



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTUDIO EXPLORATORIO DE LAS MODALIDADES  
DE SECAMIENTO DEL CAFE (*Coffea arabica*)  
EN GUATEMALA

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA

DE LA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DE LA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

CARLOS ENRIQUE ALONZO MAZARIEGOS

EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, ABRIL DE 1981.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

01  
T(591)  
c.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Rector  
Leonel Carrillo Reeves

JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Dr. Antonio Sandoval S.
Vocal Primero	Ing. Agr. Orlando Arjona
Vocal Segundo	Ing. Agr. Gustavo Méndez
Vocal Tercero	Ing. Agr. Néstor Fernando Vargas
Vocal Cuarto	P. A. Carlos Orozco C
Vocal Quinto	P. A. Roberto Morales M.
Secretario	Negli Gallardo

Tribunal que practicó el examen privado:

Ing. Agr. Alejandro Hernández  
Ing. Agr. Oscar González  
Ing. Agr. Gustavo Méndez  
Ing. Agr. Leonel Coronado, Secretario.  
Ing. Agr. Rodolfo Estrada G., Decano.

Guatemala, Abril de 1981.

Guatemala, 30 de abril de 1981

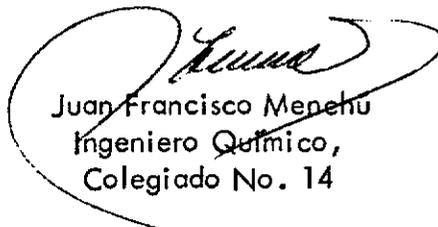
Señor  
Secretario de la  
Junta Directiva de la  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente.-

Estimado Señor Secretario:

Por este medio deseo informar a usted que he concluido con la revisión del tema "ESTUDIO EXPLORATORIO DE LAS MODALIDADES DE SECAMIENTO DEL CAFE (Coffea arabica)", propuesto como tesis por el Br. CARLOS ENRIQUE ALONZO MAZARIEGOS, para optar por el título de INGENIERO AGRONOMO.

Aprovecho la oportunidad para saludarlo,

Muy atentamente,



Juan Francisco Menchu  
Ingeniero Químico,  
Colegiado No. 14

1a. Calle "B" 4-28, Zona 3  
CIUDAD DE GUATEMALA

Guatemala, Abril 30, 1981.

Honorable Junta Directiva  
de la Facultad de Agronomía

Honorable Tribunal Examinador:

Para dar cumplimiento a lo establecido en la ley orgánica y estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el Honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis:

ESTUDIO EXPLORATORIO DE LAS MODALIDADES DE SECAMIENTO DE CAFE (Coffea arabica) EN GUATEMALA.

como último requisito previo para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,

  
Carlos Enrique Alonzo M.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES

JUAN FRANCISCO ALONZO

MARTA MAZARIEGOS DE ALONZO

A MIS HERMANOS

JUAN FRANCISCO

JORGE FERNANDO

MARIA DEL CARMEN

A MI ABUELA

MARIA T. vda. DE MAZARIEGOS.

A MI SOBRINA

CLAUDIA ALONZO

AGRADECIMIENTO AL

PERSONAL TECNICO DE ANACAFE.

PERSONAL DE ICAITI.

Ingeniero Juan Francisco Menchú.

Ingeniero Agrónomo Mario Amézquita.

## RESUMEN

El presente trabajo es un análisis preliminar de las condiciones en las cuales se conduce la operación de secamiento del café en Guatemala a nivel de finca.

El secamiento es dentro del proceso de beneficiado del café la operación más costosa debido a la necesidad de consumir importantes cantidades de combustibles.

Se pretende establecer el orden de magnitud de los costos de secamiento en función de los combustibles empleados y los tipos de secadoras que actualmente se emplean.

Los resultados obtenidos en este trabajo, fueron extraídos de la información recabada en 27 fincas de las diferentes zonas productoras de café del país.

Es indudable que tales resultados sólo son indicativos como resultados de un trabajo de carácter preliminar, debido principalmente a la diversidad de condiciones en que se beneficia café en el país y debido además a la falta de control de gastos en la mayoría de las fincas.

Se encontró que el tipo de secadora más utilizado, sigue siendo la Guardiola, luego se encuentran las secadoras estáticas de mesa, que se han popularizado desde hace muy pocos años debido al elevado costo de las Guardiolas. Se pudo además, verificar el hecho que muchas Guardiolas que inicialmente tenían hornos para leña, fueron estos sustituidos por quemadores diesel a fuego directo como los que se usan en las secadoras de mesa. Sin embargo, debido al creciente aumento de costo de los derivados del petróleo, la tendencia es a volver a los hornos tradicionales para leña.

En lo que se refiere a los costos totales de secamiento, no apareció una diferencia radical entre los tres tipos de secadora usadas. Sin embargo, puede fácilmente apreciarse que en cuanto a costos fijos, las Guardiolas y secadoras verticales presentan los mayores costos; en cambio, en lo que se refiere a los costos variables, las Guardiolas operadas con leña y cascabillo presentan los más bajos costos, seguidas de las que utilizan solamente leña. Con la tendencia a subir de los costos de los derivados del petróleo, es fácil prever que los costos de operación de las secadoras que usan estos combustibles, como las de mesa o verticales, tenderán a subir definitivamente, a menos que se les adapten hornos para combustibles convencionales como la leña.

I. TITULO: ESTUDIO EXPLORATORIO DE LAS MODALIDADES DE SECAMIENTO DE CAFE (Coffea arabica) EN GUATEMALA

II INTRODUCCION

El bien conocido problema económico generado por el incremento continuo en el precio del petróleo y sus derivados afecta profundamente la producción agrícola. De modo que la producción de café y en manera especial, el beneficiado del mismo, resulta afectado, en lo que se refiere a la etapa de secamiento que se lleva a cabo en nuestro país generalmente a nivel de finca.

Tradicionalmente las fincas, principalmente las de la costa sur occidental del país, han dependido de la leña como principal combustible, luego en ciertas regiones ha sido el cascabillo o pergamino del café, complemento valioso a la misma.

Por razones de costo de las tradicionales instalaciones de hornos para leña y cascabillo, se fue incrementando el uso de instalaciones de combustión directa de aceite diesel, incluso en muchos casos se llegó a eliminar las tradicionales ruedas de agua por motores de combustión interna como fuente de energía mecánica para las instalaciones del beneficio de café en fincas que aún cuentan con tan valioso recurso energético.

En lo que se refiere a la tecnología del beneficiado, y en especial a la operación del secamiento del café lavado, el desarrollo de sistemas nuevos y más eficientes ha sido muy reducido y los que han aparecido se emplean comercialmente y en muy contados casos, generalmente en grandes centrales de las casas exportadoras.

La crisis de energéticos ha afectado severamente la producción de café, empezando por el incremento en precios de los pesticidas y fertilizantes, sin embargo, el impacto más fuerte está en el uso de combustibles derivados de petróleo y esto afecta más seriamente la operación de secamiento del café. Es entonces necesario revisar el sistema o sistemas de secamiento que ahora se utilizan, para evaluar cómo incidirá este costo en la producción nacional de café. Es bien conocido el hecho que se pueden sustituir parcial o totalmente los combustibles derivados del petróleo por otros no convencionales como la pulpa deshidratada, o bien usar mejor la leña de desombre e incluso el cascabillo que ya es usado ampliamente, sin embargo, debemos antes establecer cuales son las condiciones actuales. Por otra parte, es bien conocido el hecho que en las actuales circunstancias es difícil establecer a nivel nacional por medio de una encuesta con muestras estadísticamente significativas, la situación real. Por lo tanto, se considera más útil usar datos verídicos de pocos casos confiables por la colaboración e interés de caficultores interesados en mejorar su economía.

### III DEFINICION DEL PROBLEMA

En el presente trabajo se busca en primer lugar, conocer las modalidades actualmente en práctica dentro de la operación del secamiento del café, el combustible usado y los tipos de secamiento empleados, mediante una encuesta realizada al efecto. Se busca hacer básicamente una encuesta de tipo exploratorio, ya que dadas las condiciones actuales y la tradicional reserva, es bastante difícil programar una encuesta con un muestreo formal.

El estudio de la información obtenida deberá conducir a la descripción del estado actual y a efectuar sugerencias que permitan el aprovechamiento de los actuales recursos disponibles y el planteamiento de posibles formas de bajar el costo de producción del café, mediante la implantación de sistemas racionalmente adecuados para hacer más efectivos y económicos los costos de operación del secado de café en pergamino.

#### IV FORMULACION DE HIPOTESIS

Los actuales sistemas de secamiento del café en Guatemala son energéticamente ineficientes. Existe tecnología disponible que permitiría hacerlos más eficientes y económicos.

#### V REVISION DE LITERATURA

##### 1.1 CARACTERISTICAS DEL CAFE

Los factores ecológicos (clima, suelo, etc.), ejercen una influencia notable sobre el cafeto como ocurre con todas las plantas. El cafeto es muy sensible a algunos de estos factores limitantes (5). Superadas estas limitaciones, este arbusto se adapta a ecologías muy variadas. El hombre interviene en los casos necesarios sacando provecho de las investigaciones agronómicas para corregir en cierta medida o atenuar las influencias de un medio al que se considere poco favorable (5).

La mayor parte del café del mundo se cultiva en la zona tórrida ya que el café no puede tolerar heladas. Para escoger el lugar adecuado se debe considerar:

- Altura: el café de mayor altura es de mejor calidad inherente, aunque para determinadas condiciones ecológicas hay una altura donde la planta fisiológicamente se desarrolla mejor(8). El límite de altura es aquella zona donde hay heladas, que resultan peligrosas para el cultivo.

- El clima ofrece temperatura media de 20 a 25°C, sin posibilidades de heladas. La distribución de la lluvia oscila entre 1500 a 1800 milímetros al año. Como puede verse es un clima tropical (5). La calidad de café es el factor de mayor importancia en la determinación de su valor comercial (2). La buena calidad de café no consiste en el tamaño de los granos, sino en su densidad, porque a igualdad de volúmenes contiene mayor masa (1).

## 1.2 CARACTERISTICAS BOTANICAS

El Coffea arabica es un tetraploide ( $2N=44$ ), del género *Coffea* (9), la semilla presenta variaciones de tamaño, forma, según la variedad a cultivar. En esta forma los frutos y semillas de Typica, normalmente son elípticos, guardando una relación estrecha con la forma y el tamaño de las hojas (9).

Diferentes autores establecen que no hay diferencia estructural

---

(\*) Comunicación personal J.F. Menchú  
ICAITI, 1981

entre los frutos y semillas, en las especies de mayor comercialización (9).

El fruto es una drupa elipsoide de dos lóculos y dos semillas. La cáscara del fruto consiste de dos tejidos: el epicarpio y el endocarpio. El primero se conoce como pulpa y el segundo como pergamino.

El fruto del café está constituido de afuera hacia adentro por las siguientes partes:

- La cáscara o cubierta verde cuando el fruto no ha madurado, roja cuando maduro y marrón oscuro cuando está seca (14).
- El mucílago o miel es la envoltura resbalosa, de sabor azucarado. Esta parte es el mesocarpio. El epicarpio y el mesocarpio juntos forman la pulpa del café.

Al alcanzar el fruto su estado de maduración, se forma el mucílago que permite que la separación de la pulpa y el pergamino sea con mayor facilidad (9).

- El pergamino o envoltura celulósica, cubre por separado cada una de las semillas. Esta parte es el endocarpio del fruto (16).

Epicarpio + Mesocarpio + Endocarpio = Pericarpio

El pergamino es delgado y de textura esclerosa (5); está formado por fibras esclerenquimáticas, las cuales son largas de extremidades planas o redondas, de abertura estrecha, están orientadas de diversa manera presentando un entrelazamiento, cruzándose en sentido longitudinal y transversal (16).

La resistencia de esta capa del fruto del café a la trituración se debe a la disposición de las fibras.

Es necesario aclarar, que el pergamino rodea totalmente a la semilla, pero no forma parte de la misma (9).

- La capa situada entre el pergamino y el endospermo se le conoce como película plateada, tela de cebolla, piel plateada, película verrugosa, que corresponde al perispermo o testa y que está constituido por células esclerenquimáticas (tejidos cuyas células se han endurecido por la lignificación de sus paredes). Estas células o fibras son bastante largas en la región dorsal de la semilla; menos largas en la parte ventral o plana y finalmente irregulares en la porción arrugada que se acumula en la hendedura. Estas fibras se encuentran asentadas en una fina membrana compuesta de un parénquima de paredes estrechas, alargadas longitudinalmente de pequeñas dimensiones y de un conjunto de células comprimidas, alargadas transversalmente, situadas más abajo (16). Las células esclerenquimatosas no constituyen una capa continua (16). Las células contienen materias grasas y un poco de ácido clorogénico (16).

- El tejido de mayor volumen es el endospermo, cuyo color es azul verdoso, gris amarillento o gris pizarra, dependiendo de la variedad de café, el modo de preparación, el medio y el tiempo de conservación (5).

La semilla en sí, está constituida por un albumen córneo cuyos tejidos contienen almidón, sustancias grasas, azúcares, cafeína, etc. La superficie (de la semilla) es lisa, cuya cara plana está hendida siguiendo el eje mayor por un surco más o menos rectilíneo. El em-

brión es corto y está situado en la base de la semilla y posee una radícula cónica y dos cotiledones cordiformes (5).

Al momento de recolección tiene más o menos entre 48 a 50% de agua y entre 50 y 52% de materia seca.

El endospermo o grano está constituido por una cutícula o capa externa.

El tejido correspondiente al endospermo o albumen es elástico, constituido por células poliédricas o isodiamétricas, casi cúbicas mucho menores que las de la parte interna del grano. Las paredes de estas células son celulósicas y se tornan más gruesas y nudosas de la periferia a la parte central de la semilla. Las células son voluminosas y presentan un contenido pardo, en los granos crudos, mezclado con gotas aceitosas de una sustancia que contiene proteínas, azúcares, cafeína, ácido oxálico, taninos (15).

Sus elementos histolíticos continúan inalterados, adquiriendo excepcionalmente un color pardo abermejado, que es más intenso en determinados parénquimas. En algunas de esas células pueden notarse poros grandes y pequeños, redondos o estirados. Sus paredes son ligeramente amarillas y alcanzan fácilmente un espesor de 6 micras (15).

#### 1.4 FORMAS EN QUE SE ENCUENTRA EL AGUA CONTENIDA EN LA SEMILLA

El agua se encuentra en la semilla o grano retenida de tres formas diferentes:

- Agua Libre: retenida en los espacios intergranulares, la cual

posee propiedades específicas, siendo las moléculas de las sustancias las que la soportan, las que sirven para fijarla en estos sitios.

- Agua absorbida: se encuentra más asociada con la materia absorbente, existiendo aquí una interrelación entre las moléculas del agua y las sustancias que constituyen el grano, de tal manera que las propiedades de una influyen en las propiedades de la otra.

- Agua combinada: se encuentra químicamente unida y forma parte integral de las moléculas que constituyen los materiales de reserva o entran en formación de alguno de los órganos del grano o semilla.

La manera en que se presenta el agua dentro del grano hace difícil la determinación exacta de la proporción exacta de cada una de las formas antes mencionadas.

En el grano, el agua retenida se presenta en las diversas formas descritas, variando desde agua combinada en forma química hasta agua libre. Cuando los átomos se unen para constituir moléculas, se saturan todos los lados de la cadena de la sustancia; sin embargo, las moléculas influyen unas sobre las otras, mediante las fuerzas intermoleculares que son variables. El agua combinada está fuertemente influida por las fuerzas intermoleculares del grano. Esto se manifiesta por la formación de líquidos, cristales o agregados complejos y otros tipos de interacción entre las moléculas del mismo o diferente tipo (14) (16).

### 1.5 ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA

La semilla de café se incluye entre las pocas que se supone requieren alta humedad, para mantener su viabilidad. En los frutos que alcanzan su madurez óptima, la semilla contiene aproximadamente un 50% de humedad al remover la pulpa. En la mayoría de los casos, si esta humedad desciende a un 20%, la semilla no germina. Es por esto que se procura mantener alta humedad y en forma constante en el almacenamiento de semilla para siembra. Sin embargo, existen pruebas que demuestran que si la semilla de café, al igual que las otras, se seca adecuadamente y se mantiene en recipientes cerrados, se conserva viable por largos períodos (9).

