76.13%	77.23%
100°C	36.7°C	38.54%	21.34°C	76.78%	77.87%

**Fuente:** Presecadora de lecho fluidizado. Ing. Luis Tiraboski. El Salvador, Diciembre 1988





### **3.3 El Comercio Internacional del Café y sus Perspectivas.**

**Patrice Gautier  
COMERCAFE/ATI – El Salvador**

### **3.4 Proyecto BID/UCAFES/GRANO DE ORO/ATI**

**Víctor Mencía  
Ing. Industrial. ATI- El Salvador**



### **3.3. EL COMERCIO INTERNACIONAL DEL CAFÉ Y SUS PERSPECTIVAS**

Patrice Gautier  
COMERCAFE/ATI  
El Salvador

Para entender este mercado, y su evolución, es necesario volver algunos años atrás, y recordarse que entre 1962 y el 3 de julio de 1989, hubo un convenio internacional.

Este convenio fue uno de los más exitosos a nivel de las materias primas, su objetivo era el de mantener los precios del café en una franja entre 120 y 140 centavos por libra.

Para obtener este nivel de precio era indispensable limitar la oferta. La OIC cuya sede se encuentra en Londres otorgó a cada país una cuota trimestral. El problema fue que la mayoría de los países tenían una cuota muy limitada, en relación a su producción; la carga de financiar los excedentes de cosecha a tasas de interés muy altas, provocó dudas entre los países de continuar este convenio, dado el continuo deterioro económico que sufrían los productores.

Los Estados Unidos defendiendo el liberalismo económico se opuso a continuar este convenio y el 3 de julio 1989 productores y consumidores decidieron levantar las cláusulas económicas, o sea las cuotas.

Como muchos países productores tenían más de un año y medio de existencias de café en bodega, empezó un movimiento de caída de los precios en forma brusca, para el caso, en un día el precio pasó de 120 a 90 dólares para terminar a \$ 48 en agosto de 1992.

Todavía existe la OIC, para administrar un convenio, sin cláusulas económicas, pero varios países productores se retiraron para no pagar la cuota anual. Asimismo, algunos países consumidores como los Estados Unidos y Canadá decidieron retirarse. Esta situación de retiro de miembros obligó a la OIC a limitar sus gastos. Hoy en día tiene un rol como un organismo de registro de estadísticas, y de promocionar el consumo de café en el mundo.

En otro contexto surge la APPC con sede también en Londres y que fue creada en 1993 sobre la iniciativa de productores de Centroamérica para ordenar las ventas de café, mediante cuotas trimestrales, varios países productores importantes, como México y Guatemala no están participando en este convenio, los consumidores están fuera.

Esta iniciativa fue buena, permitió que los precios de los cafés suaves se mantuvieran por arriba de 80 dólares, que era más o menos el costo de producción en esta época; no obstante los productores no tenían alternativa. En el contexto económico de hoy parece totalmente imposible reactivar un convenio internacional entre productores y consumidores para ordenar el mercado.

Hay también otros elementos, de menos importancia, que han cambiado tales como:

1. Brasil y los Estados Unidos tenían en los años 50 / 60 una importancia tremenda en los intercambios de café. Esta importancia ha disminuido hoy en el caso de los Estados Unidos. Hace treinta años el consumo alcanzaba 23 / 24 millones de sacos, hoy es solamente de 18 / 20 millones, al contrario los países europeos han incrementado considerablemente su consumo, así como otros países nuevos como Japón.
2. La producción mundial ha aumentado, en los años 60 / 70 era de 65 millones de sacos en 1980 era de 85 y para 1997/98 la producción mundial alcanza una cifra récord de 107 millones de sacos.

Respecto a los inventarios, en países productores, la situación ha sido la siguiente: entre los años 1931 y 1938 se botaron al mar o se quemaron alrededor de 65 millones de sacos en Brasil, en estos últimos 40 años las existencias han bajado drásticamente a nivel mundial.

En los años 50 / 60 habían 150 millones de sacos

En los años 75 / 85 habían 50 millones de sacos

Actualmente alcanzan una cifra estimada de 25 millones de sacos.

3. Por el lado de la demanda, el consumo mundial también ha aumentado, pero no en la misma proporción que el incremento de la población en el mundo (alrededor de 94 millones cada uno); es decir en 50 años, el consumo pasó de 50 a 97 millones de sacos. En los países consumidores el consumo se estabilizó en los 10 últimos años, a 72 millones de sacos, sin embargo, esto no se ha dado en los países productores, donde el crecimiento de la población es mayor al que presentan los países consumidores.

En Brasil, en los últimos 10 años, el consumo pasó de 7 millones a 12 millones de sacos de 60 kg, la perspectiva para el año 2000 es de 15 millones, pero eso dependerá también de la situación económica. En los últimos 30 años los precios, en moneda constante han bajado un %; al contrario los productos importados como insumos, vehículos equipos de trabajo han subido drásticamente.

Sin duda alguna ha habido empobrecimiento de los países productores, por la brecha comercial que se ha ampliado enormemente en los últimos años con respecto al comportamiento de los precios.

El año pasado sucedió un evento extraordinario en el mercado de café: sin catástrofe climatológica en Brasil, como una sequía, o helada, el mercado en menos de 5 meses subió de 120 a 318 dólares en la Bolsa de Nueva York (eso fue el 29 de mayo), no muy lejos del nivel histórico de abril 77 (después de la helada del 75) cuando el mercado subió a 337.50

Todos esperaban una escasez de café para 1998, y una nueva subida de los precios, todo lo contrario, casi todo el año se cayó el precio de la bolsa para llegar cerca de 100 dólares por quintal.

