

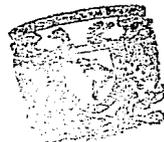
14/1/84



# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

**“ANTEPROYECTO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN EL BENEFICIADO DEL CAFE”**



EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA

## T E S I S

Que para obtener el Título de Químico Farmacéutico Biólogo

p r e s e n t a

**ROLANDO JAIME GUZMAN CEBBEROS**

México, D. F.

1987



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## I N D I C E

	Página
INTRODUCCION	1
1.- GENERALIDADES	3
1.1.- Origen de la Cafeticultura	3
1.2.- Clasificación Botánica	9
1.3.- Localización Geográfica del Café	13
1.4.- Composición Química del Café.	14
1.5.- Subproductos del Café.	21
2.- PRODUCCION	23
2.1. Cultivo	23
2.2.- Recepción de Café,	30
2.3.- Beneficiado del Café	38
2.3.1.- Beneficiado del Café por Vía Humeda.	40
2.3.2.- Beneficiado del Café por Vía Seca.	55
3.- CONTROL DE CALIDAD	61
3.1.- Control de Calidad.	61
3.2.- Muestreo	71
3.3.- Gráfica de Control	79
4.- DISCUSION	90
5.- RESUMEN	95
6.- CONCLUSIONES	97
7.- BIBLIOGRAFIA	99

## I N T R O D U C C I O N

Es el café una infusión aromática, estimulante para el organismo - debido a los compuestos químicos que posee una vez que se ha obtenido - la bebida. En nuestra sociedad está muy ligado con nuestros hábitos alimenticios ya sea como una bebida no alcohólica para acompañar nuestros alimentos, y en otros casos mezclado con otros productos (leche, caramelos, helados, etc.), su consumo no tiene hora ni lugar, se toma en - lugares de trabajo, centros de reunión, en eventos sociales de trascendencia, etc.. Son estas necesidades de nuestra sociedad y muchas otras las que han hecho del café un producto de primera necesidad (aunque carezca de cualidades nutritivas), cuya venta aporta gran cantidad de divisas a los países productores de esta semilla.

México en la actualidad es uno de los grandes productores de café en el mundo, ya que ocupa el 3er. Lugar, este producto lo exporta a los países del Norte de América y del Continente Europeo. Las divisas obtenidas por las ventas representan para México el 2o. Lugar en importancia, superadas por las obtenidas de la venta del petróleo, pero la diferencia con este producto radica en que el café es un producto renovable y el -- petróleo no lo es.

Dada la importancia social y económica del café, y observando que la calidad solo se limita a aceptar o rechazar el producto ya terminado, sin llevar a cabo un método definido de control que nos permita mantener la calidad del producto dentro de un nivel satisfactorio. La intención del presente trabajo es, describir lo que es el café, -- sus métodos de obtención industrial y proponer las técnicas de control estadístico, necesarias para demostrar que el café se produce y cumple con los requisitos de calidad, que exigen las normas de exportación y venta al mercado local

## 1.- GENERALIDADES.

### 1.1. ORIGEN DE LA CAFETICULTURA.

Siendo los bosques húmedos y montañosos del Sudoeste de Etiopía - y Kaffa las tierras nativas del café, los ejércitos persas y árabes, - al invadir el país, llevaron semillas de café a Yemen, (años 575 y -- 890 respectivamente), y para fines del Siglo XVI Yemen, se constituye en el primer centro exportador del mundo,

La hegemonía comercial de Holanda iniciada con el monopolio de -- las especias de las Islas Molucas, una vez expulsados los portugueses, trae por resultado la formación de la Compañía Holandesa de las Indias Orientales en 1602, la cual habría de dar posteriormente, el primer impulso significativo a la difusión del cultivo del café. Esta compañía, como organización comercial y militar que era, dominaba el comercio exterior y a su vez hacia la guerra para controlar nuevas tierras y manejar mercaderías. En 1619 se establece en Jakarta, Java, el centro de - Administración del Emporio Comercial Holandés (Egerton, 1960).

No fue sino hasta fines del Siglo XVIII, cuando la acumulación del capital proveniente - en lo fundamental - de las actividades mercantiles, permitió junto con la solidificación de las posesiones territoriales, una serie de inversiones agrícolas que se plasmaron en el estable

cimiento de áreas cultivadas de café en las Islas de Ceilán (1699) y Java (1707 a 1710), constituyéndose en las dos colonias más valiosas que Holanda poseyó en Oriente.

A raíz de la culminación del Tratado de Paz de Utrecht, firmado en 1713 (Ward, 1960), el Burgomaestre de Amsterdam obsequió al monarca Luis XIV de Francia una planta de café traída de Java, la cual -- cuidadosamente cultivada en invernadero fue la simiente original de las plantaciones con las que se poblarían los trópicos americanos, -- además de otras regiones del mundo. De este modo, a partir de 1713- y hasta 1800, se inicia propiamente el período de exportación y asentamiento de este cultivo.

Las primeras plantas de café que en forma de donación real salieron de Francia hacia el Continente Americano, fueron enviadas a la Guayana Francesa en 1715 y a la Martinica en 1720 ó 1723 por Gabriel Mathieu de Clieu, personero oficial del Rey, comisionado específicamente para difundir esta planta (Wellman, 1961).