En Brasil (9) se ha encontrado que solamente con humedades del 10% la semilla de café, en recipientes herméticos y a la temperatura ambiente, dura largos períodos y con alto poder germinativo. Para el transporte, lo recomendable es empacar el café en sacos de yute, algodón o papel (9). Los empaques plásticos no son recomendables por la creación de núcleos de humedad en el interior de la bolsa.

El flujo de humedad de las diferentes partes del grano dependen de las características internas de la semilla, la permeabilidad de la capa de aleurona y del pericarpio y el grado de fracción o fraccionamiento de estas capas.

### 1.5 PROPIEDADES DE LOS GRANOS

Existen tres propiedades de los granos o semillas que determinan, en gran parte, su comportamiento o reacción ante los factores ecológicos (físicos, químicos y biotipos del ambiente que los rodea) y son:

- Baja conductividad térmica
- Capacidad de absorción del agua
- Naturaleza porosa del grano.

BAJA CONDUCTIVIDAD TERMICA: cada semilla o grano posee determinada conductividad térmica, es decir, cierta velocidad con que el calor pasa de las zonas más calientes a las zonas más frías dentro de la masa del grano. En el desplazamiento de calor en las semillas la velocidad y la conductividad térmica están determinadas por la forma, tamaño y textura. La conductividad térmica es baja y se puede comparar a la que posee el suelo o las maderas blandas. De esto se puede decir, que una vez producida una zona de calor en cualquier parte de la masa del grano, el calor se transmite con mucha más lentitud hacia las áreas más frías. Esta es la razón por la cual las altas temperaturas dañan los granos almacenados (14).

CAPACIDAD DE ABSORCION DEL AGUA: la presencia del agua en la masa de grano implica la combinación de ésta con el material sólido y seco, el cual es variable dentro de determinados límites (13).

Entre más pequeña sea la cantidad de agua en el grano, ésta se encuentra más fuertemente retenida debido a las fuerzas intermoleculares. El equilibrio dinámico entre el agua del grano y el agua del aire, es función de la temperatura y la humedad del aire, cuando se trata de granos secos, se alcanza un nivel específico para cada tipo de grano, en condiciones de humedad relativa dadas (14).

Siempre que existan diferencias de temperatura en la masa del

grano, se presenta el fenómeno de la transmisión de calor de las áreas más calientes hacia las más frías. Asimismo, la humedad se transmite del grano más caliente, hacia el más frío, en donde se condensa y cambia el contenido de humedad en este sitio específico. Sin embargo, la interrelación de ambos factores es difícil de estudiar y analizar con precisión, siendo a la vez, la más importante con respecto a la conservación durante el almacenamiento de granos. El fenómeno de transmisión de calor de las áreas más calientes o frías, tal el caso del grano caliente colocado directamente sobre pisos fríos de cemento. Cuando el grano, por naturaleza mal conductor del calor, se pone en contacto con materiales fríos y que sean relativamente buenos conductores del calor, estos cambian la temperatura con rapidez pero el grano, por su conductividad específica, lo hace con lentitud (14).

La humedad se transmite del grano caliente hacia el grano frío o a las superficies frías, en donde se deposita por condensación. Este fenómeno y su desarrollo, producen áreas localizadas con el más alto contenido de humedad (14).

NATURALEZA POROSA DEL GRANO: Los granos tiene una estructura porosa y que se sabe que debido a esta porosidad, existe el fenómeno de la difusión del aire a través de la masa. Esta difusión del aire, a través de la masa, es muy lenta por sí sola, no es capaz de eliminar cualquier exceso de humedad o de temperatura de la masa del grano, cuando se encuentra esta bajo buenas condiciones de almacenamiento (14).

Quedó establecido anteriormente que los granos o semillas son órganos cuyas actividades vitales están muy reducidas, lo que les permite permanecer en reposo aparente. La actividad de los granos, se manifiesta por la producción de energía a partir de las sustancias elementales de reserva mediante los procesos respiratorios. La velocidad de la respiración en los granos está íntimamente ligada a la disponibilidad de oxígeno y es función de la temperatura, así los granos húmedos se calientan más que los secos y mientras exista oxígeno disponible puede llegar este calentamiento hasta la destrucción de los granos por el efecto adverso de las altas temperaturas (14).

El agua contenida en el grano, actúa como elemento de hidratación de los tejidos; los coloides de la célula forman una especie de gelatina elástica permitiendo que el oxígeno y el bióxido de carbono se difundan con mayor rapidez en la masa individual de la semilla.

El agua representa más del 90% de cada organismo, y participa directa o indirectamente, en todas las reacciones metabólicas. A pesar de la abundancia, el agua es un compuesto notable que presenta muchas propiedades singulares. Entre las que podemos mencionar: el elevado calor específico, propiedad que permite al tejido vivo realizar una considerable absorción o pérdida de calor con sólo pequeños cambios de temperatura (6).

Las propiedades mencionadas se deben principalmente a la configuración de la molécula de agua, que se presta al establecimiento de

puentes de hidrógeno que son responsables del elevado calor de fusión, el alto calor específico y el considerable calor latente de vaporización del agua (6).

Los puentes de hidrógeno son los responsables de la adherencia de las moléculas de agua a sustratos como la celulosa. Este material se moja fácilmente porque las moléculas de agua tienen un fácil acceso a los átomos de oxígeno, bien expuestos sobre las superficies, con lo que fácilmente pueden formar puentes de hidrógeno (6).

#### 1.6 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL CAFE

El café lavado recién escurrido tiene un contenido de humedad que está alrededor del 55% sobre base húmeda, es decir, que de cada 100 quintales de café en ese estado contiene 55 de agua y 45 de café completamente seco (12).

El contenido de humedad en el café a ser comercializado se encuentra dentro de un rango entre el 9 al 12% de humedad, dado que esta condición permite un adecuado almacenamiento y manipulación sin riesgo de mohos o cualquier otro daño en el grano que altere la calidad del mismo y por tanto incurra en una disminución del precio en el mercado.

#### 1.7 CUANTIFICACION DE LA HUMEDAD DEL GRANO

El contenido de humedad se cuantifica en términos de porcentajes, pudiéndose tomar para su base el peso total del grano o sea el producto tal cual, y se denomina base húmeda. Puede también usarse como base el peso de la materia seca contenida en el peso de la

materia que se trate, en este caso el café, como base y en este caso se denomina base seca.

Cuando el porcentaje se obtiene relacionando el peso del agua (agua libre, más agua de constitución), con el peso total del grano húmedo (materia seca más agua) se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{Peso del agua} \times 100}{\text{Peso del agua} + \text{peso materia seca}}$$

El dato así calculado se denomina porcentaje de humedad del grano en base húmeda, pues se ha relacionado el peso de la masa de agua con el peso total del grano húmedo.

Para cuantificar el contenido de agua del grano en términos de porcentaje de humedad en base seca, se relaciona porcentualmente el peso del agua (libre más constitución) con respecto al peso de la materia seca presente en la masa del grano

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{Peso del agua} \times 100}{\text{Peso materia seca}}$$

La masa de agua libre sumada a la masa de agua de constitución forman la masa total de agua que se tiene en cuenta para cuantificar el contenido de humedad del grano. Obsérvese que la masa de agua de composición no se tiene en cuenta pues si ésta se extrajera se descompondría el material, lo que se conoce como materia seca, con lo cual los carbohidratos y demás componentes sufrirán transformaciones químicas.

Para el comercio de granos se parte del contenido de humedad medida sobre la base húmeda; y por consiguiente, todos los determinadores de humedad dan lecturas sobre esta base. Es importante aclarar que al usar el sistema de determinación en base húmeda se puede caer en un error de cálculo al determinar la pérdida o aumento de peso por secamiento o humedecimiento.

De manera que el 20% de humedad, base húmeda, corresponde al 20% del peso.

La pérdida de peso debida al secado de los granos, dependerá siempre del contenido final de humedad que es el punto que se desea alcanzar.

#### 1.8 EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AIRE

El proceso de secamiento tiene como base la capacidad del aire de asimilar mayor o menor cantidad de agua, hasta alcanzar un estado de equilibrio con el material que se está secando. La capacidad del aire de asimilar humedad, depende del contenido de humedad de dicho aire y la temperatura a la cual está.

El contenido de humedad del aire se expresa en porcentaje de humedad relativa o bien como humedad absoluta (11).

Es importante determinar las relaciones que existen entre las condiciones ambientales, definidas por la humedad relativa y la temperatura, con el contenido de humedad de los granos.

En la práctica el aire ambiente se considera una mezcla de aire seco, vapor de agua e impurezas (8).

El equilibrio que se consigue entre la humedad relativa del aire y el contenido de humedad del café da origen a curvas como la que se muestra en la gráfica número 2 en el apéndice A. En ella se puede observar que para una humedad relativa del 60%, corresponde un contenido de humedad aproximadamente de 10%, es decir, que si un almacén pudiera mantenerse en tales condiciones, el café podría conservarse ilimitadamente con ese contenido de humedad (12). Las condiciones diarias del clima son tales que generalmente la humedad relativa del aire llega a un mínimo durante el día, para subir progresivamente conforme entra la noche hasta alcanzar un máximo (12). Por otra parte, el equilibrio se establece lentamente y se necesitaría por lo menos dos semanas para que éste se llegara a establecer con una determinada condición de aire el equilibrio que se logra con una humedad promedio.

Las curvas isotermas de desorción o de equilibrio se obtienen trazando una gráfica en donde el contenido de humedad del grano está en función de la humedad del aire.

#### 1.9 MECANISMOS DEL SECAMIENTO

En el secamiento de cualquier material, es decisiva la composición, forma y estructura del sólido del cual se pretende eliminar la humedad (11) (8). En el caso especial del café hay que tomar en cuenta que después de eliminar el agua puramente superficial durante el escurrido, se inicia una etapa en la cual el agua debe emigrar del interior del grano a la superficie externa del pergamino. Además de difundirse del interior del grano a la superficie del mismo,

deberá atravesar la película plateada, para caer entonces en una cámara de aire tanto más grande cuanto más avanzado esté el proceso de secamiento; luego deberá atravesar en forma de vapor la cubierta o pergamino antes de que la corriente de aire pueda arrastrarla (12).

La evaporación tiene lugar cuando la presión del vapor de agua que contiene el grano excede la correspondiente a la resistencia de la presión presentada por el aire que lo rodea. Entonces la mayor evaporación se logrará cuando exista una gran diferencia entre estas dos presiones

Todo líquido tiene una presión de vaporización la cual es directamente proporcional a la temperatura absoluta del líquido. Por consiguiente, el agua contenida en el grano ejerce una presión sobre sus paredes, la cual de acuerdo a la estructura, forma y tamaño pueden soportar en mayor o menor intensidad.

El agua contenida en el grano ejerce presión sobre sus paredes; por otra parte, el vapor de agua contenido en el aire ejerce a su vez presión dentro de la mezcla, y es por ello que el agua contenida en el grano tiende a salir y pasar al aire que rodea la masa de grano, mientras que el vapor de agua contenido en el aire tiende a entrar al grano (8).

El endospermo es el material más difícil de secar por lo pequeño de los espacios intercelulares de su estructura, los cuales están prácticamente incomunicados unos con los otros. Por este motivo el agua debe atravesar una gran cantidad de paredes celulares

antes que pueda llegar a las capas exteriores.

El proceso parece muy simple, debido a que sólo se necesitaría de elevarse la temperatura del aire para ver aumentado su volumen y disminuida su presión, creando un aire sediento que absorba humedad de los productos, que entren en contacto con él, para este caso el café. Además, el aire caliente al entrar en contacto con el producto, le transmite calor, con lo que se aumentará la presión de vaporización del agua que contiene el producto, estableciéndose una gran diferencia de presiones que aceleran el proceso de secamiento.

En la práctica, el proceso se complica puesto que hay que tener en cuenta una serie de factores que limitan su aplicación (8).

Como ya se dijo antes, cada grano tiene, de acuerdo a su estructura, tipo, tamaño, una curva de equilibrio característica, denominada isoterma o curva de equilibrio higroscópico.

La absorción depende de la superficie expuesta y la estructura. Se puede decir que las semillas tienen una superficie relativamente grande. Pero se puede tener en cuenta que la superficie no es plana y sencilla, porque en realidad es rústica y en cierto modo esponjosa, lo que hace que sea mayor de lo que parece.

El grado de absorción de agua aumenta con la superficie del grano, lo que explica la mayor absorción de los granos quebrados en relación a los enteros (8).

El sobrecalentamiento del endospermo exterior puede traer como consecuencia que se presenten cambios bioquímicos en el grano

y los problemas en el mismo por sobreestiramiento de las capas, además de los cambios químicos que se tienen en el café para este caso (8).

El sobrecalentamiento en el secamiento ofrece producto de baja calidad (8).

Aquí se puede afirmar que el mecanismo del secamiento del café es más complicado que el de cualquier otro grano, no sólo por las razones anteriores, sino también por el efecto que las condiciones de la operación pueden causar al aspecto y particularmente a la bebida. En el secamiento de cualquier material inicialmente muy húmedo, y suponiendo que se seca con un aire con propiedades secadoras que mantiene constantes (humedad relativa y temperatura) ocurre una etapa en la cual la velocidad de desecación es independiente del contenido de humedad del material, el agua de la superficie se evapora como si estuviera libre, y se le llama período de evaporación constante; sigue la desecación hasta un punto en el cual la velocidad empieza a disminuir, en este punto está la llamada humedad crítica, iniciándose entonces el período de velocidad decreciente al terminar el cual, el material alcanza un valor mínimo en su humedad, que se llama humedad de equilibrio o higroscópico (11).

A continuación se presenta un gráfico del comportamiento de una curva de secado en una secadora ADS, con datos tomados de Coffee Processing Technology (16) (ver apéndice A, figura 3).

#### 1.10 METODOS DE DETERMINACION DE HUMEDAD

Generalmente se realiza de dos maneras:

- Determinación empírica (organoléptica)

El punto final de secamiento que alcanza el café que se está secando, se basa en una serie de hechos, tales como: que al introducir la mano entre la masa del grano, ésta penetra con cierta facilidad; si se pela o despergamina el grano la coloración verde claro o verde azulado que presenta el café en oro libre de la llamada mancha de agua, en los granos de tamaño medio, es otro buen índice. A lo anterior puede agregarse la consistencia del grano al ser aplastado con los dientes, que no debe quebrarse, ni dejarse romper, sólo debe aceptar una marca permanente del diente.

- Determinación con aparatos

Se realiza con aparatos contruidos con esa finalidad y que permiten la medición de la humedad de los granos en forma rápida y con bastante exactitud. Aquí se tiene por ejemplo: Steinlite, Kappa, Herts, el Aqua boy, etc. (12).

#### 1.11 BENEFICIO DEL CAFE

El beneficio del café se lleva a cabo en dos etapas inicialmente hasta dejar el grano en pergamino secado convenientemente (beneficio húmedo); y luego viene la preparación del café de exportación, en plantas donde se retrilla o elimina el pergamino y se clasifica de acuerdo a los mercados (beneficio seco) (\*).

El diagrama (figura 4, Apéndice A) señala las distintas operaciones necesarias para convertir el café maduro a café en pergamino seco.

- Los frutos bien maduros, recolectados a mano, se traen de la plantación y se vacían en tanques recibidores o sifones. El tanque debe contener alguna cantidad de agua al echar la fruta. Además, en este tanque se eliminará la fruta que flota, luego se pasa a las despulpadoras, donde mecánicamente se elimina la pulpa o cáscara del fruto.

- Después de que los granos quedan libres de la pulpa, es necesario eliminar el mucílago (mesocarpio) que cubre al pergamino (endocarpio). Para esto se deja reposar en pilas donde, una fermentación natural, provocada por los microorganismos presentes se provoca la degradación del mucílago, lo cual lo solubiliza y fluidifica.

- El café es sometido entonces a un riguroso lavado en el cual debe liberársele de los productos de la fermentación.