Este año hubo una producción mundial récord que alcanzó los 107 millones de sacos; comparada con 1996/97 que fue de 94 millones, representó un incremento de 13 millones, siendo el factor principal el aumento de la cosecha de Brasil que pasó de 24 a 35 millones de sacos.

Hemos pasado en un año, de una situación de casi déficit a una situación de excedentes. Es probable, que la producción del próximo año, en Brasil no supere los 28 millones de sacos. Si esta cifra se confirma, la oferta y la demanda mundial van a coincidir más o menos. Esto tendría que ser un elemento positivo, para la evolución de los precios.

En este mundo, en todo hay ciclos, en el tiempo, las mareas y los mercados, uno de los ciclos, a largo plazo, más importante es el ciclo de inflación a deflación. Hasta ahora, se ha dado cada 45 a 60 años este tipo de situación deflacionaria en los últimos 200 años, esta situación no duraba más de 8 a 12 años.

En lo que respecta a las materias primas, desde el año 80 estamos en un ciclo deflacionario, y por el momento, no vemos, donde esta la salida, para el caso, el barril de petróleo está en su precio más bajo de los últimos 20 años. Es muy importante tener en mente esta realidad, en una situación deflacionaria, una subida fuerte de una materia prima específica, como la que sucedió el año pasado en el mercado que nos interesa, no puede ser permanente.

Otra consideración importante, es que en estos movimientos cíclicos, su duración varía bastante de una materia prima a otra, por ejemplo en el mercado de trigo, que depende mucho de los factores climáticos, se puede ver una tendencia alcista más o menos cada 5 años, cuando en los metales como el oro y la plata, se puede ver una subida, solamente más o menos cada 3 ó 5 veces en un siglo.

Sin duda, ha habido empobrecimiento en los países que producen materias primas, y de todas las materias primas, incluso el petróleo. Al contrario, hubo enriquecimiento de algunos de los actores económicos, en los Estados Unidos y Europa.

Así que hoy existe, una cantidad tremenda de dinero, fondos especulativos o de pensiones, que buscan el mejor rendimiento posible y entraron masivamente en los mercados de materias primas. Este fenómeno es relativamente nuevo; en los años 70, no había mercado a futuro de moneda, de tasa de interés, ni de oro. Hoy en día, el mercado de moneda a futuro es el más importante de todos y representa alrededor de 1000 billones de dólares diarios.

La tasa de interés ha bajado mucho en los Estados Unidos y Europa, los bancos pagan solamente entre el 3 y el 4 por ciento; es más atractivo invertir en un fondo de materias primas, con perspectivas de ganancias tremendas; por eso, la tasa de volatilidad, de estos mercados ha aumentado de una manera considerable.

Hubo en los años 70 (que fue un año alcista para el precio de las materias primas) una alta especulación sobre el precio del mercado de futuro de la plata en Nueva York, el precio de este metal, pasó en poco más de un año de 3 a 50 dólares. Un grupo de inversionistas millonarios de Houston entre ellos los hermanos Hunt, fueron los responsables de esta subida especulativa del metal; al final quebraron, ellos no ayudaron a los productores de plata, al contrario, esto tuvo consecuencias dramáticas sobre la mayoría de ellos.

Con un costo de 5, viendo el mercado a 15, vendieron en la bolsa 2 años de producción, cuando el mercado subió en un rango de 25-35 no pudieron pagar los márgenes y quebraron.

En el caso del café, cuando el año pasado (por compras de especuladores) en un mercado en general deflacionario, el precio en la bolsa subió a más de 300 dólares, esta alza no favoreció a nadie en toda la cadena de café, ni a los productores, exportadores, importadores o consumidores.

Mas que todo, esto generó un impacto negativo sobre el consumo de café, por lo menos a mediano plazo, siempre afectado por una subida demasiado fuerte y rápida. El año pasado, la mayoría de los productores vendieron a 120, sin aprovechar la subida abrupta de los precios.

Asimismo, este año, cuando hasta febrero/marzo el precio de la bolsa estuvo a 180.00, no quisieron vender, esperando una subida igual a la que sucedió el año anterior, y vendieron a un nivel mucho más bajo.

El gran problema, es que hoy, cada segundo el precio de un café de Guatemala, de Nicaragua o de donde sea, cambia con el precio de la bolsa y sabemos, que en su gran mayoría, los precios de la bolsa son determinados por grupos económicos, que no tienen nada que ver con nuestro producto. Que nunca en su vida han visto un cafetal o una semilla de café.

Esto no es fácil, el problema es que, si en vez de sembrar café, ustedes siembran caña o algodón, van a enfrentar exactamente al final, el mismo problema.

Cabe recordar que hace veinte años, casi nadie ofrecía café con un diferencial contra la bolsa de Londres o de Nueva York; pero lo hacían a un precio fijo; esta nueva costumbre de comercializar café, no ayuda a los países productores, que cada día son más dependientes de los mercados de futuro.

También, es importante saber, que los que manejan los fondos, saben normalmente, lo que están haciendo, actuando con mucha metodología, usando métodos de análisis de gráficos, cada día más sofisticados. Ellos tienen lo más importante en estos mercados especulativos y arriesgados: disciplina y metodología ¡y eso es lo que hace falta a los productores! Podemos lamentar esta situación, pero es mejor estar convencidos, que en la mayoría de los casos, son ellos, los especuladores, que hacen bajar o subir el mercado.