Por aquellos años, los propios franceses llevaron cafetos a Haití y Santo Domingo. Al mismo tiempo, Holanda encamina esfuerzos en la Guayana de su posesión para establecer el cultivo. Por lo anterior, -- fueron los colonizadores franceses y holandeses los agentes difusores más importantes de café en el Nuevo Mundo.

Después de fracasar en varios intentos para establecer el café en la Guayana Holandesa, Francesa y en el Puerto de Belén, se atribuye a Francisco de Melho Palheta la introducción inicial de café a Brasil, en el Sur de Pará; entre 1725 y 1730. De ahí se extiende a Manaos -- (1770). El éxito alcanzado determinó que se enviaran a Río de Janeiro en 1774, empezando poco después en el Estado de Sao Paulo donde se -- consolida inicialmente la cafecultura,

Al mismo tiempo que se introducía el café a Brasil, de la Martini ca y Haití salían las primeras plantas que vendrían a México y Centro América, previo establecimiento en Cuba. Los esfuerzos de los misioneros españoles contribuyeron a propagar el cultivo en Puerto Rico y en la Capitanía General de Guatemala (Di Fluvio, 1947), a la que pertenecía el actual Estado de Chiapas (1750). A El Salvador llegaron -- provenientes de Cuba por 1760, de donde fueron enviadas a Colombia -- unos treinta años más tarde.

Aunque la introducción del café en México se sitúa hacia 1774, -- las referencias de su amplia propagación indican que por 1817, Don -- Juan Antonio Gómez trajo plantas importadas de Cuba, propagándose por todo el Norte del Estado de Veracruz, Sierra Norte de Oaxaca, Puebla, Hidalgo y San Luis Potosí. El General Mariano Michelena a su regreso -- de Londres introdujo semillas originarias de Yemen, las cuales se distribuyeron en Colima, Jalisco, Nayarit y Guerrero (IMC, 1962).

La introducción al Continente Africano se dio a principios de este Siglo por parte de los ingleses fundamentalmente, habiéndose observado una amplia expansión después de la Segunda Guerra Mundial.

En Europa, el establecimiento de cafés o cafeterías se remonta al Siglo XVI. Para 1534, en Constantinopla ya funcionaban estos centros de reunión. Al mismo tiempo, se fundan en París (1672), Viena (1683), Nuremberg (1686), Hamburgo (1687) y Stuttgart (1712); aunque por lo elevado de su precio, su consumo se limita a la nobleza, clero y alta burocracia. Las prohibiciones y censuras impuestas por los misteriosos efectos estimulantes que poseía, no detuvieron la expansión de su consumo una vez que el abastecimiento de café iba aumentando acelerado por el crecimiento europeo.

Finalmente, es importante hacer notar que cuando el cultivo de café se inicia en las colonias españolas de América (Siglo XVIII), el poderío ibérico en ultramar estaba en franca decadencia, antecedido por la crisis económica que sufre España en el siglo anterior. Ello debilita el intercambio con la propia península. De ahí que la posibilidad de iniciar el cultivo de café en las colonias, además de incrementar los tradicionales como caña de azúcar, cereales, leguminosas y aquellos nativos como el maíz, cacao y papa, abría la puerta para una rápida acumulación de capital por parte de los grupos criollos, los cuales veían en el comercio con otras metrópolis una rica fuente de lucro.

Aunado a lo anterior, fue esencial en esta explotación el indígena americano, africano y asiático, quien a fin de cuentas posibilitó este cultivo. Los colonizadores -- emigrantes metropolitanos dispuestos a -- establecerse en tierras sometidas -- dependían de la encomienda, o sea la "dotación de un determinado número de indígenas con la apropiación y despojo de la tierra. Esta característica fue el elemento clave para utilizar fuerza de trabajo indígena retribuida de tal manera, que vivía en el límite de subsistencia, sin olvidar por esto su cristianización. Dentro de este marco se perfila un rápido desarrollo del cultivo del café.

## 1.2.- CLASIFICACION BOTANICA.

El cafeto forma parte del reino vegetal, pertenece al orden de las rubiáceas y a la familia Cofeale. Esta ubicado en el género Coffea el cual tiene como características principales; ser un arbusto leñoso, -- ramoso que alcanza una altura de 5 mts. hojas persistentes, estipuladas de bordes ondulados, de matiz verde oscuro, brillante por el haz y grisáceo por el envés. Sus flores, sésiles tubulosas, infundibuliformes, de color blanco fragante, están unidas en penacho en las axilas - foliares, florece en primavera dando lugar a un fruto globoso del tamaño de una cereza dividida en dos, conteniendo en cada parte una semilla.(1)