- El café en pergamino, libre de mucílago es sometido por cualquier método adecuado a su secado hasta dejar el grano con un contenido de humedad del 10 al 12%. El secamiento de café constituye uno de los problemas a los que se debe dar especial atención para conservar la calidad intrínseca del grano, especialmente cuando un buen éxito depende de factores adversos, de orden climático y algunos otros ocasionados por el mal manejo del producto (3).

Se utiliza un presecador o también es utilizado un presecado al sol, para evaporar el agua libre y parte de la humedad interna del grano, para pasarlo a la secadora posteriormente. De donde pasa a ser ensacado cuando tiene una humedad de alrededor del 12%, luego de haberle dejado en reposo al terminar el secamiento. En el presente trabajo esta operación de secado es la que se pretende revisar en lo que se refiere a la forma como se lleva a cabo y finalmente se buscará encontrar su costo de operación.

#### 1.12 SECADO

Es un proceso físico-químico, cuya dinámica está determinada por la transferencia de calor y humedad dentro y fuera del grano (8).

Para el sistema utilizado en Guatemala, vía húmeda de beneficiado del café, la operación consiste en secar el pergamino, o sea sacar el agua, de 55% o más a menos 12%.

Los métodos de secamiento pueden ser:

- Deshidratación, por exposición solar en patios.
- Secamiento mecánico por medio de máquinas que fuerzan aire caliente a través de la masa de café.

#### 1.13 PUNTO DE SECAMIENTO

El contenido de humedad del café en pergamino deberá bajarse de acuerdo con el lugar, tiempo y condiciones de almacenamiento que se esperan hasta un punto situado entre 9 y 12%. En las diferentes zonas cafetaleras del país existen condiciones diferentes; en la costa occidental la cosecha se inicia en plena época de lluvia con humedades

relativas de hasta 80%, en la zona oriental la cosecha es en época seca y la humedad relativa promedio es mucho más baja. Esto hace muy diferentes las condiciones de secamiento y almacenamiento entre una zona y otra.

#### 1.4 METODOS DE SECAMIENTO

La operación de secamiento del café es una de las operaciones de mayor importancia del beneficio.

La deshidratación o secamiento del café, es la operación del beneficio del café, que consiste en extraer del grano, por evaporación, la cantidad de agua que contiene, sin modificar su estructura ni alterar los elementos que lo constituyen (11).

Como se apuntó anteriormente, los métodos de secamiento que existen se han descrito de una forma muy generalizada en un inciso anterior, pero aquí se describirán en una forma más detallada.

**SECAMIENTO SOLAR:** Este elástico sistema se emplea en Centroamérica y Brasil, sobre todo para el secamiento de café de altura. En ciertas zonas lluviosas con topografía muy quebrada, prácticamente es imposible para una finca de cierta producción el secamiento en los patios, por esta razón el uso de las secadoras mecánicas ha ido creciendo. La práctica corriente se reduce a extender el café recién lavado, en capas delgadas inicialmente y cada vez de mayor espesor conforme avanza el secamiento. Se revuelve constantemente para acelerar y emparejar el grado de secamiento y cuando llega la lluvia, se le recoge en casetas adecuadas de acuerdo con el lugar y régimen de

lluvias imperante, la operación se alarga de 5 a 15 días. El movimiento y volteo del café en los patios se hace con rastrillos que forman surcos, de manera que una nueva pasada cambia y revuelve los surcos, antes formados. También se usan palas de madera para el amontonamiento del café, aún cuando el patio de áreas muy grandes deba mecanizarse el movimiento y volteo por medio de pequeños tractores con llantas anchas y sistemas de cargador frontal (15). La superficie de los patios debe ser lo más lisa y libre de irregularidades que sea posible, para evitar que se pele excesivamente la cantidad de café. Cuando se usa pala, ésta debe dejar un rastro limpio (15).

Es atractiva la idea de secar al sol, si el clima es tal que la luz solar está disponible durante la época de cosecha. El diseño, construcción y operación de una terraza de secado es muy simple además de los costos de una terraza de secado la energía solar y el viento resultan gratuitos, pero la eficiencia es baja de 7 a 13% (15) por lo que es necesaria una gran área de terraza y mucha mano de obra, además de la inversión inicial.

El secado con maquinaria es independiente del clima, en muchas fincas el secado al sol era inicialmente utilizado, por lo tanto se construyeron terrazas. Con el incremento de producción se vio la necesidad de usar secadoras mecánicas.

Es frecuente encontrar que se haga un presecado al sol antes de llevar el café a la secadora durante el día.

SECADO MECANICO: El período de presecado del café hace que pierda este agua en mayor proporción. Aproximadamente un tercio del

total de agua a ser eliminada, es evaporada en los patios, pasando posteriormente a la tarea de finalizar el secamiento en la secadora mecánica. Cuando el café en los patios podría sobrevenir lluvia, lo cual redundaría en daño al producto, si no se guarda rápidamente este daño es mayor cuanto más seco esté el producto.

Para el secado mecánico como ventajas se tienen las siguientes:

- Es posible la operación completa; es decir, desde húmedo hasta secado de punto.
- El proceso es más rápido que al sol; hay menor riesgo a la deteriorización de la calidad del café, mientras el mismo permanece con contenidos altos de humedad.
- La eficiencia del combustible comprado, en una secadora puede ser en una escala del 40-60%, lo cual comparado con el secado al sol que es de apenas del 13%, hace necesario un ejercicio económico para establecer lo aconsejable (15).
- El área que ocupan las secadoras es menor que el espacio ocupado por un patio de secado.
- La fuerte inversión de capital en la construcción del patio es eliminada, en relación a las dificultades topográficas existentes.
- La mayor ventaja que ofrece el secado mecánico es la reducción de la mano de obra (15).

El secado por este método se obtiene sometiendo determinada masa del producto a la acción de una corriente de aire caliente que atraviesa

la masa de café y facilita la evaporación del agua y una desecación uniforme del producto.

El principio base de este proceso es el mismo que el que se emplea para el tratamiento o secamiento de diversos productos agrícolas, tales como los granos, tabaco, carbón, productos químicos, etc.

Las variaciones en la técnica, en la disposición y el tamaño de las máquinas secadoras sólo tienen por objeto adaptar estas a la índole y cuantía del producto que debe secarse en cada operación.

El secamiento del café en pergamino constituye una de las operaciones a las que se les debe dar especial atención para conservar la calidad intrínseca del grano, como fue dicho anteriormente, especialmente cuando un buen éxito depende del control de factores adversos, de orden climático y otros, como la falta de información de los niveles dirigentes.

El secamiento del café en pergamino húmedo consiste en eliminar por medios solares o mecánicos, el agua absorbida y el agua higroscópica; empleando para ello el calor solar o bien el aire caliente de las secadoras mecánicas.

GUARDIOLAS: Constan de un tambor cilíndrico perforado o varios en serie montados en un eje hueco por donde circula aire caliente (11), que desempeña un papel doble, el de eje y conducto de aire (14).

El recinto donde la partida se halla sometida a la acción desecante, es un tambor o cilindro giratorio y un engranaje que le da movimiento (13). El cilindro está constituido por planchas perforadas que retienen el café y dejan pasar el aire; tienen además ventanillas

de carga y descarga. Generalmente se utiliza cuatro compartimientos en el mencionado cilindro secador. Sus dimensiones deben ser lo suficientemente amplias para facilitar la rápida carga o descarga. El cierre requiere un ajuste perfecto, lo cual se logra por medio de un resorte especial provisto de dos mangos de fácil manejo. Algunas secadoras más modernas poseen un extractor de muestras que facilita el sacar la muestra evitando parar la máquina para la mencionada actividad (15).

En el interior del cilindro hay chapas deflectoras y volteadoras del café. El tambor se mueve de 2 a 4 rpm (11) (15).

El equipo para producción de la corriente de aire caliente, se compone de un ventilador y un calorífero o intercambiador de calor, cuando se usa leña o cascabillo o bien de un simple quemador directo de aceite diesel. El ventilador tiene por objeto producir una corriente de aire y forzar su paso primero a través del calorífero para su calentamiento y, después a través del cilindro que contiene la partida de café (15). El movimiento del ventilador de diámetro pequeño oscila entre 1,100 a 1,500 rpm (alta presión) y de 800 a 1200 en ventiladores de mayor diámetro (15).

El ventilador sopla el aire que puede ser caliente o gases de combustión directa.

En cuanto a los caloríferos a fuego indirecto, para calentar el aire frío que empuja el ventilador, son de diferentes tipos, entre los cuales los más populares son los de tubo en U y los de tubos concéntricos (11).

La eficiencia de las secadoras que utilizan intercambiador es naturalmente, menor que en aquellas de combustión directa.

A continuación, se presenta un cuadro en el cual se presentan las diferentes características de potencia necesarias en la máquina, sus dimensiones, y el número de rpm del ventilador que se requieren (11)

---

Tamaño (pies diámetro x largo	6x3	6x6	6x8	6x10	6x12	6x16
Carga aproximada de ca- fé en quintales	12-15	24-30	32-40	40-50	48-50	64-80
Potencia necesaria (Hp)						
Tambor	0.8	1.0	1.2	1.3	1.5	3.0
Ventilador	3.0	4.2	5.5	6.0	7.5	10.5
TOTAL	3.8	5.2	6.7	7.3	9.0	13.5
Ventilador (rpm)	2600	2600	1650	1650	1400	1400

---

FUENTE: Boletín No. 13 de ANACAFE, Manual Práctico de Beneficios de Café. J.F. Menchú.

SECADORAS DE MESA: Son secadoras que consisten en una pila de madera, ladrillo, etc., donde se deposita el café en una cama de aproximadamente 40 cms a 60 cms de espesor, en cuyo fondo se encuentra una lámina perforada a través de la cual pasa el aire caliente; abajo de la lámina hay un túnel que comunica con el ventilador y el quemador. Generalmente son quemadores diesel con calentamiento directo a la masa de aire, los que se utilizan en este tipo de secadoras. Entre los problemas que presenta este tipo de secadoras es que si la masa permanece estática se forma un diferencial entre la humedad del café del fondo y el de las capas superiores, esto significa que hay que estar volteando el

café para que el producto quede con una humedad pareja, esta actividad hay que hacerla, entonces, periódicamente. Además no hay recirculación del aire (11).

En algunos beneficios han cambiado los quemadores de diesel y han empezado a utilizar quemadores de leña y cascabillo.

Hay varios tamaños de estas secadoras. Y algunas veces utilizan divisiones cuando el volumen a secar es menor.

SECADORAS VERTICALES: Generalmente utilizan diesel como combustible, y fueron diseñadas para secar granos, por lo que aparece como desventaja el despergaminamiento del grano, debido al pasaje de este por el gusano en forma continua, sobre todo en café de altura. Existen algunos modelos variantes en los que este gusano ha sido cambiado por otro tipo de elevador.

Siempre utilizan un ventilador y el quemador que varía de acuerdo al volumen de café que son capaces de secar por carga.

Poseen dos columnas con persianas por las que baja el café. Cada columna está comunicada a la cámara interna que forma el aire ya caliente. En el fondo a cada lado, gira lentamente una barra con forma de cruz que descarga el café a una arteza a una velocidad regulada, aunque puede ser cambiada a voluntad. En el fondo de la arteza, hay un transportador horizontal de gusano que lleva el café hasta el elevador de cangilones, en otras el transportador de gusano ha sido sustituido por un embudo que lleva el café hasta el elevador antes mencio-

nado. Este lleva el café a la parte superior del secador para repetir el ciclo, aunque puede suspenderse por un período de reposo (11).

#### ASPECTOS GENERALES EN LAS SECADORAS MECANICAS

En la fabricación de secadoras debe tomarse en cuenta:

- Temperatura adecuada del aire caliente.
- Humedad relativa (en %) del aire que se calienta.
- Evaporación de la Humedad (en peso) del café pergamino.
- Resistencia que ofrece la masa de café al tránsito del aire
- Características del ventilador y del calorífero (intercambiador de aire).
- Distribución de los componentes (piezas) que conforman las secadoras.
- Uniformidad en la construcción y funcionamiento.
- Materiales de construcción
- Factibilidad de limpieza y mantenimiento del equipo (13).

Cuado se utilizan calentadores directos, los gases se forzan a través del grano, el equipo es más eficiente en uso continuo, pero existe cierto riesgo, especialmente relacionado con la contaminación del producto, por combustible no quemado o parcialmente quemado.

Los quemadores indirectos utilizan intercambiadores, son más seguros, pero requieren aproximadamente un 50% más de combustible (13)

#### 1.16 DEFECTOS DEL SECAMIENTO

El secamiento debe alcanzar un nivel adecuado pues de lo contrario se presentan:

- Falta de secamiento: al almacenar el café húmedo se produce en él efectos físicos y químicos que le producen olor a mohos y color blanquecino; blanqueamiento; no puede trillarse fácilmente debido a que se aplasta y daña físicamente el grano.

- Pasado de secamiento: el aspecto del café se demerita, adquiere un color verde amarillento, desapareciendo el color verde azulado, se quiebra al trillarlo. Si pierde más peso de lo que es normal, ya que no debe ser mayor del 40% en un café bien seco a partir de café lavado.

#### 1.17 TEMPERATURA DURANTE EL SECAMIENTO DEL CAFE

La temperatura puede formar algo muy significativo en la calidad del grano. La masa de café en proceso de secado no debe exceder de 60°C (2) (16) (11). En las Guardíolas de la costa sur se utiliza 80°C y aún más (\*).

#### 1.18 COSTOS DE SECADO DE CAFE:

Existe literatura en cuanto a prácticas agronómicas, la calidad del grano, etc., en la cual se señalan estudios acerca de los costos en el procesamiento del café de una manera muy generalizada. Sin embargo, existen trabajos sobre el beneficiado del café propiamente dicho y varios trabajos sobre operación de secamiento como una operación unitaria.

(\*) Comunicación personal J.F. Menchú; ICAITI, 1981.

El costo del beneficiado aumenta o disminuye en la proporción en que se dé el aprovechamiento de las inversiones fijas y variables, siendo conveniente inducir el aprovechamiento de las inversiones fijas o variables en función de mejoras técnicas en las diferentes operaciones de beneficio y una de las formas sería la creación de beneficios cooperativos.

Antes de iniciar cualquier empresa agrícola o proceder a la compra de maquinaria o equipo, el agricultor debe hacer un presupuesto para asegurarse hasta que punto esto será ventajoso para la explotación de la finca. Es natural que todo lo que aumenta las ganancias de la finca es deseable, aún cuando existan otros factores, la preferencia personal, sobre la determinación de establecer una nueva empresa en la que haya que arriesgar parte de la inversión sin la esperanza de recobrarla (8).

Mientras más exacta sea la información sobre los costos básicos de operación de una empresa dada, más válido será el bosquejo presupuestario para anticipar el total de gastos. Debe considerarse que el costo de la mano de obra para operar el equipo siempre dependerá en gran parte de cómo se haya planeado la instalación. Así pues, el costo de la mano de obra será excesivamente alto si el equipo se instala en un edificio viejo, sin medios fáciles de simplificar el trabajo, por otra parte, el costo de un edificio apropiado, puede que resulte relativamente alto, pero en cambio costará menos la operación.

#### 1.19 ANALISIS DE COSTOS

Con el análisis de costos lo que se persigue es el conocimiento

de los desembolsos efectuados en el proceso productivo, que para el problema que estamos planteando, se refiere a aquellos realizados dentro de la operación de secamiento.

Los gastos se clasifican en cualquier empresa como: Gastos fijos y gastos variables o de operación. Los gastos fijos comprenden la compra de equipo, edificios, contribuciones de los ingresos, seguros. Como el costo de operación se computa en términos de costo por unidad, es deseable producir tantas unidades como sea posible a fin de reducir el costo fijo por unidad. Podemos decir que los costos fijos se refieren a la suma de todas las disminuciones ocurridas en el inventario, más las depreciaciones al capital, son aquellos que se producen tanto si hay producción como cuando no la hay y que permanecen constantes con cualquier decisión que se toma dentro de la producción

LISTADO DE GASTOS FIJOS:

- Costo de adquisición
- Depreciación
- Intereses de la inversión
- Impuestos
- Reparaciones
- Seguros

Los gastos variables son aquellos que podemos llamar gastos de gestión o de operación, y que varían de acuerdo al tamaño y al desarrollo económico de la finca de un año a otro, de manera que corresponden a aquellos desembolsos que varían al modificar o cambiar la produc-

ción, es decir, que existen solamente cuando hay variación en la producción.