En estos últimos cinco años, que he vivido en un país productor de café, desgraciadamente me di cuenta que en la mayoría de los casos, los productores fijan precio, por desesperación, y no sobre un análisis de costos. También es posible, que la facilidad otorgada en Centroamérica, a los productores por parte de los beneficiadores / exportadores, de fijar el precio de su café, cuando quieran, sobre un período de casi un año. Finalmente los desfavorece: transformando al productor de café en un especulador.

No sería justo no insistir sobre la importancia que los técnicos del café saben, que un productor, que logra cosechar 30 quintales por manzana en promedio por varios años nunca pierde; cuando un productor de 2 a 3 qq por manzana nunca gana. Los extremos de producción, son más altos que los extremos de fluctuación de precio. Podemos esperar, y eso gracias a los especialistas en el cultivo del café, un aumento de la producción en los próximos años.

Estuve, el mes pasado en Africa, en Guinea Conakry. El promedio de producción del país no alcanza 2 quintales por manzana, es probable que este tipo de caficultura desaparezca, reemplazada por nuevos productores económicamente viables. Vietnam es un excelente ejemplo, en veinte años la producción pasó de casi nada a casi 6 millones de sacos (cuarto productor mundial). Este país tiene un costo de producción muy reducido, y una caída de precios no lo va afectar tanto como a un productor ineficiente. Empezaron a sembrar fuerte, en los años 90 / 92, cuando el precio del café en Nueva York estuvo entre 50 y 70 dólares.

Si se produce más, es indispensable, para evitar otra caída de los precios, aumentar el consumo.

Como lo hemos señalado, la demanda de los países tradicionalmente consumidores, tiene una tasa de crecimiento muy baja, alrededor del uno por ciento al año. En el caso de los Estados Unidos, mayor consumidor del mundo, el consumo per cápita ha bajado, durante los últimos veinte años, se ha dado una gran competencia con las bebidas frías; 6 de cada 10 jóvenes toman coca cola en el desayuno, esta tendencia se explica también parcialmente, por la calidad bastante baja, ofrecida al consumidor.

En los años 60, empezó en la ciudad de Seattle, un fenómeno interesante conocido como *Specialty Coffee*; un concepto totalmente diferente de tomar café, usando calidades más finas, un tueste más oscuro, tipo French Roast, una preparación distinta, café expreso, latte, capuchino.

Hoy, la empresa más famosa, que es líder en este segmento, "Starbucks" tiene 1500 tiendas, con proyecciones de tener 2000 para el año 2000. "Starbucks" ha abierto tiendas en Japón en Singapur; y han previsto también abrir otras en las Filipinas, China e Inglaterra.

Starbucks se encuentra en los aeropuertos, galerías y zonas de oficinas, la mayor parte del café se consume por taza, poco para llevar, estas ventas de café, con este nuevo concepto han crecido más de lo que los optimistas podían esperar; y parece que van a seguir subiendo. Este mercado tiene todavía excelentes perspectivas, no se ha saturado.

Las ventas de cafés de especialidad frenaron la caída del mercado tradicional y eso trae mucho optimismo para el consumo en Europa, el consumo es bastante estable. Los países del norte de Europa, tienen el consumo per cápita más alto de todo el mundo, como sigue:

#### CONSUMO PER CAPITA POR AÑO EN KILOGRAMOS

Finlandia	10.56
Noruega	9.77
Suecia	8.78
Alemania	7.16
Francia	5.69
Italia	4.95
Inglaterra	2.43

#### Y COMPARATIVAMENTE

Europa	5.56
Brasil	4.35
Estados Unidos	4.10
Japón	2.83

Se puede verificar, que los países de alto consumo son los países helados y que ofrecen al consumidor un café de excelente calidad. Esto, es un buen argumento para convencernos, que la mejor forma de hacer subir el consumo es ofreciendo calidad.

En el continente Asiático, tradicionalmente se consume té. Japón es uno de los países, que se convirtió al consumo de café, y exige calidades altas, con casi 6 millones de sacos, es el tercer país importador del mundo después de los Estados Unidos con 18 millones de sacos y Alemania con casi 10.

Los chinos toman coca cola, fuman cigarrillos marlboro, pero por el momento no toman café, siendo esta población un gran potencial de mercado, para los productores.

Yo creo que va a costar mucho para que los chinos importen café; más que todo porque hay una zona en el sur del país fronteriza con Vietnam adonde hay posibilidades de sembrar café. Parece que la Nestlé está edificando una planta de café soluble para abastecer el mercado nacional, por el momento, los consumidores son, mas que todo, los turistas.

Cuando los países ex comunistas de Europa del este, se abrieron al mercado libre, y pudieron importar café sin restricciones estatales, como era el caso de antes, hubo mucho optimismo de que estos países. Se iban a convertir en fuertes consumidores de café desgraciadamente, no ha sido el caso, el precio del café es todavía, como todo lo que es importado bastante caro, y en los países con más problemas económicos, tal como Rusia, el consumo no ha aumentado. Al contrario, en países como Polonia y la República Checa donde la gente dispone de más dinero, el consumo ha aumentado.

Al momento que se abrieron estos mercados, en los años 89/90, Costa de Marfil tenía en existencia una cantidad grande (alrededor de 300.000 sacos) de un robusta muy feo, granos negros acumulados desde más de 10 años. El Banco Mundial obligó a Costa de Marfil a vender este café; la calidad era tan mala que ni las cárceles de los Estados Unidos, lo podían utilizar.

Finalmente, todo este café se colocó en tres años, casi la totalidad en los países ex comunistas, a un precio muy atractivo de 25 centavos por libra, compraron por el precio y porque se llamaba café; pero la experiencia en la degustación posiblemente no fue la mejor.