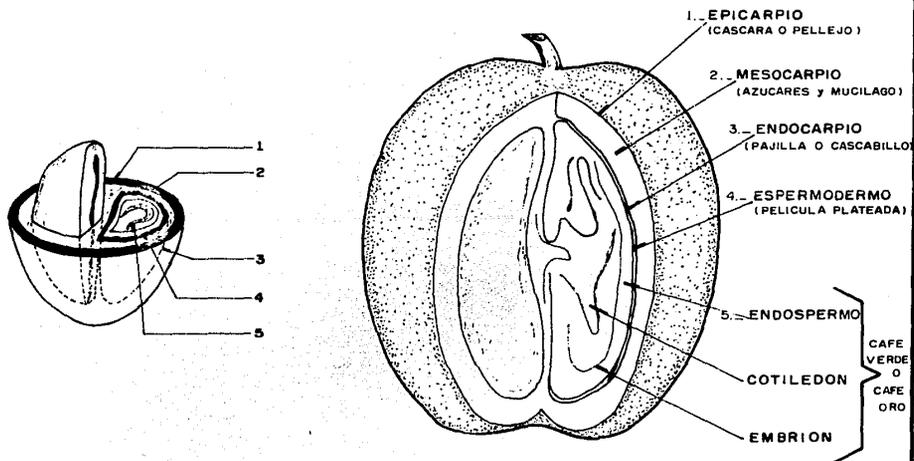
Existen varios subgéneros, pero es el Eucoffea al que pertenecen -- las especies que producen el fruto denominado "café" las cuales son 10, (dentro de más de 60 que se conocen). De éstas 10, son dos las comerciales.(7)

**Coffea arabica.**- Ampliamente cultivada en América latina,

**Coffea canephora.**- Muy extendida en Africa y Madagascar.

En la India e Indonesia junto con Coffea arabica y Coffea excelsa y Coffea liberica, se cultivan en muy pequeñas cantidades para abastecer los mercados europeos.

FIG. 1 -- FRUTO DEL CAFETO --



Coffea arabica.- Especie muy difundida en todas las regiones cafetaleras de México, posee más de 60 variedades de las cuales las más -- comerciales por su capacidad productora son:

Arabigo (Typica Cramer): Productora de café de calidad, acidez, -- aroma y sabor proporcionados, se le conoce también con los nombres de -- Arabe, Tipica, Criollo y Café Nacional. Esta variedad es la más difun -- dida en nuestro país.

Maragogype.- Arbusto más alto que el Arabigo, con bastante follaje, de poca producción y de muy reducido cultivo, se encuentra principalmen -- te en el Estado de Chiapas. Su calidad es semejante al Arábigo pero de -- sabor un poco amargo. Se cotiza a precios más altos de las demás varie -- dades cultivadas en México, su grano es de gran tamaño.

Bourbon.- En los últimos 25 años, se ha aumentado su cultivo por -- ser variedad de alta producción. El grano es redondo y más chico que el -- Arábigo y de buena calidad.

Caturra.- Semejante al Bourbón, de alta producción y de caracterís -- ticas iguales.

Mundo Novo.- Planta de porte elevado, entre nudos cortos, marcada -- tendencia a la ramificación, de gran producción y granos de buena cali -- dad.

Pluma Hidalgo.- En cuanto a la calidad y producción, muy semejante -- al Arabigo, mejorando sus calidades cuando se cultiva a las alturas má

ximas de producción y climas favorables.

La Coffea arabica produce en general grano de forma plano convexa - en forma alargada con una longitud que va de los 9 a los 11 milíme---tros y de los 7 a 8 mm. de ancho para cafés mexicanos. Los brasileños - son un poco menores (8 a 10 mm. de largo) y los colombianos alcanzan -- de 11.8 a 12.6 mm. de longitud.

Coffea canephora.- Especie de gran desarrollo vegetativo, que se -- cultiva en muy pequeña escala en las zonas bajas de México, produce un- fruto pequeño y redondeado, que a su vez da un grano de forma redonda - de 6 a 8 mm. de longitud.

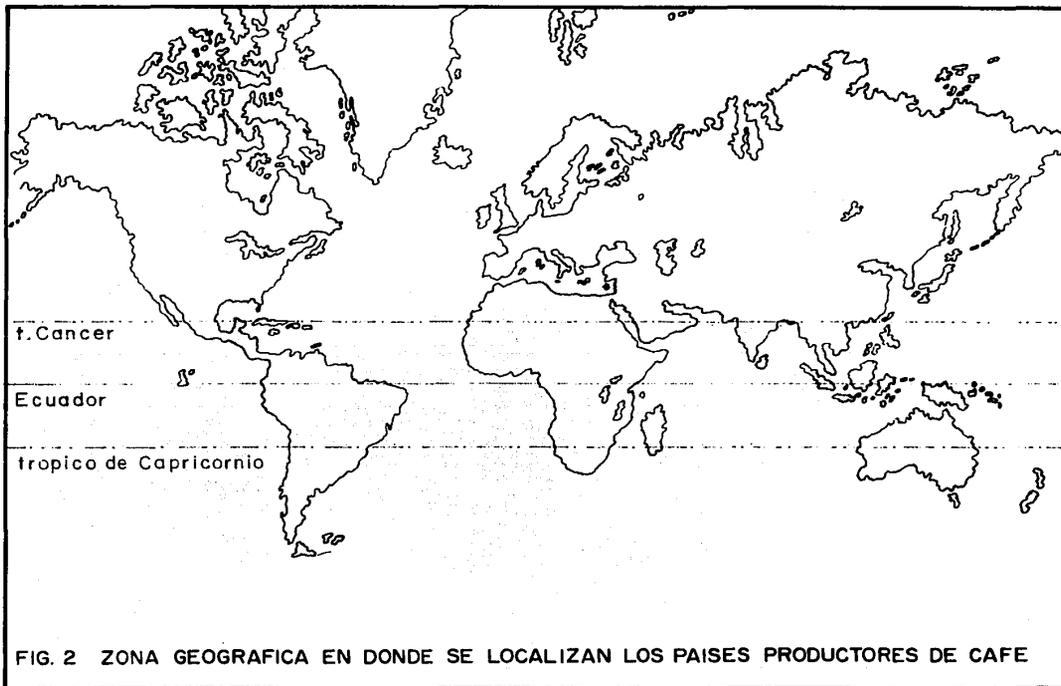
La variedad más importante, de esta especie es la Robusta que es -- una planta mucho más grande que la del Arabigo y por consiguiente de ma- yor producción, pero de frutos pequeños y de calidad inferior.