#### LISTADO DE GASTOS VARIABLES

- Combustible
- Lubricantes
- Mano de obra

#### VI OBJETIVOS

El principal objetivo del presente trabajo será describir los actuales sistemas de secamiento del café, buscando determinar tentativamente su eficiencia técnico-económica y proponer alternativas para mejorarlas.

Lo anterior representa cubrir las siguientes etapas:

1. Recopilación de datos a nivel de finca de la situación actual
2. Clasificación y búsqueda de la forma de señalar los distintos sistemas de secamiento, operación, equipo utilizado, etc. actuales.
3. Determinar posibles cambios para la mejor utilización de los actuales recursos.
4. Determinación técnica de costos de secamiento, de acuerdo a alternativas propias.

#### VII PROCEDIMIENTO Y METODOLOGIA

##### 1.1 UBICACION

Para la presente evaluación se han escogido y visitado beneficios

de fincas ubicados en las principales zonas productoras de café de Guatemala:

Costa sur-occidental:

Municipios: El Tumbador, Coatepeque, Génova y Flores Costa Cuda

Centro oriente:

Municipios: Pueblo Nuevo Viñas, Santa Cruz Naranjo, Casillas, Antigua, San Miguel Dueñas y San Juan Alotenango.

Norte:

Municipios: Carchá

#### 1.2 ASPECTOS CLIMATICOS Y TOPOGRAFIA

La altura de los beneficios varía de 300 a 1500 metros sobre el nivel del mar.

#### 1.3 INFRAESTRUCTURA

Existe una red vial principal pavimentada en casi todas las zonas bajo estudio. Aunque hay que transitar a través de caminos de terracería, algunos de los cuales son sólo para vehículos de doble transmisión sobre todo en época de invierno.

#### 1.4 TAMAÑO DE LOS BENEFICIOS

Los beneficios escogidos se señalan en base al volumen diario de café procesado, dentro de un rango entre los 80 a 1200 quintales de café en cereza. De manera que se tiene un tamaño medio de instalaciones en que no se comprenden las centrales de beneficiado de las casas exportadoras de café; así como a aquellos que manejan

volúmenes inferiores al índice inferior del rango. Los agricultores que benefician menor cantidad de café generalmente no utilizan secadoras mecánicas.

## 2.1 METODOLOGIA

1. Realización de una encuesta en las distintas zonas cafetaleras, utilizando una boleta redactada para el objeto.
2. Clasificación y ordenamiento de la información obtenida en función de:
  - Zonas productoras tomando como base las condiciones climáticas durante la cosecha.
  - Combustible usado
  - Tamaño de las instalaciones
  - Tipo de secamiento o secadoras utilizadas.
3. Selección de casos comunes comparables.
4. Determinación de costos de secamiento en los casos anteriores.
5. Discusión de resultados.
6. Determinación de posibles alternativas de operación, combustible y sistema.
7. Conclusiones.

## 2.2 FUENTES DE INFORMACION SECUNDARIA

Muchos datos han sido obtenidos a través de consultas a diversas instituciones como: ANACAFE, ICAITI, Dirección General de Estadística, Facultad de Agronomía, y como es natural, de los productores de café por medio de la encuesta.

## 2.3 FUENTES DE INFORMACION PRIMARIA:

### Boleta Técnica de Encuesta:

Se elaboró una boleta con objeto de obtener datos de campo, por medio de una encuesta directa, que constituye en sí la unidad de análisis. La mencionada boleta es presentada a las diversas fincas cafetaleras de las diferentes áreas de estudio que se muestran (ver apéndice B).

Se trata de formular las preguntas de una manera sencilla, de fácil comprensión para la persona entrevistada y que así cumpla con los objetivos del estudio, tratando de obtener la información básica que se busca.

Las entrevistas son dirigidas a administradores, encargados de beneficio y operadores del equipo.

## VIII RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. ASPECTOS GENERALES

La encuesta se planeó para cubrir las principales regiones cafeteras del país, esto es la sur-occidental, centro oriente y la del norte.

El muestreo no pudo programarse sobre una base estadística, debido a la situación que vive el área rural hace imposible obtener información, si no es de fincas o beneficios de propietarios colaboradores de ICAITI o de las Agencias de Extensión de ANACAFE. De todas maneras en la encuesta se recopiló información de 27 fincas, 17 de las cuales corresponden a la región de mayor producción de la república, la sur-occidental; 7 de la región centro-sur-oriente; y 3 de la región norte.

En el cuadro No. 1, se enumeran las fincas visitadas, señalando su ubicación y otros datos relativos a las mismas.

En los cuadros 2, 3 y 4, se muestra la altura media de las plantaciones, las máximas entradas de café cereza diario y la producción aproximada de café cereza anual.

Esta última se calculó usando una conversión arbitraria de un quintal de pergamino por 5 de cereza. La relación entre la producción anual total y las entradas máximas de cereza por día al beneficio indica en cierta forma la distribución de la cosecha a lo largo del período que esta dura. En el cuadro No. 2 en la Costa sur-occidental para las nueve fincas comprendidas entre 500 y 1,000 mts. de altitud sobre el nivel del mar existen oscilaciones entre 3.43 y 1.33, es decir, que en el pico de la cosecha existen entradas de café en cereza que tan solo representan esta fracción del total.

CUADRO No. 1  
LISTA DE FINCAS

---

Quezaltenango:

Colomba:

- |                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| 1. La Ceiba            | 6. San Diego Bella Vista |
| 2. El Tránsito Bolívar | 7. La Vicha              |
| 3. San Jerónimo        | 8. Nuevo Quetzal         |
| 4. La Bolsa            | 9. Ofmar                 |
| 5. Esmeralda           | 10. San José Buena Vista |

Génova:

11. La Esperanza

Flores Costa Cuca

12. Xelajú  
13. Santa Anita

San Marcos:

El Tumbador:

14. San Juan de Luarca  
15. Nahuatancillo  
16. El Ferrol  
17. Alabama Grande

Alta Verapaz:

Carchá:

18. Finca Municipal Chicam  
19. Sasis  
20. Cooperativa Xicacao R.L.

Santa Rosa:

Pueblo Nuevo Viñas:

21. Amapa  
22. El Vainillal

Santa Cruz Naranjo

23. Las Cerezas

Casillas

24. San Cayetano

Sacatepéquez:

Antigua:

25. Camec. Beneficio la Esperanza

San Miguel Dueñas

26. San Sebastián

San Juan Alotenango:

27. Capetillo
-

CUADRO No. 2

---

Zona Sur-Occidental (con alturas superiores a 1000 m SNM)

No.	m.SNM	Quintales cereza/día	Quintales cereza/año	% Fracción diaria
8	1234	350	22500	1.56
9	1230	350	22500	1.56
7	1173	250	9000	2.78
2	1143	495	30000	1.65
17	1128	1000	100000	1.00
3	1067	442	15000	2.97
5	1052	400	-	-
		Promedio		<u>1.91</u>

Zona Sur-Occidental (con alturas entre 500-1000 m SNM)

16	975	500	25000	2.00
14	960	600	35000	1.71
10	914	400	12915	3.10
1	914	330	18000	1.83
6	891	600	25000	2.40
4	777	400	30000	1.33
15	762	1000	72500	1.38
12	518	125	4250	2.94
13	503	600	17500	3.43
		Promedio		<u>2.23</u>

Zona Sur-Occidental (con alturas inferiores a los 500 m SNM)

11	366	80	500	3.20
----	-----	----	-----	------

---

CUADRO No. 3

<u>Zona Centro-Sur Oriental mayor a 100 mts SNM</u>				
No.	m. SNM	Quintales cereza/día	Quintales cereza/año	% Fracción diaria
25	1524	1200	100000	1.50
26	1494	800	20000	4.00
27	1448	700	87500	0.80
24	1372	600	25000	2.40
23	1143	200	27500	0.73
22	1074	800	42500	1.88
21	1067	180	2560	<u>7.03</u>
Promedio				

CUADRO No. 4

<u>Zona de Alta Verapaz (superior a 1,000 m SNM)</u>				
No.	m. SNM	Quintales cereza/día	Quintales cereza/año	% Fracción diaria
19	1219	700	45000	1.55
<u>Zona de Alta Verapaz (inferior a 1,000 m SNM)</u>				
18	941	179	45000	0.40
20	838	150	30000	0.50

De los cuadros mostrados el No. 2 o sea el correspondiente a la región sur-occidental es el que tiene resultados más parejos, ya que en el caso de la región centro-oriental ocurren variaciones que van de 0.80 hasta 7.03%. En el límite inferior de 0.80 para la No. 27 y 7.03 para la No. 21, parecen anormales para esa región en términos generales mostró porcentajes más altos con un promedio de 3.36%. Eliminando esos casos señalados, esto parece confirmar el hecho que en

regiones con cosecha en clima seco la maduración del café es más uniforme y masiva, comparada con regiones con mayor cantidad de lluvia o donde madura el café en época lluviosa, como ocurre en la costa sur occidental, donde un promedio de 1.91% para las fincas de más de 1000 m.s.n.m se pasa a 2.23% para las fincas de 500 a 1000 m.s.n.m, o sea en regiones que en general tienen menor precipitación anual. Esto último se puede confirmar con el caso inferior a los 500 m, en el cual la fracción se eleva a 3.20. Lo anterior es importante para el secamiento, porque si la cosecha es masiva y se concentra en pocas semanas o se tienen suficientes patios o se busca la forma de usar mayores o más unidades mecánicas de secamiento.

De acuerdo con lo observado en estos cuadros, lo anterior se compensa hasta cierto punto con el hecho que si bien en el centro-oriente en el que la cosecha se realiza en período más cortos, en cambio no se lleva a cabo en época de lluvias.

Lo anterior se confirma en los cuadros 5, 6 y 7 donde se observa que las cosechas más cortas de 3 meses ocurren en fincas de centro-oriente y las más largas en el norte (Alta Verapaz).

CUADRO No. 5  
PERIODO DE COSECHA

No.	Altura m. SNM	Tiempo cosecha meses
<u>Costa Sur-Occidental (superior a 100 m SNM)</u>		
8	1234	4
9	1230	4
7	1173	4
2	1143	5
17	1128	5
3	1067	4
5	1052	5
<u>Costa Sur-Occidental (entre 500-100 m SNM)</u>		
16	975	5
14	960	5
10	914	5
1	914	5
6	891	5
4	777	4
15	762	5
12	518	-
13	503	5
<u>Costa Sur-Occidental (inferior a 500 m SNM)</u>		
11	366	4

Se puede observar que para alturas mayores a los 1000 m SNM la cosecha se prolonga de 4 a 5 meses, dándose un promedio de 4.5 meses.

En fincas de menos de 500 m SNM el período es más corto (4 meses); y para fincas entre 500 y 1000 m. se tiene un promedio de 4.88 meses de cosecha, es decir, casi los 5 meses. Y para el rango de 900 a 1000 m el promedio es de 5 meses.

CUADRO No. 6  
PERIODO DE COSECHA

No.	Altura m. SNM	Tiempo cose- cha (meses)
<u>Area Centro-Sur-Oriental (altura superior a 1,000 m SNM)</u>		
25	1524	5*
26	1494	4
27	1448	5**
24	1372	3
23	1143	3
22	1074	4
21	1067	3
* Beneficio de una central exportadora que compra café a dife- rentes alturas		
** Beneficio de una finca que tiene anexo a menor altura		

CUADRO No. 7  
PERIODO DE COSECHA

No.	Altura m SNM	Tiempo cose- cha (meses)
<u>Area de Alta Verapaz (superior a los 1000 m SNM)</u>		
19	991	6
<u>Area de Alta Verapaz (altura menor a 1000 m SNM)</u>		
18	991	6
20	838	6

El área del norte tiene un período más prolongado sobre las demás regiones y tiene un promedio de 6 meses.

CUADRO No. 8  
RELACION DE LA INVERSION SOBRE PULPEROS/EQUIPO DE SECAMIENTO

No	Número de pulperos	Inversión en pulperos	Inversión en secadoras	Relación
1	2	2000	37902	5.28
2	2	2000	34976	5.71
3	2	2000	20876	9.58
4	2	2000	28200	7.09
5	2	2000	18300	10.93
6	-	-	47900	-
7	2	2000	12200	16.39
8	3	3000	26976	11.12
9	3	3000	26976	11.12
10	2	2000	12200	16.39
11	2	2000	14100	14.18
12	1	10-0	34256	2.92
13	2	2000	28200	7.09
14	3	3000	83100	3.61
15	3	3000	64800	4.63
16	4	4000	58777	6.81
17	8	8000	120883	6.62
18	2	2000	12200	16.39
19	8	8000	62628	12.77
20	1	1000	12200	8.20
21	2	2000	8676	23.05
22	6	6000	42300	14.18
23	2	2000	25000	8.00
24	2	2000	36600	5.46
25	4	4000	41900	9.55
26	3	3000	8676	34.58
27	5	5000	52133	9.59

Menos del 10% de inversión en pulperos sobre inversión total en equipo = 16 fincas o sea el 60%

Menos del 20% de inversión en pulperos sobre inversión total en equipo = 9 fincas o sea el 33%

Mas del 20% de inversión en pulperos sobre inversión total en equipo - 2 fincas o sea el 7%

Es decir, que en el 60% de los casos, la inversión apenas alcanza un 10% y, que más del 93% de las fincas tienen una inversión

en este equipo inferior al 20% de la inversión en secadoras.

La mayoría de las fincas tienen de 2 a 3 pulperos, y representan el 67% del total de fincas.

Se puede observar la relación existente entre inversión en maquinaria para secamiento es muy variable. No se puede afirmar que exista una relación muy regular entre estos dos tipos de maquinaria y esta variación se debe posiblemente a que el valor de la maquinaria de secamiento, en sus diferentes formas (verticales, guardiolas y de mesa), son muy variables. Es muy grande la diferencia de precios entre una y otra, por lo que en muchos beneficios se puede encontrar que se tiene preferencia por las secadoras de mesa debido al precio de adquisición.

También se puede ver que en la columna referente a inversión en secadoras hay un beneficio que registra una inversión en secadoras 13 veces mayor, lo cual, sin tomar en cuenta otros aspectos incidirá en el costo de procesamiento, pues de alguna manera hay que recuperar la inversión de capital en el beneficio.

Se ha tomado un valor de Q.1000 para cada uno de los pulperos como valor comercial y para el equipo de secamiento los precios de secadoras nuevas, actualmente en el mercado. En todo caso lo que es evidente es que la mayor inversión en equipo en un beneficio está en las secadoras. Esto justifica en parte la necesidad de esta clase de estudios.

CUADRO No. 9  
CAPACIDADES DE SECADO EN PATIOS Y ALMACENAMIENTO

No.	Area de Patios (m <sup>2</sup> )	Capacidad de almacén en quintales de pergamino
1	-	600
2	1500	2000
3	5843	-
4	8800	4000
5	200	-
6	-	6000
7	400	2000
8	-	-
9	-	-
10	400	1000
11	80	-
12	300	300
13	-	-
14	612	-
15	1600	2000
16	-	2000
17	-	1800
18	200	2000
19	-	7000
20	-	2000
21	300	800
22	7000	2000
23	200	-
24	200	-
25	-	25000
26	2227	1500
27	1000	2000

En el cuadro se muestra información obtenida con relación al área de patios, que para el caso de las fincas situadas en la costa sur-occidental se tiene que casi todas las fincas visitadas utilizan muy poco o en algunos casos se han dejado abandonados los patios, como consecuencia del creciente uso de secadoras.

En el centro-sur-oriente del país por sus condiciones climáticas

favorables, se usa más el secamiento en patios, aunque debe recordarse que en esta región la tendencia es de entregar la cosecha a las centrales de beneficio de empresas exportadoras, en parte debido a que la topografía permite el transporte de la fruta a menor costo, que en la costa sur-occidental.