Como se puede promover el consumo de café, ofreciendo una calidad tan mala. Eso es anti-promoción!. Los países productores, a nivel de la OIC, tendrían que prohibir a sus miembros, la exportación de cafés inferiores. Algunos países como Brasil y Colombia ya lo hacen.

**Cuáles son las perspectivas de consumo en los países productores?**

De todos los países del mundo productores de café, hay solamente dos fuertes consumidores; Brasil y Etiopía. Es muy probable, que Brasil SEA, antes del año 2010, el primer país consumidor de café del mundo, en gran parte debido a la alta tasa de crecimiento poblacional; como al fenómeno de gustos y preferencias.

Estos países productores tienen un potencial fuerte de crecimiento, a pesar de que muchas veces, el café es demasiado caro, y no está al alcance de la mayoría de los consumidores.

Algunos países africanos, productores de café, casi no tienen consumo; la bebida favorita es el té. Incrementar el consumo de café, en los países productores, es una necesidad, y eso podría conseguir más fácilmente, si se cuida la calidad.

De nuevo, el precio del café está a un nivel muy deprimido.

Hay perspectivas, en los próximos seis meses, de ver una subida de los precios a niveles entre US \$120 y US \$ 130 por quintal, lo cual sería favorable para los productores, eso sería lo razonable y lo ideal, pero lo que va a suceder realmente nadie lo sabe.

La situación económica en Rusia, en los países asiáticos y más recientemente en el Brasil sigue siendo preocupante. El caso de Brasil es serio, el gobierno tendrá que tomar medidas drásticas y posiblemente devaluar el real, eso quiere decir que cuando vendan en el exterior en dólares van a conseguir más reales; eso es una amenaza para el mercado.

Pero el elemento, que va a tener más impacto sobre los precios del café es el volumen que va a cosechar este país el próximo año, es difícil hacer una estimación válida en esta época del año.

Hace poco tiempo, empezó a llover en las zonas cafetaleras, para tener una idea hay que esperar, hasta el final de noviembre, después de la primera floración, para tener alguna idea de la cosecha. Pero es seguro, que por la naturaleza cíclica del café, la próxima cosecha será menor que la actual, así que podemos tener optimismo en un mejor precio que el vigente, si las condiciones de bienalidad se cumplen.

Finalmente, quisiera dejar un mensaje a los productores, beneficiadores y especialistas en nuestra industria: que la sobrevivencia de nuestro cultivo va a depender, en gran parte, de la calidad del café que se produzca, así que serán los productores más eficientes los que prevalecerán en el nuevo milenio.

# **EL SALVADOR**

## *Proyecto BID/UCAFES/Grano de Oro/ATI*

*Presenta:*

*Ing. Victor Mencia*

## *Participantes del Proyecto:*

- **ADMINISTRADORA DEL PROYECTO:** Banco Interamericano de Desarrollo BID, agencia donante de \$1.3 millones
- **LA ENTIDAD ESPECIALIZADA Y COADMINISTRADORA DEL PROYECTO:** APPROPRIATTE TECHONOLOGY INTERNATIONAL.
- **INTERMEDIARIAS:** UCAFES de R.L. y Cooperativa Grano de Oro de R.L.
- **SUBINTERMEDIARIAS:** Cuscatlan, La Union, Codecano, Berlin, Jucuapense.
- **PROCAFE**

# *Objetivos del Proyecto*

- *Mejorar el nivel y calidad de vida de los pequeños caficultores y sus familias*
- *Generar y/o consolidar oportunidades de empleo en el área rural*
- *Brindar Asistencia Técnica en las áreas Agrícolas, Agroindustrial, Comercialización y Mercadeo*
- *Proveerlos de créditos oportunos a tasas de interés razonables*
- *Fortalecerlos financiera y administrativamente*
- *Dotarlos de Tecnología Ambientalmente Sostenible*

## *PRINCIPALES LOGROS :*

- *Se han reconvertido y construido centros de transformacion agroindustrial, los cuales adicionan mayor valor agregado a sus productos y son diseñados con tecnologias amigables con el medio ambiente.*
- *Los subproductos provenientes del procesamiento del cafe los estamos utilizando, especialmente la PULPA como abono organico , disminuyendo el uso de fertilizantes quimicos*
- *Gracias a la implementacion de los Laboratorios Rurales de Parasitoides, estamos combatiendo las plagas por medios BIOLÓGICOS, aminorando el consumo de pesticidas*