### 1.3. LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL CAFE. (7)

El cultivo del café se distribuye en una faja paralela al Ecuador, siendo los trópicos de Cáncer y Capricornio las latitudes medias para su cultivo.

Las regiones nativas de Coffea arabica se caracterizan por ser altiplanos, con altitudes entre 1,300 y 1,800 mts., y entre los 6 y 9 -- grados de latitud Norte.

El medio en que surge el Coffea canephora se caracteriza por su -- clima ecuatorial, con una altitud menor a los 500 mts.



CUADRO No. 1

1.4.- COMPOSICION QUIMICA DEL CAFE VERDE.

CAFE VERDE	% EN PESO
Agua	8 - 12
Grasas	4 - 18
Nitrógeno Total	1.8 - 3.5
Proteína	9 - 16
Cafeína	0 - 2
Acido Clorogénico	2 - 8
Trigonelina	1.3
Cenizas	2.5 - 4.5
Taninos	2
Acido Cafetánico	8 - 9
Acido Cafeico	1
Pentosanos	5
Almidones	5 - 23
Dextrina	0 - 85
Sacarosa	5 - 10
Azúcares Reducidos	0 - 5
Celulosa	10 - 20
Hemicelulosa	20
Lignina	4

Vitaminas (presentes en pequeñas cantidades), -  
 Caroteno, Tiamina, Riboflavina, Acido Fólico.  
 Niacina, Acido Pantoténico, Piridosina Ciano-  
 cobalmina, Acido Ascórbico. Colina: 60 Mg. %.

FUENTE: Rochac Alfonso. Diccionario del Café. (19)

**Café Tostado.**- Como el café crudo carece de aroma y la infusión de agua es amarga y un poco atractiva al paladar, debe ser calentado en condiciones especiales para producir los cambios en la composición química. Este proceso llamado torrefacción, es una pirólisis durante la cual los componentes se descomponen en proporciones de acuerdo con su estabilidad relativas a medida que se aplica el calor. Durante este proceso el café crudo, despacio al principio y más rápido después, pierde su color verdoso y adquiere el color café castaño. La disminución del color verdoso con el aumento de temperatura se ha logrado medir y puede usarse como guía para controlar este proceso.(19)

Al aproximarse a los 190°C el grano comienza a estallar y ha aumentar su volumen. Entonces es cuando se ha desarrollado plenamente el sabor. El final de la torrefacción, requiere ya sólo unos minutos más. El proceso se interrumpe abruptamente por un corto apagón con agua y una rápida aereada fría a una precisa temperatura y punto final que varía entre 185° y 218°C.

Esto depende de la experiencia del operador.(El contenido de humedad de los granos se reduce a 2 ó 3% durante el proceso de torrefacción El café pierde del 14 al 23% de su peso debido a la pérdida de humedad, tipo de café y a la descomposición y volatilización de varios componentes químicos del grano.(19)

En el proceso de torrefacción; las protefmas y las grasas son muy - estables. Hay un ligero cambio en el contenido de cenizas, las mayores - pérdidas ocurren en los carbohidratos y ácido cafetánico. De los compues - tos que se han identificado los más importantes son los mostrados en el - Cuadro No.2.

#### CUADRO No,2

##### COMPUESTOS IDENTIFICADOS EN EL CAFE TOSTADO.

###### A) ALDEHIDOS

- 1.- Acetaldehido
- 2.- Propionaldehido
- 3.- Butilaldehido
- 4.- Isobutilaldehido
- 5.- 2 Metilbutilaldehido
- 6.- Valeraldehido
- 7.- Isovalderaldehido
- 8.- Acroleina
- 9.- Dimetilacroleina
- 10.- Metil-etil-acroleina

###### B) CETONAS

- 1.- Acetona
- 2.- Metil-etil-cetona
- 3.- Metil-vinil-cetona
- 4.- Diacetilo
- 5.- 2, 3, Pentanodina

Continuación Cuadro No.2

C) COMPUESTOS HETEROCICLICOS

- 1.- Furano
- 2.- 2 Metil Furano
- 3.- 2, 5 Dimetil Furano
- 4.- Propil Furano
- 5.- Butil Furano
- 6.- Pirrol
- 7.- N-Metil Pirrol
- 8.- Dimetil Pirrol
- 9.- Piridina
- 10.- Trigonelina
- 11.- Niancina