Referente a la capacidad de almacenamiento, se encuentra que muchas fincas tienen capacidad como para toda la cosecha, en cambio otras apenas tienen para una fracción, sin embargo, debe recordarse que usualmente se vende de acuerdo a las condiciones de mercadeo del café, es decir, que está condicionado por las alzas o bajas en el precio del producto.

CUADRO No. 10  
PRODUCCION DE LEÑA POR HECTAREA DE CAFETAL

No.	m <sup>3</sup> de leña	Hectáreas de cafetal	Producción de leña (m <sup>3</sup> /Ha.)
2	1069	246	4.35
7	467	82	5.69
8	305	109	2.80
9	305	109	2.80
10	935	158	5.92
15	3272	447	7.31
16	1753	407	4.31
17	916	642	1.43
22	935	492	1.90

Se observa en el cuadro No. 10 que de 9 casos referidos solamente uno corresponde al área sur-oriental, como consecuencia de la escasez de leña en la región.

Se tiene un promedio de producción por hectárea de 4.05/m<sup>3</sup>.

Que si la estimamos en un valor de Q.3.00 por m<sup>3</sup>, se tiene Q.12.18 por hectárea.

Estos datos superan ligeramente las cifras reportadas por el ISIC de El Salvador(\*), en los cafetales de ese país.

La tecnología cafetera en cultivo intensivo elimina casi por completo la sombra, sin embargo, para Centroamérica, en general, parece que hasta ahora siempre se busca mantener una sombra bien controlada.

CUADRO No. 11  
TIPOS Y NUMERO DE SECADORAS

No.	Guardiolas	De mesa	Verticales
1	1	2	-
2	2	1	-
3	1	1	-
4	2	-	-
5	1	-	-
6	2	-	1
7	1	-	-
8	1	1	-
9	1	1	-
10	1	-	-
11	1	-	-
12	-	1	1
13	2	-	-
14	4	-	-
15	3	-	1
16	2	-	1
17	4	2	2
18	1	-	-
19	2	3	-
20	1	-	-
21	-	1	-
22	3	-	-
23	-	-	1
24	3	-	-
25	1	-	1
26	2	-	-
27	-	-	1
TOTAL	41	14	9 = 64
	Guardiolas 64%	De Mesa 21.8%	Verticales 14.2%

(\*) Informe del Director del ISIC, de El Salvador, Santa Tecla, 1980.

### SECADORAS MECANICAS

En el cuadro No. 11 aparece un listado con el tipo y número de secadoras que fueron encontradas en la encuesta efectuada. Resulta notorio el hecho que las antiguas secadoras Guardiolas siguen siendo las más populares, ya que el 64% son de ese tipo, un 27% son de mesa y un 14% de tipo vertical. De los 27 casos 12 poseen más de 1 secadora tipo Guardiola. Solamente 4 casos no poseen este tipo de máquina. Para las secadoras de mesa de 9 casos 3 tienen más de 1 secadora de mesa. En el caso de las secadoras verticales de 8 casos sólo 1 finca posee más de 1 secadora vertical.

Se debe recordar aquí lo anteriormente expuesto y es que las secadoras de mesa prácticamente han aparecido desde hace pocos años, debido al elevado costo de los otros tipos de secadora. Este tipo de secadoras, el de mesa, es el más antiguo y sencillo y fue descartado por la falta de uniformidad en el secado, sin embargo, las actuales circunstancias lo han popularizado. Cabe aquí hacer algunos comentarios al respecto de las fuentes de aire caliente. Originalmente se usaban sólo intercambiadores de calor para leña, es decir, se utilizaba fuego indirecto, menos eficiente y con hornos bastante costosos. Luego surgió la necesidad de suprimirlos por hornos de combustión directa, sin intercambiadores, como consecuencia del costo de los usados antes. El incremento en el precio de los derivados del petróleo ha hecho volver a los antiguos y costosos hornos de leña. Sin embargo, para las simples secadoras de mesa, se debe pensar en diseños nuevos ya que el costo de un horno para leña de diseño tradicional, casi es igual a

una secadora de mesa con su respectivo horno directo.

CUADRO No. 12  
GUARDIOLAS Y SU CAPACIDAD

No.	No. de secadoras	Capacidad (*)	Potencia Kw
2	2	72, 54	9.3, 5.5
3	1	45	5.5
4	2	45	5.5
5	1	45	5.5
6	2	45, 27	5.5, 3.9
7	1	27	3.9
8	1	72	9.3
9	1	72	9.3
10	1	54	6.7
11	1	54	6.7
13	2	54	6.7
14	4	3(72, (45)	3(9.3), (5.5)
15	3	3(72)	3(9.3)
16	2	2(72)	2(9.3)
17	4	4(45)	4(5.5)
18	1	45	5.5
19	2	54, 27	6.7, 3.9
20	1	45	5.5
22	3	3(72)	3(9.3)
24	3	3(54)	3(6.7)
25	1	72	9.3
26	2	2(72)	2(9.3)
	41		

\* Quintales de pergamino seco

CUADRO No. 13  
TAMAÑO DE LAS GUARDIOLAS

Capacidad Quintales	Potencia Hp	Potencia Kw	% sobre 41 Secadoras
27	5.2	3.9	7.2
45	7.3	5.5	29.3
54	9.0	6.7	22.0
72	12.5	9.3	41.5

En el cuadro No. 12 la columna 1 se refiere a la clave asignada a cada finca. La columna 2 al número de secadoras.

La columna 3 a la capacidad, dimensiones del equipo que se encuentran en el comercio (11), así también se señala la potencia requerida en el mencionado equipo, según el mismo autor.

Como resumen se presenta el cuadro No. 13 en el cual se expone la capacidad promedio en quintales; la potencia requerida en Hp, y en kilovatios, el porcentaje correspondiente a cada tamaño de secadora. Se puede ver que las de 72 quintales con dimensiones de 6' x 16', dimensiones para el tambor, que es la de mayor tamaño también la más frecuentemente encontrada.

#### CONSUMO DE COMBUSTIBLE POR LAS SECADORAS

De acuerdo con Menchú, J.F., García, R. (\*), la energía calorífica contenida en  $4m^3$  de leña sería suficiente para cubrir todas las necesidades energéticas del beneficio del café que produce una hectárea de cafetal.

Hay que tomar en cuenta que las especies de árboles que se usan como sombra son árboles de crecimiento rápido y ya se está experimentando en otros países en la posibilidad de plantar árboles de este tipo con fines puramente de su uso como combustible, de manera que en el cultivo del café debe considerarse, definitivamente, este valioso recurso.

(\*) Menchú, J.F. y García, R., Los Energéticos no Convencionales y el beneficiado del café. Por publicarse

CUADRO No. 14  
CONSUMO DE LEÑA POR SECADORAS GUARDIOLAS

No.	m <sup>3</sup> de leña	Volumen de café quintales	Leña m <sup>3</sup> quintales	Costo Q. quintales
1	11.70	60	0.20	0.60
5	46.80	75	0.62	1.86
7	7.01	30	0.23	0.69
14	56.09	440	0.13	0.39
18	24.00	45	0.53	1.59
19	14.02	102	0.14	0.42
24	28.05	135	0.21	0.63
	Promedios		0.30	0.83

El consumo de leña en las secadoras Guardiolas en las cuales éste se utiliza como único combustible, se presenta en el cuadro No. 14. Hay que advertir que se hicieron una serie de ajustes ya que la medida usual de leña, la tarea, varió de 1x2; pasando por 1x1x3 y 1x1x4 varas; esta última es la más popular. Por otra parte, los datos fueron siempre poco confiables, salvo en los casos en los cuales el propio administrador o el propietario llevaron cierto control del volumen de leña transportado y de allí por cálculo del empleado. En este punto se debe aclarar que una fracción de la misma proviene de desombrado y que un resto de sombra de montaña, esto es válido para las fincas de mayor extensión que poseen montaña propia. La dificultad de datos concretos radica principalmente en que una proporción importante de la leña transportada por la finca, se une a la que las familias de los colonos buscan para su propio uso.

En todo caso, los metros cúbicos de leña por quintal de café en pergamino seco oscilan entre 0.13 y 0.62. Al asignarle un costo de

Q.3.00 por m<sup>3</sup> de leña apilada, el costo por quintal de café en pergamino osciló de 0.39 a 1.86 de Quetzal.

CUADRO No. 15

CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE LAS GUARDIOLAS OPERADAS CON CASCABILLO Y LEÑA

No.	Leña m <sup>3</sup>	Valor leña Q.	Quintales cascabillo	Valor Cascabillo	Total Q	Carga Café*	Costo Q. Quintal
2	18.70	56.10	45	4.50	60.60	110	0.56
4	11.69	35.07	18	1.80	36.87	65	0.57
6	3.51	10.53	8	0.80	11.33	150	0.08
8	7.01	21.03	26	2.60	23.63	80	0.30
9	7.01	21.03	26	2.60	23.63	80	0.30
10	9.35	28.05	19	1.90	29.95	52	0.58
17	51.42	154.26	47	4.70	158.96	320	0.50
22	18.70	56.10	20	2.00	58.10	195	0.30
25	3.50	10.50	45	4.50	15.00	85	0.18
Promedio							0.42

\* La carga de café viene dada en quintales

El costo de la leña se estima en Q.3.00/m<sup>3</sup> y el del cascabillo en Q.0.10/bulto de 75 libras.

De los cuadros 14 y 15 se puede concluir que aparentemente cuanto mayor es la masa de café o el número de secadoras trabajando menores son los costos por consumo de combustible, o sea leña o cascabillo y leña. Es de advertir que se asignaron costos de combustible superiores a los que estiman los encargados de los beneficios. En primer lugar, en lo que se refiere a la leña, ésta tiene para ellos una variación enorme de valor, ya que se obtiene principalmente de los desombres que anualmente se llevan a cabo en el cafetal y las tareas o jornales se incluyen como costo de cultivo.

El cascabillo resulta ser un magnífico combustible, su uso está limitado a las fincas próximas a centrales de beneficio seco. Inicialmente este material se regalaba a las fincas o más bien las fincas sólo gastaban en el transporte o acarreo del mismo. En la actualidad se ha puesto ya un precio, que hasta ahora ha sido de alrededor de Q.0.05, tomando en cuenta que tiende a ser mucho más valioso se le asignó un valor de Q.0.10. Se debe recordar aquí que el cascabillo se usa como único combustible en secadoras de las centrales de beneficio seco, usando alimentadoras neumáticas. En cambio en las fincas como puede apreciarse en el cuadro, sólo es una ayuda o complemento de la leña que definitivamente reduce el costo de secado, la proporción en peso de leña a cascabillo está alrededor de 4 a 1 quintales, según puede apreciarse en el Cuadro No. 16.

CUADRO No. 16  
RELACION LEÑA/CASCABILLO EN QUINTALES

No.	Volumen m <sup>3</sup>	Quintales de leña	Quintales cascabillo	Relación -
2	12.46	109.64	45	2.44
4	7.79	68.55	18	3.81
6	2.34	20.59	8	2.57
8	4.67	41.09	26	1.58
9	4.67	41.09	26	1.58
10	6.23	54.82	19	2.89
17	34.28	301.66	47	6.41
22	12.46	109.64	20	5.48
25	2.33	20.50	45	0.45

CUADRO No. 17  
SECADORAS DE MESA

No.	Número de secadoras	Capacidad (quintales)	Combustible utilizado (gal)	Costo por quintal
1	2	100	170	2.03
2	1	70	45	0.77
3	1	70	50	0.85
8	1	70	-	-
9	1	70	-	-
12	1	60	-	-
17	2	40	100	2.97
19	3	70	167	2.83
21	1	70	70	1.19
26	1	70	40	1.19
Total	14		Promedio	1.69

Este tipo de secadora se ha popularizado en los últimos años ya que en la mayoría de las fincas de la encuesta las han obtenido hace no más de tres años. La opinión con respecto a las mismas es muy contradictoria y en general se las usa en una combinación de secadora estática con volteo manual. La razón de su popularidad se debe a su bajo precio, ya que en una guardiola de igual capacidad se gasta tres veces más. Hasta ahora se las había usado con hornos con fuego directo usando diesel, sin embargo existe ahora la inquietud de instalarles hornos a fuego indirecto para quemar cascabillo o leña.

Se encontró que mesas con capacidades similares tenían quemadores con boquillas diferentes, esto explica las diferencias que aparecen en el cuadro. Aunque naturalmente si las condiciones climáticas son adversas, alta humedad relativa por lluvia o bien frío intenso, como ocurre en el mes de febrero en la zona del centro.

Para el cuadro No. 17 se ha estimado en Q.1.19 el galón de diesel.

Hay que tener en cuenta que las secadoras de mesa se cargan generalmente con café mojado, o sea sólo escurrido.

CUADRO No. 18  
SECADORAS DE MESA Y LA POTENCIA REQUERIDA

No.	Número de secadoras	Capacidad quintales	Potencia Kw
1	2	30, 70	2, 5
2	1	70	5
3	1	70	5
3	1	70	5
8	1	70	5
9	1	70	5
12	1	70	5
17	2	40	3
19	3	70	5
21	1	70	5
26	1	40	3

Los fabricantes de este tipo de secadoras usan 5 Kw de energía mecánica total para las de 70 quintales secos, 3 para las de 40 y 2 para las de 30.

CUADRO No. 19  
SECADORAS VERTICALES

No.	Número de secadoras	Capacidad (quintales)	Combustible gastado (gal)	Costo del combustible (Q/quintal)
6	1	50	-	-
12	1	65	65	1.19
16*	1	70	100	1.70
17	2	200	108	0.65(presecado)
23	1	60	42	0.84
25	1	90	56	0.74(presecado)
26	1	35	26	0.89

Total 8

\*

Secadora experimental

Este tipo de secadoras son construidas siguiendo el antiguo modelo de secadora de granos empleado en todo el mundo, se han usado tradicionalmente en Guatemala como presecadoras. El sistema de gusano sin fin que transporta el grano conforme avanza el secamiento va causando cierto grado de despergaminado, especialmente en los cafés de altura que por naturaleza tienen un pergamino delgado y que normalmente se raja o abre al final del secamiento. La variación en el consumo de combustible es de 0.56 a 0.84 en el presecado, es natural debido a los distintos niveles de humedad con el cual se cargan las secadoras; de todas maneras, el promedio de 0.74 parece adecuado para llegar a lo que comercialmente se llama medio sol o sea de alrededor de 25% de humedad sobre la base húmeda. En el caso 12 podría ocurrir que siendo el beneficio de una finca de la costa sur occidental, que opera en época de lluvias se haga un presecado parcial en patios y que se de punto en la secadora.

Así que de acuerdo a los datos que aparecen en el cuadro No. 19 y según la tradición, las secadoras verticales se usan básicamente como presecadoras en las zonas donde la cosecha se lleva a cabo en época seca. Hay algunos casos en la costa sur-occidental como se ve en los casos 6 y 12 donde la secadora se usa para dar punto.

CUADRO No. 20  
POTENCIA REQUERIDA POR LAS SECADORAS VERTICALES

No.	Número de secadoras	Capacidad de cada una	Potencia total Kw
12	1	65	12.45
16	1	70	15.00
17	2	100	15.00*
23	1	60	9.00
25	1	90	15.00
27	1	35	9.00

\* Presecadoras

Este tipo de secadora consume mayor energía mecánica porque además del ventilador y del quemador, tienen transportadores de gusano a cada lado y un elevador de cangilones. Se usan principalmente como presecadoras.

### 3. COSTOS DE SECAMIENTO

#### 3.1 COMENTARIOS GENERALES

En la sección precedente ya se hizo referencia al costo del combustible utilizado por la secadora por el hecho que siendo el costo variable de mayor significación, está determinado por el tipo de secadora. Las Guardiolas fueron construidas para operar con leña, luego se hicieron los arreglos en algunas de ellas para quemar cascabillo donde estaba disponible y muy recientemente 5 a 10 años algunas fueron construidas con hornos directos que queman diesel o kerosene. Esto como consecuencia del alto costo de los hornos para leña.

Los otros dos tipos de secadoras trabajan totalmente a base de derivados del petróleo. Aunque muy recientemente se empiezan a ensayar hornos para leña, que están en etapa de desarrollo.