# *Valor Agregado*

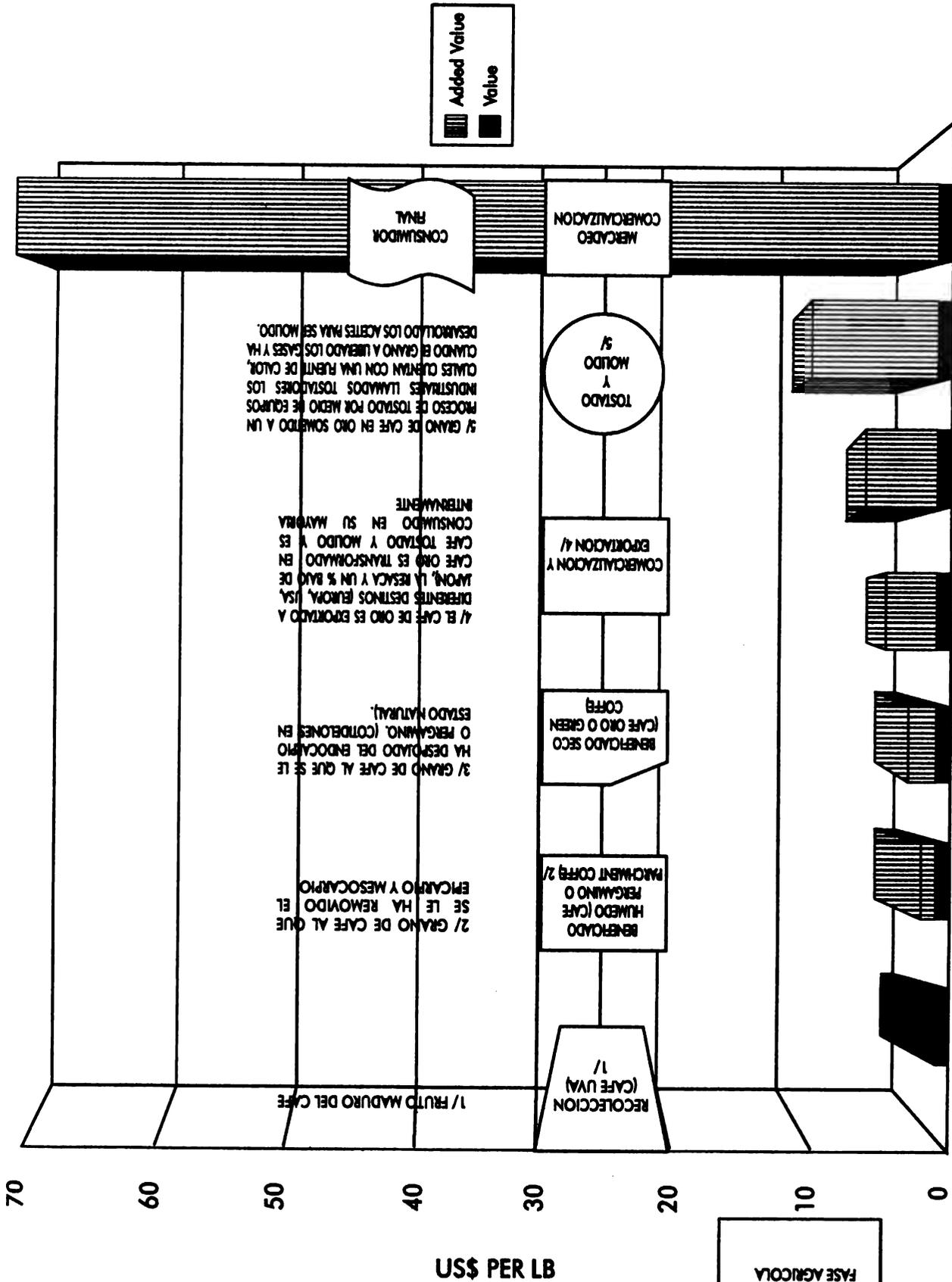
**El Subsector Cafe genera Valor Agregado, a varios tipos de niveles por los tipos de productos semiprocésados que existen.**

- **Cafe Uva**
- **Cafe Pergamino**
- **Cafe Oro (Green Coffee)**
- **Cafe Tostado y Molido**
- **Cafe en taza**

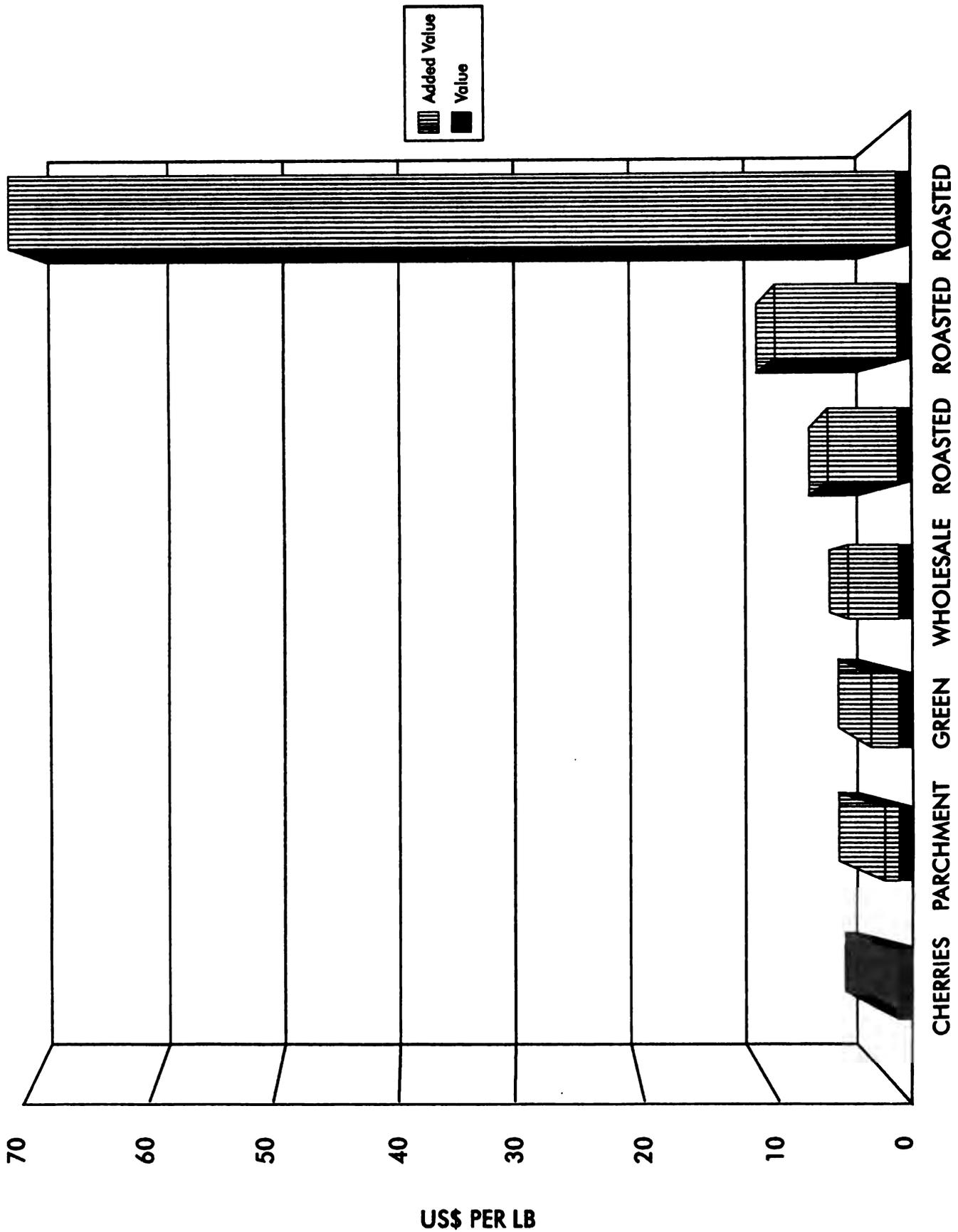
**Segun su posicion en la Cadena de Valor cada integrante recibe un producto que procesa para llegar otro tipo de producto de mayor valor**