D) COMPUESTOS SULFURADOS

- 1.- Acido Sulfdrico
- 2.- Disulfo de Carbono
- 3.- Dimetil Sulfuro
- 4.- Metil Etil Sulfuro
- 5.- Dimetil Disulfuro
- 6.- Metil Etil Disulfuro
- 7.- Metil Mercaptano
- 8.- Tiofeno
- 9.- Sulfuro de n-Butilo
- 10.- Metil Mercaptano
- 11.- Etil Mercaptano

E) ESTERES

- 1.- Metil Formato
- 2.- Metil Acetato
- 3.- Etil Formato

Continuación Cuadro No.2

F) NITRILOS

- 1.- Acrilonitrilo
- 2.- Cianuro de Alilo

G) ALCOHOLES

- 1.- Metanol
- 2.- Etanol

H) HIDROCARBUROS

- 1.- Isopreno
- 2.- Parafinas de  $C_4 - C_7$

I) OXIDOS

- 1.- Bióxidos de Carbono

J) ACIDOS

- 1.- Acido Acético
- 2.- Acido Propiónico
- 3.- Acido Butírico
- 4.- Acido Valérico

NO VOLATILES

- 1.- Acido Clorogénico
- 2.- Acido Caféico
- 3.- Acido Quínico
- 4.- Acido Cítrico
- 5.- Acido Malico
- 6.- Acido Tartárico
- 7.- Acido Oxálico
- 8.- Acido Piruvico

Continuación Cuadro No.2

K) FENOLES

- 1.- Guayacol
- 2.- Eugenol
- 3.- Cresol
- 4.- Acido Cumárico
- 5.- Catecol
- 6.- Resorcinol
- 7.- Hidroquinona

L) ACIDOS GRASOS MONOBASICOS

- 1.- Acido Mirfístico (C<sub>14</sub>)
- 2.- Acido Palmítico (C<sub>16</sub>)
- 3.- Acido Estearico (C<sub>18</sub>)
- 4.- Acido Oleico (C<sub>18</sub>) 1 doble ligadura
- 5.- Acido Linoleico (C<sub>18</sub>) 2 doble ligadura

M) MINERALES

- 1.- K<sub>2</sub>O
- 2.- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- 3.- CaO
- 4.- MgO
- 5.- Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- 6.- Na<sub>2</sub>O
- 7.- SiO<sub>2</sub>
- 8.- SO<sub>3</sub>
- 9.- Ce

Continuación Cuadro No.2

N) CARBOHIDRATOS

- 1.- Pectinas
- 2.- Celulosas
- 3.- Hemicelulosas
- 4.- Pectatos
- 5.- Azúcares Reducidos
- 6.- Azúcares Caramelizados
- 7.- Fibra no Hidrolizables

## 1.5.- SUBPRODUCTOS DEL CAFE

Con la utilización de los productos del café es probable obtener - los productos y usos indicados en el cuadro No.3

### CUADRO No.3

#### USOS DE LOS SUBPRODUCTOS DEL CAFE.

##### De la "Pulpa"

- Abonos orgánicos
- Mezclas en formulaciones de fertilizantes químicos-
- Raciones balanceadas para alimentos de ganado, aves y peces.
- Protefnas unicelulares (alimento humano y animal)
- Levaduras
- Pectinas
- Cafefna
- Ceras
- Alcoholes
- Azúcares
- Gas Metano
- Electricidad
- Energía calorífica (combustible)

##### Del "Mucilago"

- Pectinas
- Levaduras
- Alcoholes
- Azúcares

Continuación Cuadro No.3

Del "Pergamino"

- Energía calorífica (combustible)
- Celulosa para la fabricación de papel
- Furfural
- Raciones balanceadas para ganado
- Materiales para construcción (aglomerados)

De la "Borra", "Granza" o "Café Agotado"

- Proteínas en forma de "torta" para raciones balanceadas para ganado, aves y peces.
- Aceites (fijador de aromas en perfumería)

## 2.- PRODUCCION

### 2.1.- CULTIVO (7)

En el estado silvestre, el cafeto se reproduce mediante sus semillas. Estas germinan en el suelo, al pie del arbusto; con frecuencia son también diseminadas por los pájaros o los pequeños mamíferos ávidos de la pulpa azucarada de los frutos.

#### SIEMBRA

Las semillas destinadas a la siembra deben proceder de frutos sanos, recogidos en plena madurez de unos arbustos preferentemente adultos. Los frutos deben ser despulpados a mano, inmediatamente después de su recogida, los granos son puestos a secar sobre cañizos en un lugar sombreado y ventilado, y seguidamente son escogidos, eliminándose todos los mal formados, pequeños, etc.

La siembra puede realizarse en el suelo, en silos germinadores o en viveros; siendo éste el método más racional. La duración de la permanencia de los plántones en el vivero varía según la especie cultivada, la época de la plantación, las condiciones climatológicas, etc., pero habitualmente es de 12 a 15 meses en los Arábica y 6 a 8 meses en los Robusta, cuya vegetación es más vigorosa.