Es necesario advertir que fuera de los costos de combustible directo, otros costos variables como mano de obra, son de difícil cálculo porque generalmente los operarios del beneficio hacen o trabajan en todas las tareas del beneficio, por lo que se debe arbitrariamente fijar un % del costo total. Los costos fijos son otro problema, pues existen varias Guardiolas con más de 50 años de uso en el grupo de la encuesta y en toda la República debe haber varios cientos de estas, algunas aún con 80 años de uso. Sin embargo, como nuestro interés es en este caso comparativo, debemos establecer una vida útil corta y observar el efecto en el costo final.

### 3.2 BASES PARA EL CALCULO DE LOS COSTOS

Para el cálculo de los costos fijos se utilizó la metodología seguida por Boyce (3) cuando determina los costos para un beneficio de café en fincas de tamaño mediano.

Para la depreciación del equipo utiliza 5 años (N) como vida útil, inversión en maquinaria /N = D.

Costos de inversión en maquinaria se calcula según la siguiente fórmula:

$$(N = 1) / 2N \times \text{el costo del equipo} = K$$

en este caso se usó una tasa de interés del 8%

$$K \times 0.08 = W$$

Depreciación del edificio, para inmuebles se utilizó una vida útil de 20 años.

Inversión en edificio /N = d

Costos de inversión en edificaciones. Se calcularon igual que en el caso del equipo sólo que se utilizó en este siempre una vida de 20 años y una tasa de interés del 8%.

$N = 20 : . (N + 1) / 2N \times \text{el precio del edificio} = k$

$k \times 0.08 = M$

El total de costos fijos por año sería entonces:

Total de costos fijos = D + W + d + M

Para el caso de las Guardiolas se estimó 100 m<sup>2</sup> de área de construcción de mixto a Q.75.00 el m<sup>2</sup> y Q.400.00 como costo para la galera que cubre las secadoras de mesa.

Los costos fijos antes mencionados se calcularon sobre un año, pero es necesario reducirlos a costo fijo por día. Para lo cual se supuso que las secadoras trabajan 90 días al año continuamente.

Por tanto, se tiene que:

$$\frac{\text{Total de costos fijos/año}}{(90) \text{ días/año}} = \text{Costos fijos/día}$$

Este valor se dividió por la carga que es capaz la secadora de contener durante la operación, para obtener el costo fijo por quintal de café en pergamino seco.

Hay que aclarar que también se ha supuesto que la partida de café necesita 24 horas para dar punto, aunque en algunos casos, según la encuesta, se necesitan 18 horas y en otros 35.

Costos de operación o costos variables:

La mano de obra se calculó en base a la cantidad total de empleados que se indican en cada boleta como operarios del beneficio, poniendo el salario oficial por base o sea Q.3.20 por día. Del costo total en mano de obra se tomó el 30% de tiempo para la labor de secamiento. Esto dividido por la carga de pergamino seco en la secadora para el mencionado dato.

Los cálculos de costo de energía eléctrica se realizaron en base a la suma de los kilovatios registrados en las chapas de los motores de las secadoras, a un precio de Q.0.14 por Kw. Que corresponde al precio de la electricidad en áreas industriales. En todos los casos se reparte por la carga de café de la misma secadora para obtener el valor unitario.

Combustibles: se usó la cantidad de combustible reportada por cada finca dividida por la carga de café. Y los costos que se utilizaron fueron los siguientes:

Q.3.00 el m<sup>3</sup> de leña

Q.0.10 el saco de 75 libras de cascabillo

Q.1.19 el galón de diesel.

Mantenimiento: fue calculado sobre la base de 5% del capital invertido en el beneficio.

De manera que los costos variables son igual a la suma de:

Costos variables = Mantenimiento + electricidad + mano de obra + combustible.

En este caso expuesto todo está indicado como Q/quintal de café.

Costos totales: son el resultado de la suma de los costos fijos y variables. Siempre se va a tener finalmente Q/quintal de café.

Para el cálculo de los costos de inversión se utilizaron las cifras siguientes que fueron obtenidas de cotizaciones en fecha reciente:

Guardiolas:

50 quintales	Q.12 200.00
60 quintales	Q.14 100.00
90 quintales	Q.18 300.00
120 quintales	Q.21 600.00

Secadoras de mesa:

15 quintales	Q. 4 955.00
25 quintales	Q. 5 655.00
50 quintales	Q. 6 555.00

Secadoras verticales

50 quintales	Q.16 000.00
70 quintales	Q.18 000.00
100 quintales	Q.20 000.00

Los costos fijos se detallan en el apéndice C.

### 3.3 COSTO DE SECAMIENTO EN GUARDIOLAS

Las guardiolas tradicionalmente han usado leña como combustible principal; luego han utilizado cascabillo como complemento de la leña. Recientemente aparecieron hornos de combustión directa de diesel o kerosene. La tendencia actual es de nuevo a volver al uso de leña y cada vez más de cascabillo donde este combustible está disponible.

De acuerdo al cuadro 21, en el cual se muestran los costos totales de secamiento en Guardiolas, con las diferentes clases de combustibles, se puede observar claramente el significativamente inferior costo de las que utilizan la mezcla de leña y cascabillo, en las cuales

de acuerdo al cuadro 16, se usa un promedio de 3.02 partes de leña en peso en relación con el cascabillo. El costo promedio es de Q.1.92 por quintal aunque hay un mínimo de Q.1.28 y un máximo de Q.2.76, aunque en 7 de 11 casos están en Q.2.00 o abajo de esta cifra.

En seguida viene el caso del uso de solo leña, en el cual el promedio general es de Q.2.85. Sólo se trata de 6 casos de los cuales 4 están abajo del promedio, debido a que dos de ellos están completamente fuera del rango ya que están en más de Q.3.00. Si se toma la mayoría de casos, el promedio se reduce a Q.2.56.

Finalmente, y en forma dramática, se ven los casos en los cuales se utilizan derivados del petróleo, que por cierto son los menos. Para los que utilizan diesel se llega hasta Q.3.70 y para el único caso que utiliza kerosene, este costo alcanza Q.2.07 por quintal de pergamino.

combustible se analizarán conjuntamente. Y se puede ver en el cuadro 22 que el promedio general es de Q.2.27 teniéndose 2 casos con un valor bastante alto, pero si lo hacemos descartádoslos el nuevo promedio viene a ser de Q.1.97 que tiene bastante significancia para el caso de secadoras de mesa.

Por otro lado, para el promedio de costos totales en el cuadro 23 que corresponde a secadoras verticales es de Q.2.60, teniéndose un solo caso fuera del rango, es decir, mucho más elevado el costo total, que si lo descartamos y volvemos a calcular se tiene Q.2.34, pero a esto hay que agregar que este tipo de secadoras generalmente se utiliza solamente en operaciones de presecado, así que si se tuviera el secamiento total, no sólo se correría con el problema de desperaminado, sino también con el problema de costos demasiado elevados.

Los cuadros de costos fijos de los tres tipos de secadoras en el estudio los podemos encontrar en el apéndice C, así también los costos variables.

### 3.5 DISCUSION DE RESULTADOS

Cuando se revisan los cuadros de costos desglosados que se presentan en el apéndice C, se ve que el promedio de los costos fijos en Guardiolas operadas con leña es de Q.1.19, y los costos variables muestran un promedio de Q.1.37. Hay una relación de 0.86 de costos fijos con respecto a los variables. Los costos variables corresponden al 46.5% de los costos totales. Lo cual da un índice de la importancia que tiene el costo original o sea la inversión que se hace

cuando se instala una guardiola. Cuando se trabaja usando solo leña como combustible el costo del mismo tan solo es el 23% de los costos totales.

En las guardiolas operadas con cascabillo y leña se tiene una cantidad promedio de Q.1.92 para los costos totales, cuando se elimina el caso 6 que está completamente alto, ya que alcanza Q.2.76. Y el promedio para los costos fijos es de Q.0.90 y para los costos variables de Q.1.01. Teniéndose una relación entre costos fijos y variables de 0.89. La relación de combustible a costos totales es del orden de 13% lo cual indica el enorme beneficio económico que se logra cuando se utiliza este otro combustible.

Para las secadoras guardiolas que utilizan diesel los costos totales alcanzan un promedio de Q.3.70. La relación de costos fijos respecto a variables es de 0.41. El combustible corresponde al 55% de los costos totales.

En la secadora operada con kerosene el costo total registra Q.3.12 que es mucho menor que en el caso de las secadoras operadas con diesel. La relación costos fijos/variables es de 0.5 y el kerosene corresponde al 32% de los costos totales.

Como se puede observar, las guardiolas operadas con cascabillo y leña son las que tienen los costos más bajos. Teniéndose un orden de 13% de los costos en combustibles sobre los costos totales.

Como se ve los costos fijos en este caso son los más elevados y debe tomarse en cuenta que se debe recordar que en la encuesta muchos

casos corresponde a fincas con guardiolas instaladas hace más de 50 años.

Para los costos de secamiento en secadoras de mesa y verticales se tiene para las de mesa que el diesel corresponde al 81% de los costos variables, es decir, que para estas secadoras con una inversión inicial muy baja, el costo del combustible es demasiado importante. Significa el 54% de los costos totales, lo cual indica que de acuerdo al alza de precios de derivados del petróleo continuamente se debe buscar la forma de sustituirlos por los combustibles tradicionales como la leña. Esto significa un aumento en los costos fijos, porque deben utilizarse hornos de leña, cascabillo, otro material que necesita un intercambiador similar a los que se usan en las guardiolas convencionales.

La relación entre los costos fijos y variables es de 0.25; lo cual indica claramente la relativamente pequeña inversión o costo inicial de este tipo de secadoras.

El promedio de costos totales en secadoras de mesa es de Q.1.96.

Para las secadoras verticales los costos totales promediaron Q.2.60 y los costos variables Q.1.93 lo cual corresponde al 74%, y el diesel es igual al 46%.

Como se puede ver, los costos encontrados para las secadoras del tipo guardiola son las que resultan más bajas en el renglón de combustible, pero tienen un incremento en lo que se refiere a costos fijos, lo mismo ocurre con las secadoras verticales.

La relación de costos fijos y variables más alta es la que

corresponde a las secadoras guardiolas.

La relación costos fijos/variables en guardiolas es de 0.89 en guardiolas con cascabillo y leña, de 0.41 en guardiolas operadas con leña, en guardiolas con kerosene es de 0.5. Para las secadoras de mesa este mismo valor es de 0.25. En lo que se refiere a secadoras verticales es de 0.35.

IX CONCLUSIONES

1. Los costos más bajos de operación se obtienen con las secadoras Guardiolas.
2. Las Guardiolas que utilizan la mezcla de cascabillo y leña son las que ofrecen los costos más bajos de todos los tipos de secadoras encontradas.
3. Las secadoras verticales tienen un alto costo de inversión y por emplear diesel como combustible resultan con costos de operación muy elevados.
4. Las secadoras de mesa cuyos costos de operación son comparables a los costos obtenidos en guardiolas tienen, sin embargo, costos variables superiores debido al empleo de combustibles derivados del petróleo.

X RECOMENDACIONES

1. Buscar la manera por la cual las fincas que poseen recursos hidráulicos los aprovechen mejor para sustituir total o parcialmente los motores que utilizan derivados del petróleo como combustible.
2. Diseñar hornos que utilicen mejor la leña y el cascabillo, ya que los actuales son reproducciones de diseños demasiado antiguos.
3. Con relación al punto anterior, puede pensarse en la necesidad de sustituir los intercambiadores de tubos en U y concéntricos por intercambiadores de superficie extendida.
4. Realizar estudios de determinación de costos de beneficiado a partir de datos reales obtenidos en una finca, por medio de un control de costos detallado.
5. Estudiar las características de la leña de diferentes especies de árboles de sombra desde el punto de vista de su uso como combustible.
6. Desarrollar tecnologías que permitan el uso eventual de la pulpa de café deshidratada, como combustible para usarlo en la combianción con la leña o el cascabillo.

APENDICE A

Boleta de encuesta para el proyecto del Estudio Exploratorio  
de las modalidades de Secamiento de Café en Guatemala.

Nombre de la Finca: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_ Altura \_\_\_\_\_ msm \_\_\_\_\_

Entrevistado: \_\_\_\_\_

Cafetal en Producción, Area: \_\_\_\_\_ Mz. Planta/Mz: \_\_\_\_\_

Producción Promedio Ultimos 5 años: \_\_\_\_\_

Cosecha Máxima Diaria: \_\_\_\_\_ Quintales de Cereza.-

Fecha Estimada de Inicio de Cosecha: \_\_\_\_\_

Fecha Estimada de Finalización de Cosecha: \_\_\_\_\_

DATOS CLIMATICOS:

Precipitación Pluvial: \_\_\_\_\_ mm Temperatura Media anual: \_\_\_\_\_

Otros: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

DATOS RELACIONADOS CON EL BENEFICIO:

Instalaciones:

No. Pulperos: \_\_\_\_\_ Capacidad de despulpado/hora: \_\_\_\_\_ qq. ma-  
duro.-

Patios de Secamiento:

Area Total: \_\_\_\_\_ M<sup>2</sup> Casillas No. \_\_\_\_\_ Capacidad c/u \_\_\_\_\_

Almacén: \_\_\_\_\_ qq pergamino. Cubicaje aprox. \_\_\_\_\_ M<sup>3</sup>.

Otros: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

ENERGIA MECANICA DISPONIBLE EN EL BENEFICIO:

Tipo: \_\_\_\_\_ Capacidad total (Hp ó Kw). \_\_\_\_\_

Energía destinada al secamiento: \_\_\_\_\_ Hp ó kw

a- Consumo de Combustible:

Secadoras:

Por Carga de Secadora: \_\_\_\_\_ qq Café pergamino.

Desde escurrido: Leña: \_\_\_\_\_ Tareas.

Diesel: \_\_\_\_\_ Galones.

Otros: \_\_\_\_\_

b- Costo de la Mano de Obra:

Operarios fijos (Mantenimiento): No. \_\_\_\_\_ Operarios/Cosecha

No. \_\_\_\_\_

Hay encargados: Beneficio \_\_\_\_\_ De Patios \_\_\_\_\_ De Despulpado \_\_\_\_\_

SISTEMA USUAL DEL SECAMIENTO:

Escurreido: \_\_\_\_\_ Hrs. Reposo \_\_\_\_\_ Hrs. Forma de Trans-

porte del café Húmedo: \_\_\_\_\_ Del Café seco: \_\_\_\_\_

Si se usa equipo en esta operación (describirlo) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

COSTO APROXIMADO DEL EQUIPO:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Guardiolas:

No.: \_\_\_\_\_ Capacidad: \_\_\_\_\_ qq pergamino seco.

Energía motriz: \_\_\_\_\_ Movimiento del Tambor \_\_\_\_\_ kw Hp

Ventilador: \_\_\_\_\_ Hp o Kw. Revoluciones/minúto: \_\_\_\_\_

Diámetro: \_\_\_\_\_ cms. Tipo de Combustible: \_\_\_\_\_

Consumo/Hora: \_\_\_\_\_ Combustión Direc. ( ) Comb. Ind. ( )

VERTICALES:

No. 01 Capacidad \_\_\_\_\_ qq Pergamino seco. Tipo \_\_\_\_\_

Alto: \_\_\_\_\_ Mts. Ancho: \_\_\_\_\_ Mts. Largo: \_\_\_\_\_ Mts

Tipo de Descarga: Energía Motriz (elevador) Hp ó Kw.

Tornillo: \_\_\_\_\_ Hp ó Kw.

Otros: (ver \* ) \_\_\_\_\_

\* Si es de sombra, la leña, que clase de mejor fuego? \_\_\_\_\_

¿Cuántas tareas de leña de desombrado salen anualmente? \_\_\_\_\_ -

USO DE HIDROCARBUROS:

Tipo: \_\_\_\_\_ Costo actual: \_\_\_\_\_ Por gal. Tarea.  
rea.

Tipo de Boquilla: \_\_\_\_\_ Tipo Quemador: \_\_\_\_\_ (Marca)

Generador: \_\_\_\_\_ (Potencia)

Potencia Motor Eléctrico: \_\_\_\_\_

Potencia Motor Diesel: \_\_\_\_\_

Consumo de Combustible:

Por Hr. de Secamiento: Leña \_\_\_\_\_ Tareas (aproximadas)

Diesel \_\_\_\_\_ Galones.