## *PRINCIPALES LOGROS:*

- *Se han otorgado mas de 450 creditos por un monto de \$ 460,000.00*
- *En todas las oficinas de las Cooperativas se ha instalado un sistema mecanizado de contabilidad y creditos. Se cuenta con estados financieros actualizados y confiables*
- *Se ha organizado una Alianza Estrategica entre las cooperativas participantes y algunas otras con las que tenemos afinidad.*
- *Comercializamos nuestro cafe en conjunto, obteniendo con ello mejores margenes de ganancia*



CHERRIES  
PARCHMENT  
GREEN  
WHOLESALE  
ROASTED  
ROASTED  
WHOLESALE  
RETAIL  
CUP



**FORMACION Y USO DEL VALOR AGREGADO DEL CAFE  
CASO DEL PRODUCTOR "UVERO"**

PRECIO FOB	150,0		100,0	
TIPO DE CAMBIO	8,7		8,7	
PRECIO FOB EN COLONES	1.308,0		872,0	
<b>VENTA</b>	<b>1.308,0</b>		<b>872,0</b>	
(-) INSUMOS	100,0		100,0	
(-) PRESTACIONES				
CANON BENEFICIO	200,0		200,0	
OTROS (TRANSP.),	21,0		21,0	
MERMA (10%)	98,7		55,1	
<b>VALOR AGREGADO</b>	<b>888,3</b>	<b>68%</b>	<b>495,9</b>	<b>57%</b>
<b>USO VALOR AGREGADO</b>				
<b>IMPUESTOS</b>				
ASISTENCIA TECN.	8,7		8,7	
CSC	3,1		3,1	
FONDO EMERG.	34,9		34,9	
<b>MANO DE OBRA</b>				
CULTIVO	155,0		155,0	
RECOLECCIÓN	122,0		122,0	
<b>MARGEN BRUTO</b>	<b>564,6</b>	<b>43%</b>	<b>172,2</b>	<b>20%</b>
DEPRECIACIONES (EQ. Y CULT.)	50,0		50,0	
GASTOS FINANCIEROS	69,0		69,0	
IMPUESTO A LA RENTA	12,6		6,7	
<b>MARGEN NETO (UTILIDAD)</b>	<b>433,0</b>	<b>33%</b>	<b>46,5</b>	<b>5%</b>