Aparte de la siembra que es una propagación generativa existe el método del estaquillado (propagación vegetativa). Esta técnica produce muy buenos resultados en la especie Coffea canephora, y se basa en la fiel reproducción del cafeto del que se han obtenido los vástagos - (cabeza de clon), y asimismo en la posibilidad de crear plantaciones muy homogéneas a partir de elementos destacados por sus características y especialmente por su productividad.

#### PLANTACION.

La disposición de la plantación y la densidad de los arbustos están en función de numerosos factores; especie, variedad o clon, fertilidad y declive del suelo, sombreado, modo de cultivo (manual o mecánico), sistema de poda, etc.

En todos los países se toman las siguientes consideraciones en relación con los rendimientos:

- a) Competencia aérea (iluminación, aereación, etc.)
- b) Competencia radicular (hídrica, mineral, etc.)
- c) Plantación de mantenimiento (especialmente la mecanización y costo)

Teniendo en cuenta lo antes señalado se procede a efectuar el marcado, el cual consiste en situar mediante una estaca, el emplazamiento de cada cafeto en las alineaciones.

Las dimensiones que deben darse a las fosas de plantación deben calcularse en función de la naturaleza de la fertilidad del suelo, y del desarrollo radicular de los jóvenes plantones. Las dimensiones medias de la fosa en ningún caso serán inferiores a 0.40 mts. de diámetro y 0.40 mts. de profundidad.

Antes de llenar las fosas y sólo unos días antes de colocar la tierra los jóvenes cafetos, se puede añadir un abono de fondo; estiércol, compost, etc., la colocación en tierra de los plantones jóvenes no requiere ninguna técnica especial; es una operación corriente de arboricultura que sólo precisa de algunos cuidados y precauciones.

Se hace la selección de los plantones eliminando aquellos que tengan la raíz mal conformada (eje torcido, arrollado, etc.), para colocarlo en tierra, los operarios trabajan en equipo. Uno mantiene el plantón en el centro de la fosa, con el eje extendido verticalmente y el cuello situado a nivel del suelo o ligeramente por encima, mientras su ayudante echa la tierra.

Hay otros métodos de transplante como el de plantación en terrón que consiste en extraer el plantón por medio de un cilindro metálico. La época más favorable para el transplante corresponde al principio de la estación lluviosa, algunas semanas después de las primeras lluvias, cuando el aire está suficientemente cargado de humedad.

Dentro de los principales trabajos de cultivo está la protección del suelo contra los agentes naturales de degradación acelerada, y -- principalmente de la erosión pluvial, es de gran importancia en cafeti cultura.

Los principales medios de lucha que pueden aplicarse son: la cobertura del suelo con algunas plantas leguminosas que tengan enraizamiento profundo, ausencia de competición hídrica y nutritiva con el ca feto; también se utiliza el ampajado que consiste en cubrir el suelo - con una espesa capa de paja, hierbas u otros, siendo esta técnica la - más utilizada. Dentro de las labores culturales se aconseja no trabajar la tierra durante la estación lluviosa, ni siquiera con labores li geras, cavado, etc.. Cuando el terreno es con declive, se utiliza la - plantación en curvas de nivel, zanjas, terraplenes de protección (sectos antierosivos), plantación en bandas alternas y en terrenos con mucho declive se utiliza la construcción de terrazas.

#### LA PODA.

La poda tiene como finalidad dar al café un armazón robusto, y - equilibrado y estimular el desarrollo de algunos de sus órganos con vis ta a la explotación racional de su capacidad de producción. Las labores de mantenimiento son los siguientes: el escardado de hierbas nocivas y la sustitución por otras no nocivas.

El uso de herbicidas; aclarando que antes de usarlos es conveniente saber el costo, la eficiencia, la acción sobre el suelo, y sobre todo los peligros que pueden presentar para el hombre, los arbustos y, en su caso el ganado.

Para la lucha contra las plagas es conveniente que el productor tenga una pequeña reserva de productos corrientes, para hacer frente a cualquier ataque.

#### RECOLECCION.

Cualquiera que sea la especie cultivada es esencial para lograr la máxima calidad de los frutos, recogerlos en el momento que están totalmente maduros, lo que es señalado por su coloración rojo púrpura, la recolección de frutos todavía verdes, ocasiona que la calidad del café sea muy mediocre. La calidad del producto resulta inaceptable cuando la proporción de granos verdes sobrepasa el 10%.