Otros \_\_\_\_\_

APENDICE B

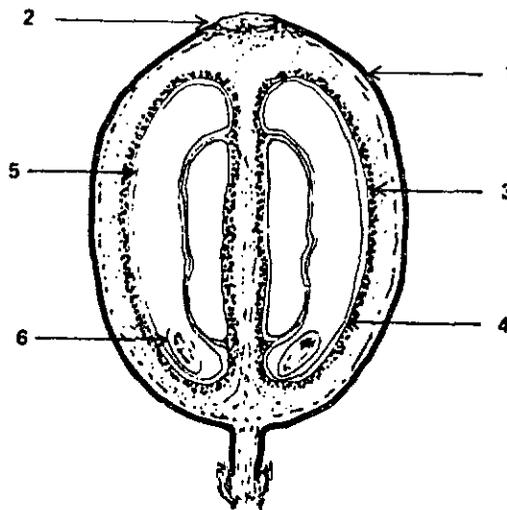
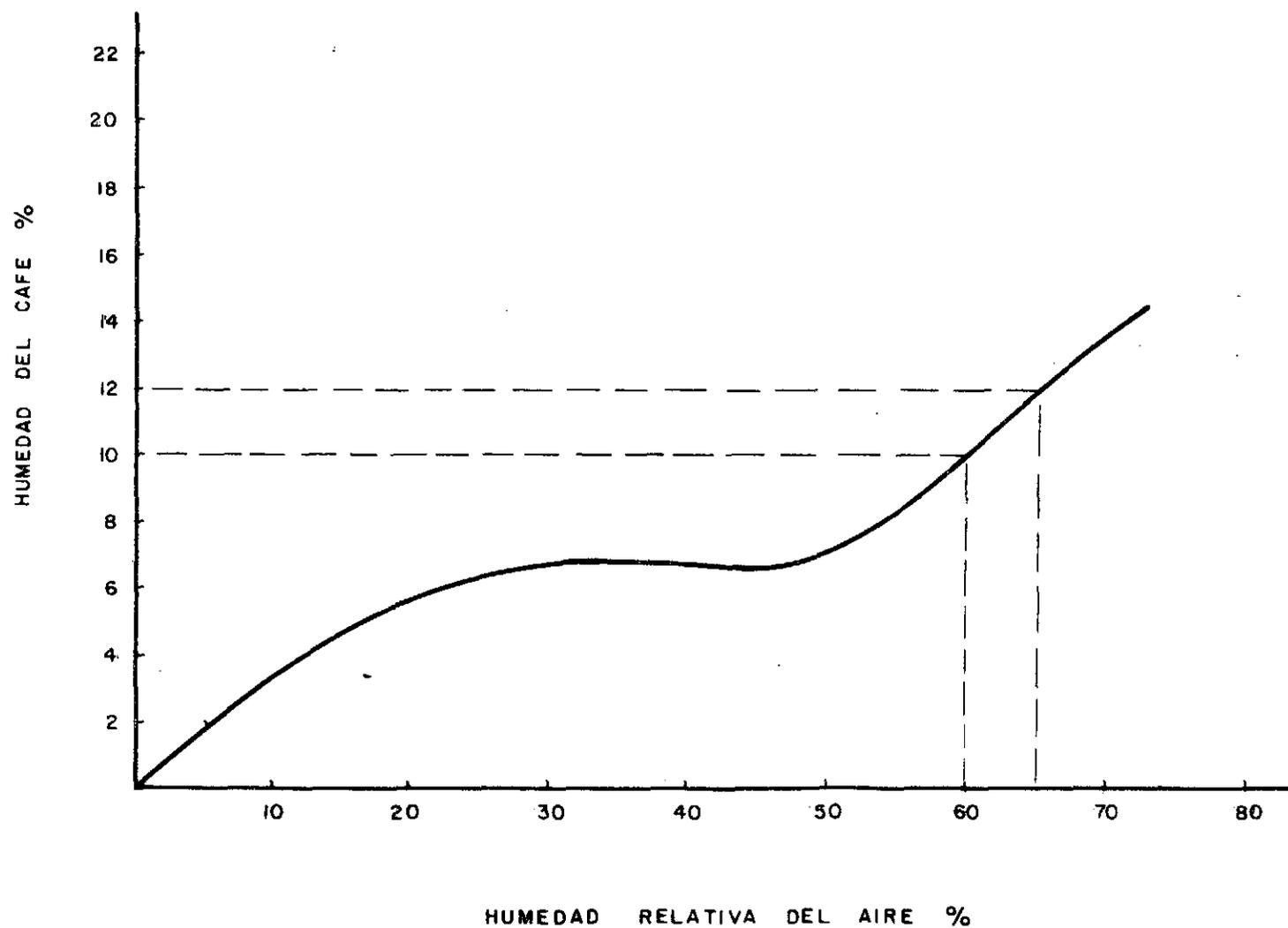
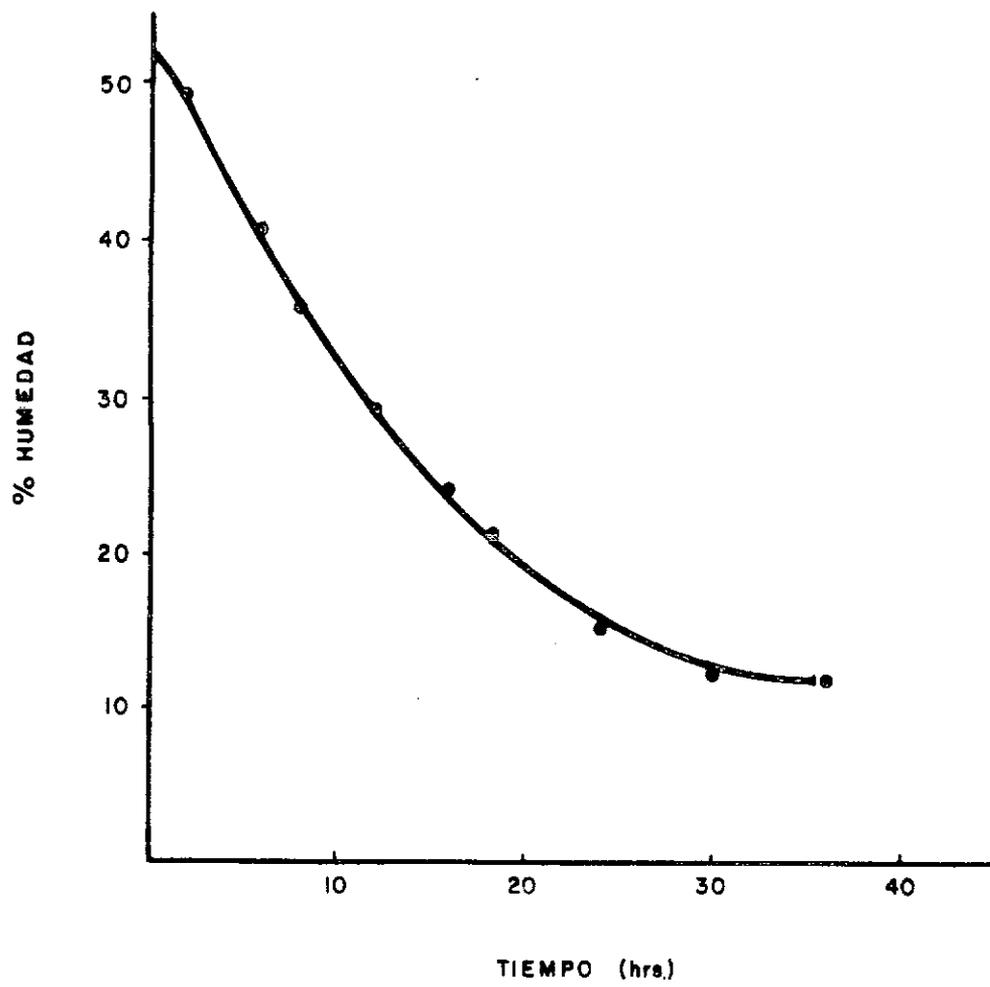


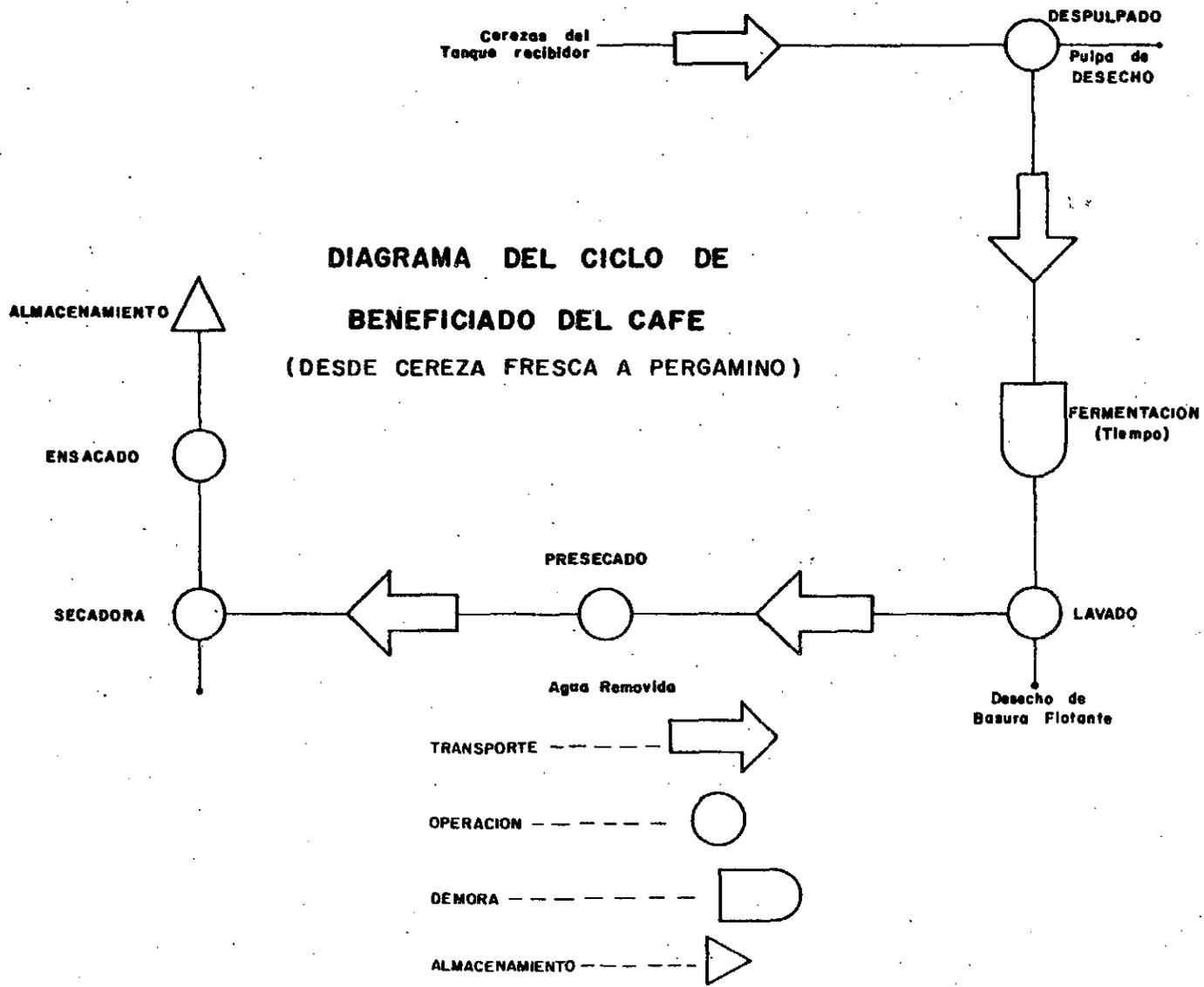
Figura No. 1 Corte longitudinal de un grano de café (*Coffea arabica*).

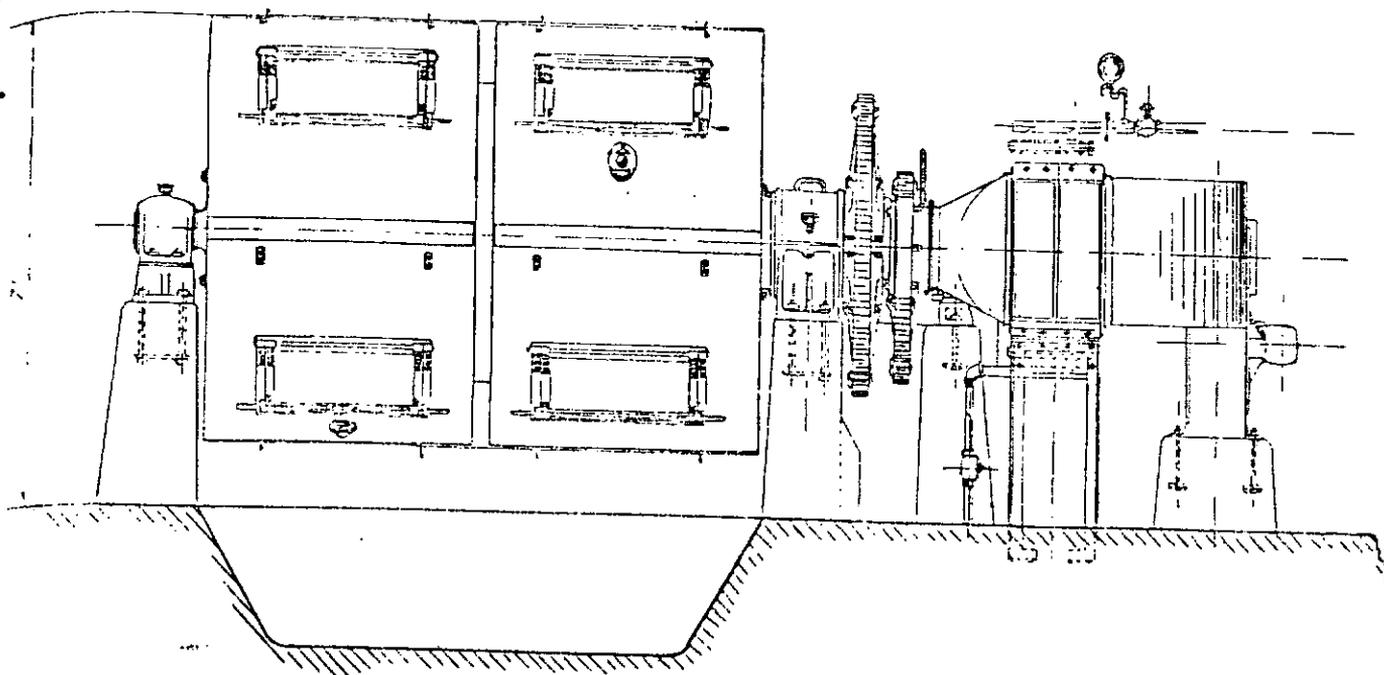
1. Epicarpio.
2. Disco.
3. Mesocarpio.
4. Endocarpio.
5. Espermodermo o película plateada.
6. Embrión.