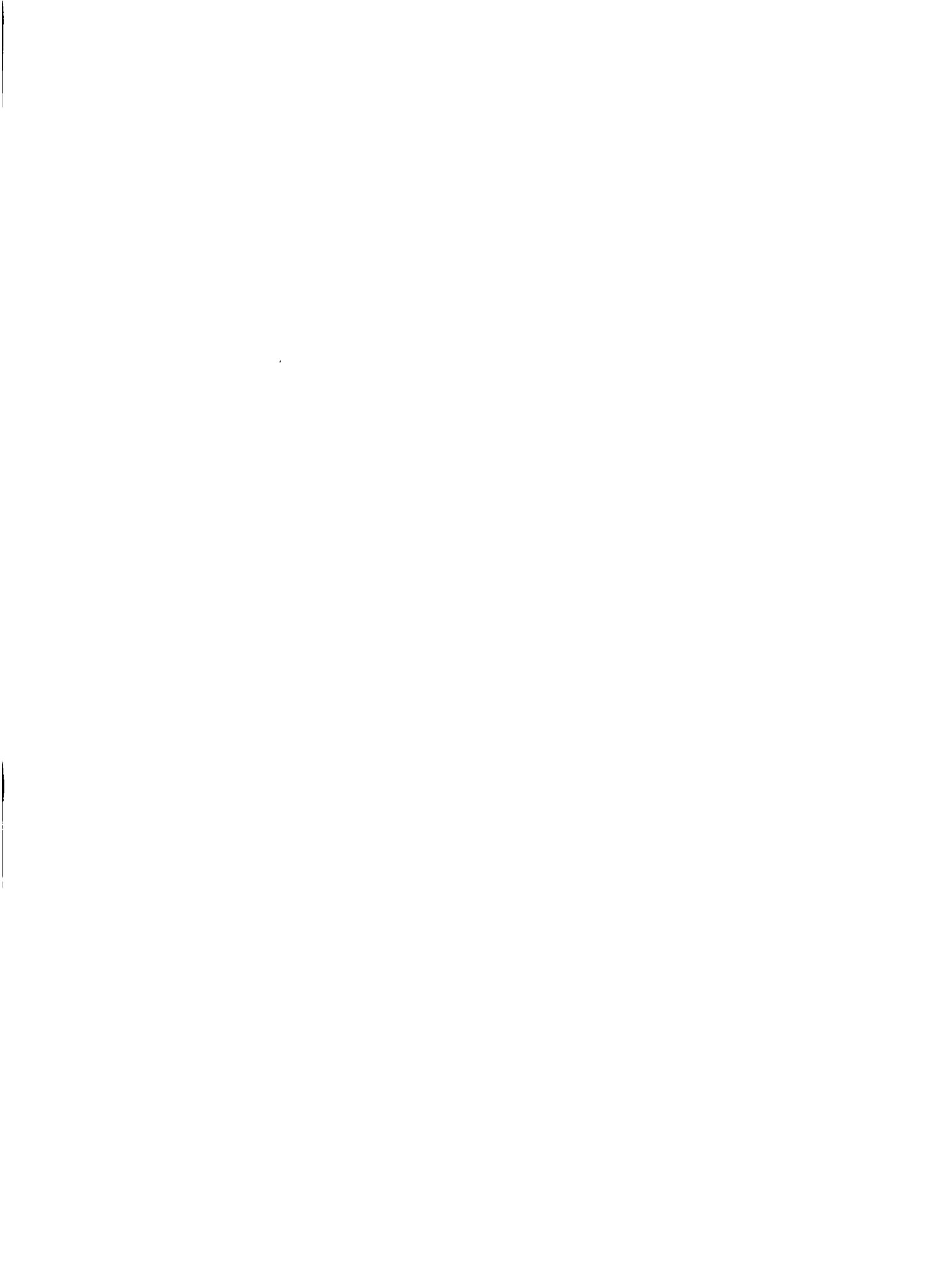
**FORMACION Y USO DEL VALOR AGREGADO DEL CAFE  
CASO DEL PRODUCTOR "SOCIO"**

PRECIO FOB	150,0		100,0	
DIFERENCIAL (20*30%)	6,0		6,0	
TIPO DE CAMBIO	8,7		8,7	
PRECIO FOB EN COLONES	1.360,3		924,3	
<b>VENTA</b>	<b>1.360,3</b>		<b>924,3</b>	
(-) INSUMOS	<u>95,0</u>		95,0	
(-) PRESTACIONES				
CANON BENEFICIO	<u>140,0</u>		140,0	
OTROS (TRANSP.)	21,0		21,0	
MERMA (2%)	<u>22,1</u>		13,4	
<b>VALOR AGREGADO</b>	<b>1.082,2</b>	<b>80%</b>	<b>655,0</b>	<b>71%</b>
<b>USO VALOR AGREGADO</b>				
<b>IMPUESTOS</b>				
ASISTENCIA TECN.	8,7		8,7	
CSC	3,1		3,1	
FONDO EMERG.	34,9		34,9	
<b>MANO DE OBRA</b>				
CULTIVO	155,0		155,0	
RECOLECCIÓN	122,0		122,0	
TRANSFORMACIÓN	0,0		0,0	
<b>MARGEN BRUTO</b>	<b>758,6</b>	<b>56%</b>	<b>331,3</b>	<b>36%</b>
DEPRECIACIONES (EQ. Y CULT.)	50,0		50,0	
GASTOS FINANCIEROS (16%)	<u>45,0</u>		45,0	
IMPUESTO A LA RENTA	15,5		9,1	
<b>MARGEN NETO (UTILIDAD)</b>	<b>648,0</b>	<b>48%</b>	<b>227,2</b>	<b>25%</b>