La recolección de los granos en completa maduración es obligatoria para el tipo arábica que se va a procesar por vía húmeda. En la República Mexicana los períodos de recolección de café en cada estado se muestran en el cuadro No.4

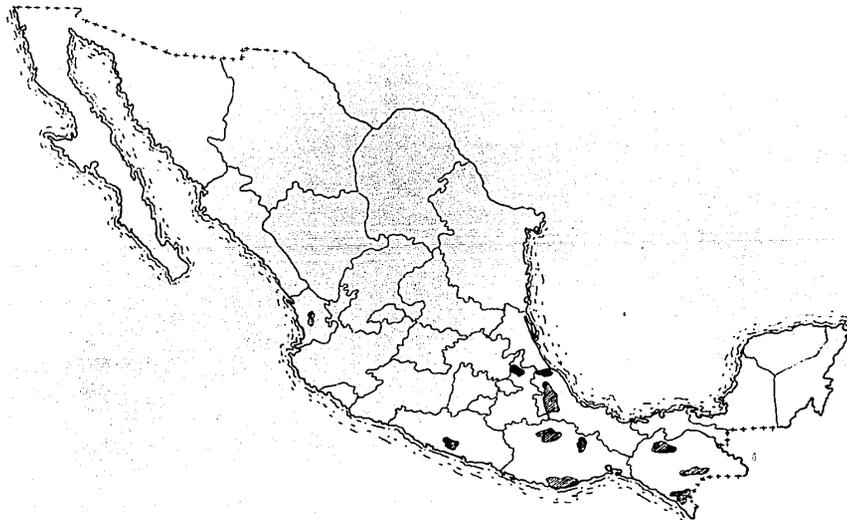
CUADRO No.4  
ESTADOS PRODUCTORES DEL CAFE.

---

ESTADOS	M E S E S
Chiapas.-	Del mes de enero al mes de marzo.
Colima.-	Del mes de diciembre al mes de abril
Guerrero.-	Del mes de diciembre al mes de abril
Hidalgo.-	Del mes de diciembre al mes de febrero.
Jalisco.-	Del mes de enero al mes de marzo.
Nayarit.-	Del mes de diciembre al mes de marzo.
Oaxaca.-	Del mes de noviembre al mes de abril
Puebla.-	Del mes de octubre al mes de abril.
San Luis Potosí.-	Del mes de noviembre al mes de marzo.
Tabasco.-	Del mes de noviembre al mes de marzo, (producción mínima)
Veracruz.-	Del mes de septiembre al mes de marzo (abril es mínimo)
Michoacán.-	Del mes de enero al mes de marzo.

---

FIG. 3 ZONAS CAFETALERAS DE LA REPUBLICA MEXICANA



## 2.2.- RECEPCION DE CAFE.

La captación es la primera etapa del procesamiento del grano del café, en la cual se debe tener cuidado para evitar defectos que se pueden detectar posteriormente afectando la calidad y la optimización de los rendimientos.

La captación se realiza en localidades denominadas centros receptores, estos centros debido a las condiciones tan accidentadas del terreno y a la dificultad para transportar el café, están ubicados estratégicamente dentro de las zonas cafetaleras. Los centros receptores se componen de lo siguiente:

- Una casa o galera
- Una báscula de 500 Kg, de capacidad, aproximadamente.
- Un encargado conocido con el sobrenombre de receptor.
- Dos maniobristas.
- Y papelería en general.

El receptor es una persona con conocimientos de la calidad del café que le permiten identificar acertadamente el estado del fruto que recibe, definiendo hasta que punto una cereza es de primera, que porcentaje de granos de cereza pasada de fermentación puede aceptar, que cereza fue cortada antes de tiempo y cuales son verdes. Esta persona generalmente es autodidacta.

La recepción del café se realiza en la siguiente forma, el productor entrega el café en costales, cajas, vasijas o algún otro recipiente, el receptor hace el traspaso a los costales propiedad del comprador, al realizar dicho traspaso el receptor "clasifica" el café, tomando como parámetros; la madurez del grano, su estado de fermentación, la humedad y si esta acompañado de palos, hojas o materias extrañas.

Es muy importante que el café sea recibido antes de haber transcurrido más de 24 horas de su recolección, debido a que el café sufre alteraciones en su composición química (en la cereza y parte viscosa que rodea al mismo), y al lapso de las horas se hacen más intensas, y al transcurrir más de un día terminan por demeritar la calidad del producto.

Otra acción a efectuar consiste en clasificar al grano por su zona de procedencia y la altura en que se cultivó. Al no efectuar dicha clasificación se propicia la producción de cafés de baja calidad. El café se capta en diferentes estados de su procesamiento, estos son los siguientes:

Húmedos.- Ceroza, despulpado, escurrido o lavado, oreado (56% de humedad), y de café cuerno.

#### SECOS.- PERGAMINO Y ORO.

Clasificación del café a procesarse y sus características para --  
obtener una calidad determinada.

#### CEREZA DE PRIMERA.

Son los frutos del cafeto bien maduros de un color rojo encendido-  
o amarillo en algunas especies. Se admite hasta un 10% de frutos de co-  
lor rosado, pero por cada kilogramo de café cereza sólo se acepta un --  
fruto verde o de maduración incompleta.

#### CEREZA DE SEGUNDA.

Son los frutos del cafeto con maduración completa. Se admiten hasta  
un 40% de frutos de color rosado, pero por cada kilo de café cereza sólo  
se aceptan dos frutos verdes o de maduración incompleta y un fruto seco-  
por cada cinco kilogramos.

#### CEREZA DE TERCERA.

Son los frutos del cafeto totalmente maduros cuyo porcentaje de fru-  
tos de color rosado es superior al 40%. La proporción de granos verdes o  
de maduración incompleta no será superior a tres por kilogramo de café -  
o de dos tratándose de frutos secos.