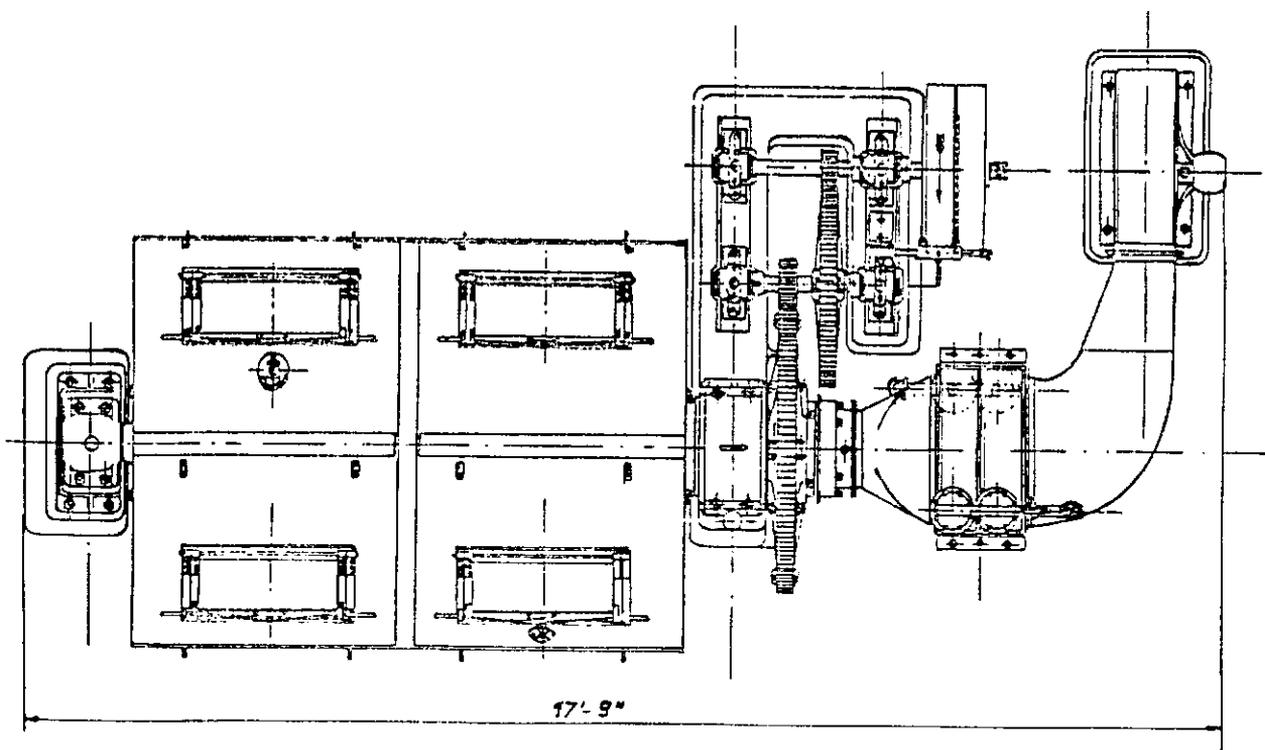
GRAFICA Equilibrio entre el contenido de humedad del  
cafe en pergamino y la humedad relativa del aire.







Secadora Guardiola.



Secadora Guardiola.

Figura No. 5 y 6.

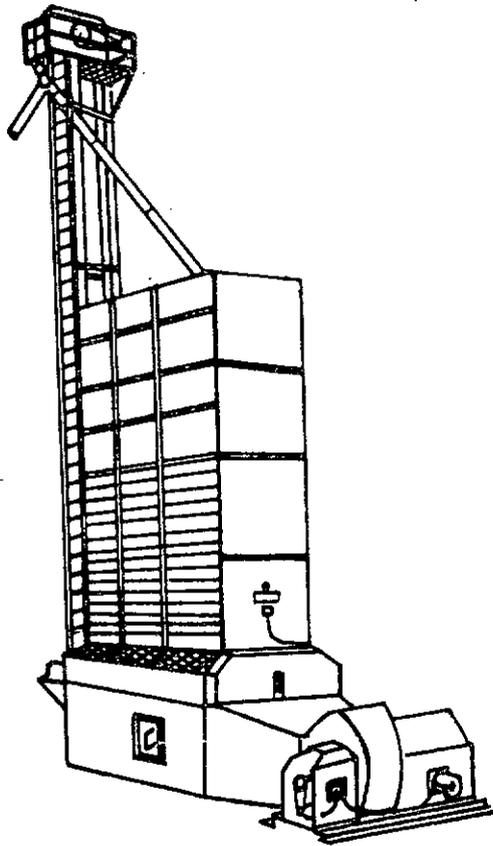


Figura No. 7  
Secadora Vertical.

APENDICE C

COSTOS FIJOS SOBRE GUARDIOLAS:

No.	Depreciación	Costos <u>in</u> versión en maquinaria	Deprecia ción del Edificio	Costos Inver- sión en Edificio	Total
2	2820	1692	375	196.88	5085.88
	2440	1464	375	196.88	4475.88
3	2440	1464	375	196.88	4475.88
4	2820	1692	375	196.88	5083.88
5	3660	2196	375	196.88	6427.88
6	2820	1692	375	196.88	5083.88
	2440	1464	375	196.88	4475.88
7	2440	1464	375	196.88	4475.88
8	3660	2196	375	196.88	6427.88
9	3660	2196	375	196.88	6427.88
10	2440	1464	375	196.88	4475.88
11	2820	1692	375	196.88	5083.88
13	2820	1692	375	196.88	5083.88
14	4320	2592	375	196.88	7483.88
	3660	2196	375	196.88	6427.88
15	4320	2592	375	196.88	5083.88
16	3660	2196	375	196.88	6427.88
17	3660	2196	375	196.88	6427.88
18	2440	1464	375	196.88	4475.88
19	2820	1692	375	196.88	5083.88
	2420	1450	375	196.88	4475.88
20	2420	1450	375	196.88	4475.88
22	2820	1692	375	196.88	5083.88
24	2440	1464	375	196.88	4475.88
25	3660	2196	375	196.88	6427.88
27	3660	2196	375	196.88	6427.88

Costos Fijos por Quintal (Q/quintal) de café, secado en  
Guardiolas.

No.	Total Costos Fijos	Total Costos Fijos/90	Capacidad de la <u>seca</u> dora.	Costos fijos por quintal de café.
2	5083.88	56.51	72	0.79
	4475.88	49.74	54	0.93
3	4475.88	49.74	45	1.11
4	5083.88	56.51	45	1.26
5	6427.88	71.43	45	1.59
6	5083.88	56.51	45	1.26
	4475.88	49.74	27	1.85
7	4475.88	49.74	27	1.85
8	6427.88	71.43	72	1.00
9	6427.88	71.43	72	1.00
10	4475.88	49.74	54	0.93
11	5083.88	56.51	54	1.05
13	5083.88	56.51	54	1.05
14	7483.88	83.16	72	1.16
	6427.88	71.43	45	1.59
15	5083.88	56.51	72	0.79
16	6427.88	71.43	72	1.00
17	6427.88	71.43	45	1.59
18	4475.88	49.74	45	1.11
19	5083.88	56.51	54	1.05
	4475.88	49.74	27	1.11
20	4475.88	49.74	45	1.11
22	5083.88	56.51	72	0.79
24	4475.88	49.74	54	0.93
25	6427.88	71.43	72	1.00
27	6427.88	71.43	72	1.00

COSTOS VARIABLES POR QUINTAL DE CAFE SECADO, EN Q/Quintal.

GUARDIOLAS DE LEÑA:

No.	Combustible.	Electricidad.	Mano obra	Mantenimiento.	TOTAL costos Variables
5	1.23	0.35	0.03	0.26	1.87
7	0.45	0.49	0.03	0.55	1.52
14	0.24	0.44	0.05	0.60	1.33
	0.24	0.35	0.05	0.60	1.29
18	1.05	0.35	0.11	0.11	1.62
24	0.39	0.42	0.03	0.45	1.29

GUARDIOLAS CON CASCABILLO Y LEÑA:

2	0.38	0.44	0.02	0.35	1.19
	0.38	0.35	0.02	0.35	1.10
4	0.39	0.35	0.01	0.36	1.11
6	0.05	0.35	0.02	0.42	0.84
	0.05	0.49	0.02	0.42	0.98
8	0.21	0.44	0.01	0.29	0.95
9	0.21	0.44	0.01	0.29	0.95
10	0.40	0.42	0.02	0.39	1.23
17	0.34	0.35	0.01	0.67	0.96
22	0.20-	0.44	0.04	0.39	1.07
25	0.14	0.44	0.02	0.02	0.62

Guardiolas operadas con diesel

13	1.41	0.42	0.01	0.05	1.89
20	2.68	0.42	0.07	0.17	3.34
20					

GUARDIOLAS CON Q\_UEROSENO:

11	1.00	0.42	0.05	0.60	2.07
----	------	------	------	------	------

COSTOS FIJOS PARA SECADORAS DE MESA:

No.	Inversión	Intereses	Inmuebles	Intereses	Total
1	991.00	237.84	20.00	16.80	1265.64
	1735.20	416.45	20.00	16.80	2188.45
2	1735.20	416.45	20.00	16.80	2188.45
3	1735.20	416.45	20.00	16.80	2188.45
8	1735.20	416.45	20.00	16.80	2188.45
9	1735.20	416.45	20.00	16.80	2188.45
12	1735.20	416.45	20.00	16.80	2188.45
17	1525.20	366.05	20.00	16.80	1928.05
19	1735.20	416.45	20.00	16.80	2188.45
21	1735.20	416.45	20.00	16.80	2188.45
26	1525.20	366.05	20.00	16.80	1928.05

No.	Total	Total/90	Tamaño de secadora (quintales)	Costo por Quintal
1	1265.64	14.07	30	0.47
	2188.45	24.32	70	0.35
2	2188.45	24.32	70	0.35
3	2188.45	24.32	70	0.35
8	2188.45	24.32	70	0.35
9	2188.45	24.32	70	0.35
12	2188.45	24.32	70	0.35
17	1928.05	21.43	40	0.54
19	2188.45	24.32	70	0.35
21	2188.45	24.32	70	0.35
26	1928.05	21.43	40	0.54

COSTOS VARIABLES  
SECADORAS DE MESA

Costos por quintal de café secado, en Q/quintal.

No.	Combustible Diesel	Electricidad	Mano obra	Mantenimiento.	Total
1	2.03	0.24	0.06	0.01	2.34
2	0.77	0.24	0.02	0.03	1.06
3	0.85	0.24	0.03	0.01	1.13
8	1.19	0.24	0.01	0.01	1.45
9	1.19	0.24	0.01	0.01	1.45
12	1.19	0.24	0.04	0.01	1.48
17	2.97	0.20	0.01	0.01	3.19
19	2.83	0.24	0.04	0.01	3.12
21	1.19	0.24	0.10	0.01	1.54
26	1.19	0.24	0.02	0.01	1.46

SECADORAS VERTICALES

Costos Fijos-

No.	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
6	1	50	16000	3200	480	3680	40.89	0.82
12	1	70	18000	3600	540	4140	46.00	0.66
16	1	70	18000	3600	540	4140	46.00	0.66
17	2	100	20000	4000	600	4600	51.12	0.52
23	1	70	18000	3600	540	4140	46.00	0.66
25	1	100	20000	4000	600	4600	51.12	0.52
27	1	50	16000	3200	480	3680	40.89	0.82

(a) Número de secadoras.

(b) Capacidad de cada secadora.

(c) Inversión en cada secadora.

(d) Depreciación del equipo (Q/5).

(e) Promedio de inversión sobre 5 años (N = 5 años)  
 $(N + 1) / 2N \times$  Inversión. El resultado x 8%.

(f) Suma de (d) + (e).

(g) (f) / 90 días de trabajo por año.

(h) (g) / capacidad de la secadora.

COSTOS VARIABLES PARA  
SECADORAS VERTICALES

Costos por quintal de café secado, en Q/quintal.

No.	Combustible Diesel	Electricidad	Mano- obra	Mantenimiento.	Total
6	1.79	0.67	0.02	0.04	2.52
12	1.19	0.65	0.04	0.22	2.10
16	1.63	0.72	0.06	0.04	2.45
17	1.29	0.52	0.01	0.01	1.83
23	0.84	0.51	0.05	0.04	1.44
25	0.75	0.56	0.02	0.01	1.34
27	0.89	0.87	0.06	0.01	1.83

Costo por quintal quintal de la mano de obra en beneficios con ingresos de café en cereza de 300 a 600 quintales por día.

No.	Quintales cereza	Operarios	Valor jornales (Q)	Costo por quin tal.	30% para costos variables-
1	330	19	60.80	0.19	0.06
8	350	3	9.60	0.03	0.01
9	350	3	9.60	0.03	0.01
10	400	4	12.80	0.04	0.02
5	400	11	35.20	0.09	0.03
4	400	3	9.60	0.03	0.01
3	442	11	35.20	0.08	0.03
2	495	5	16.00	0.04	0.02
16	500	26	83.20	0.17	0.06
24	600	12	38.40	0.07	0.03
6	600	9	28.80	0.05	0.02
14	600	27	86.40	0.15	0.05
13	600	4	12.80	0.03	0.01

Costo por quintal de la mano de obra en beneficios con ingresos inferiores a los 300 quintales de café cereza.

No.	Quintales cereza	Operarios	Valor jornales (Q)	Costo por Quin tal.	30% para costos variables
11	80	4	12.80	0.16	0.05
12	125	4	12.80	0.11	0.04
20	150	10	32.00	0.22	0.07
19	150	24	74.80	0.52	0.16
18	179	19	60.80	0.34	0.11
21	180	18	57.60	0.32	0.10
23	200	10	32.00	0.16	0.05
7	250	7	22.40	0.09	0.03

Costo por quintal de la mano de obra en beneficios con ingresos de café en cereza de 600 a 900 quintales por día.

No.	Quintales cereza	Operarios	Valor jornales (Q)	Costo por quin tal.	30% para costos variables
19	700	24	76.80	0.11	0.04
27	700	42	134.40	0.20	0.06
26	800	9	28.80	0.05	0.02
22	800	28	89.60	0.12	0.04

Costo por quintal de la mano de obra en beneficios con ingresos de café en cereza mayores a 900 quintales por día.

No.	Quintales cereza	Operarios	Valor jornales (Q)	Costo por quin tal.	30% para costos variables
15	1000	4	12.80	0.02	0.01
17	1000	3	9.60	0.01	0.01
25	1200	21	67.20	0.06	0.02

## VIII. BIBLIOGRAFIA

1. BARRIGA V., A. El café de Colombia. Revista cafetalera de Colombia. (Colombia) 1(1):18-19. 1928.
2. BARROS, E. S. Pesquisas sobre la preparac̄o do café por via húmida. Revista do Instituto do Café. Sao Paulo, (Brasil) 23(126):1450-1451. 1937.
3. BOYCE, D. S. Mejores métodos para el beneficiado del café en fincas de tamaño mediano. Estación experimental de la Universidad de Puerto Rico. Boletín No. 165. 1963. 26 p.
4. BROKER, D. et al Drying cereal grains. Connecticut, Estados Unidos, The Avi Publishing Company, 1978. 466 p.
5. COSTE, R. El café. Barcelona, España, Blume, 1969. p. 150-200.
6. DEVLIN, R. M. Fisiología vegetal. Barcelona, España, Omega, 1976. 518 p.
7. DI LIZARAZO, J. L. Proceso de secamiento, utilización del silo secador y del silo ventilado. Guatemala, INDECA, 1978. 8 p. mimeo.
8. \_\_\_\_\_ Manual de secado de granos. Guatemala, INDECA, 1978. 168 p. mimeo.
9. GUTIERREZ, B. Seminario sobre el manejo productivo del cafeto. Guatemala, ANACAFE, AGA, INTECAP, 1976. 76 p.
10. LOPEZ, F. Deseccación mecánica del café. Revista del Instituto de Defensa del Café. (Costa Rica) 11(83): 345-361. 1941.
11. MENCHU, J. F. Manual práctico de beneficios de café. Guatemala, ANACAFE, 1973. 96 p.

12. PEARSON, S.H. Maquinaria y equipo agrícola. Barcelona, España, 1967. 572 p.
13. RAMIREZ G., M. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. Mexico, Continental, 1969. 300 p.
14. ROCHAC, A. Diccionario del café. New-York, Estados Unidos, Oficina Panamericana del Café, 1964. 490 p.
15. SIVETZ, M. & FOOTE, E. Coffee technology. Connecticut, Estados Unidos, The Avi Publishing Company, 1963. p. 48-150.
16. WILBAUX, R. Beneficio del café. Roma, Italia, FAO, 1959. p. 102-141.

*10 Bo.*  
*Alfonso Ramirez*



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

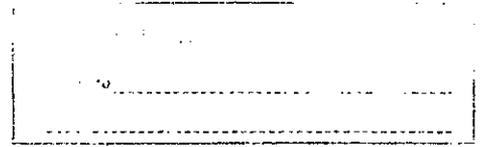


FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA



"IMPRIMASE"



DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.  
D E C A N O