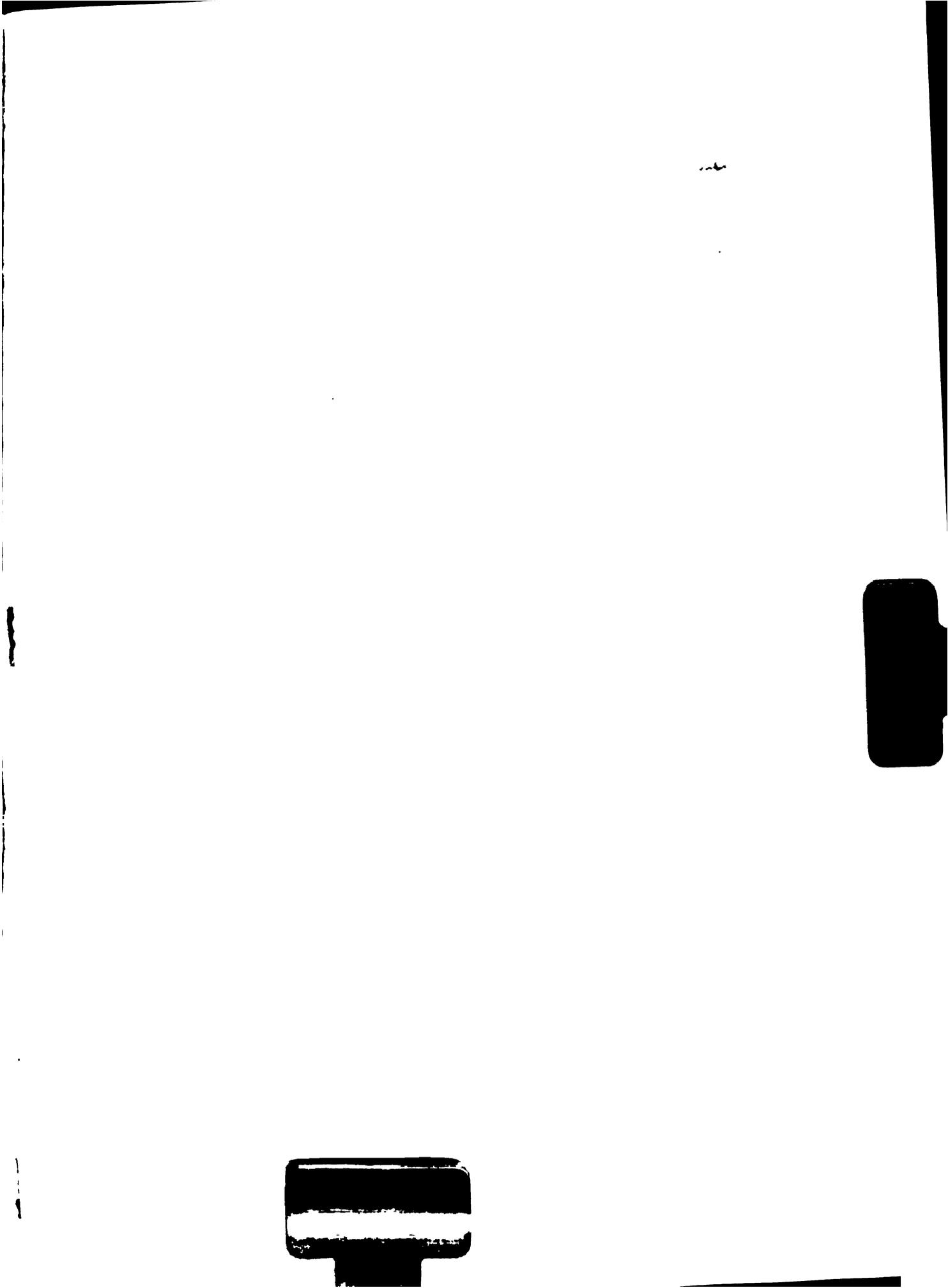
### **3.5 PARTICIPANTES EN EL SEMINARIO**

## LISTA DE PARTICIPANTES EN EL SEMINARIO

<b>NOMBRE</b>	<b>INSTITUCION</b>	<b>PAIS</b>	<b>DIRECCION</b>
Carlos A. Tardencilla C.	UNICAFE	Nicaragua	UNICAFE, Matagalpa, Nicarag.
Ligia Dina Solís Torres	CICAFE	Costa Rica	CICAFE, San Pedro, Barva, Heredia
Patricia Contreras Estrada	UNICAFE	Nicaragua	Hotel Primavera ½ c. al Este. Tel.06323004
José M. Alpizar Saborio	ICAFE	Costa Rica	CICAFE, San Pedro de Barva; Heredia
Timon Waugh	C.I.B.	Jamaica	Box 508, Marcus Garvey Dr. Kgn, tel.876-9235850
Rafael Gómez Mencía	PROCAFE	El Salvador	Res. El Trebol pol k-9 #15 Santa Ana, El Salvador
Pedro Alcides Morel	Depto. Café Secret. Agricult.	Rep. Domin.	C/ma. Sánchez #37, San Cristobal
José Luis Galicia Guillén	ANACAFE	Guatemala	Buenos Aires, Chiantia, Huehuetenango, Guat. C.A.
Daniel Antonio Santos Salazar	ANACAFE	Guatemala	ANACAFE, Barbarena, Sta. Rosa, Tel.8870291/2
Adolfo Valdemar Barrios	ANACAFE	Guatemala	5ª Calle 0.50 zona 14 Guatemala Tel.3373830
Rolando Dávila Ramírez	ANACAFE	Guatemala	5ª Calle 0.50 zona 14 Guatemala Tel.3373720
Víctor R. Cantarero	UNICAFE	Nicaragua	Del Banic 2½ C.Norte, Jinotega. Telefax (505)6322254
Carlos R. Pineda	IHCAFE	Honduras	Edif. Bancatlán, Frente. Parque Central, Tegucigalpa
Celso Reyes Fernández	IHCAFE	Honduras	San Pedro Sula, Cortés Apartado 329 Honduras, C.A.
Albino Rodríguez	ICAFE	Costa Rica	CICAFE, Barva de Heredia, San José Apdo.37-1000
Gerardo Lardé	Fundación PROCAFE	El Salvador	Final primera Ave.Norte, Nueva San Salvador, El S.
Sergio Rojas J.	CICAFE	Costa Rica	CICAFE, San Pedro de Barva, Ap.37-1000 San José
Edgar L. Ibarra	IICA-PROMECAFE	Honduras	Apartado 1410, Tegucigalpa, Honduras
Patrice Gautier	COMERCAFE/ATI	El Salvador	Av.Las Camelias Calle Los Abetos, Casa No.114 S.S.
Victor Mencía	ATI	El Salvador	Ave.Las Camelias Calle Los Abetos, Condominio Casa Blanca Apdo. 6-2 San Salvador Tel. 2246668
Rodrigo Cleves	TECNICAFE INT.	Costa Rica	AP, 1676-2050 San José, Costa Rica
Rolando Vasquez	Empresa Privada	Costa Rica	









INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA  
Apdo. 1410 Tegucigalpa, Honduras, Tels.: 232-5452, 232-5462, 232-5484, 232-8406, Fax: 232-8195, Edificio  
Palmira, 2do. piso, E-mail: [iicalety@cybertel.hn](mailto:iicalety@cybertel.hn).