#### CEREZA DE PEPENA,

Es el fruto cereza cuyos frutos se encuentran en diverso estado de maduración. Para efectos de recepción, la proporción de frutos verdes o de maduración incompleta no excederán del 20%. En el caso de los frutos secos no excederán el 10%.

#### CEREZA VERDE.

Son los frutos del cafeto en donde la proporción de granos verdes o de maduración incompleta es superior al 20%. Para efectos de recepción se aceptan frutos secos en cualquier cantidad.

Las cinco clasificaciones anteriores no deberán acompañarse de palos, hojas o materias extrañas ni de frutos fermentados. Se recibirán dentro de un plazo no mayor a las 24 hrs. siguientes a su recolección.

#### CEREZA DEFECTUOSA.

Comprende los frutos del cafeto de madurez variable, admitiéndose en cualquier proporción secos, fermentados y en alguna forma dañados o contaminados por negligencia. Con una razonable proporción de palos, -- hojas o materias extrañas. Se permite el exceso de humedad adquirida -- por razones naturales o artificiales para aumentar el peso.

Las siguientes cuatro clasificaciones de café pergamino comprenden los cafés en pergamino de la cosecha en curso, bien beneficiados, secos

a punto de trillar, libre de hojas, palos y materias extrañas. Sin --  
fermento o cualquier tipo de daño, con un contenido de humedad no in-  
ferior al 11% ni superior al 12%. Al desprenderse la cáscara, el gra  
no debe presentar un color verde uniforme.

#### PERGAMINO DE PRIMERA.

En un quintal no se permite más de un 3% de granos defectuosos --  
tales como son los negros, vanos, verdes, manchados, pelados y quebra-  
dos. La merma que ocurre durante la transformación a café oro no ha de  
exceder del 18% del peso en pergamino.

#### PERGAMINO DE SEGUNDA.

En un quintal no se permite más de un 10% de granos defectuosos. -  
La merma no ha de exceder de 20%.

#### PERGAMINO DE TERCERA.

En un quintal no se permite más de un 15% de granos defectuosos. -  
La merma no ha de exceder de 23%.

#### PERGAMINO DE CUARTA.

En un quintal no se permite más de un 20% de granos defectuosos.-  
la merma no ha de exceder de 25%.

a punto de trillar, libre de hojas, palos y materias extrañas. Sin -- fermento o cualquier tipo de daño, con un contenido de humedad no inferior al 11% ni superior al 12%. Al desprenderse la cáscara, el gr no debe presentar un color verde uniforme.

#### PERGAMINO DE PRIMERA.

En un quintal no se permite más de un 3% de granos defectuosos -- tales como son los negros, vanos, verdes, manchados, pelados y quebrados. La merma que ocurre durante la transformación a café oro no ha de exceder del 18% del peso en pergamino.

#### PERGAMINO DE SEGUNDA.

En un quintal no se permite más de un 10% de granos defectuosos. - La merma no ha de exceder de 20%.

#### PERGAMINO DE TERCERA.

En un quintal no se permite más de un 15% de granos defectuosos. - La merma no ha de exceder de 23%.

#### PERGAMINO DE CUARTA.

En un quintal no se permite más de un 20% de granos defectuosos. - la merma no ha de exceder de 25%.

#### **PERGAMINO DEFECTUOSO.**

Comprende los cafés en pergamino de la cosecha en curso que no pueden considerarse como sanos y limpios debido a una deficiente preparación, con falta de exceso de humedad, con daños o contaminaciones notorias y un porcentaje alto de granos defectuosos.

#### **CEREZO SECO.**

Son los frutos maduros del cafeto de cualquier variedad, que sin haber sido despulpado fueron sometidos a proceso de secamiento. El contenido de humedad no debe ser menor del 6% ni mayor del 10% permitiéndose hasta 1% de hojas, palos o materias extrañas. La merma que ocurre durante la trilla no ha de exceder de 45% del peso en cerezo seco y no será mayor de 2% la proporción de granos vanos o manchados. En la taza el sabor estará libre de daños como moho, tierra y fermento.

#### **CEREZO SECO DEFECTUOSO.**

Son los frutos del cafeto recolectados a mano directamente del arbusto o del suelo cuando han caído verdes, secos o maduros, y que fueron secados sin despulpar. Será irregular el contenido de humedad y la proporción de materias extrañas. En la taza el sabor estará completamente dañado.

#### ORO NATURAL DE PRIMERA.

Es el producto trillado proveniente de los frutos maduros del -- cafeto que sin haber sido despulpado fueron sometidos a procesamiento. El contenido de humedad no será inferior al 11% ni superior al 12% no -- admitiéndose más de 1% de granos defectuosos como manchados, verdes, -- vanos, blanqueados o quebrados. No es admisible la presencia de granos, machos, hojas palos o materias extrañas. El aspecto del grano se caracte -- riza por su color verde seco con tonalidades rojizas, amarillentas o terrosas. En la taza el sabor será áspero y ordinario, típico de estos -- cafés, pero libres de daños. En el tostado no debe resaltar más de 2% -- de granos vanos

#### ORO NATURAL.

Es el producto trillado proveniente de los frutos maduros del ca -- feto que sin haber sido despulpados fueron sometidos a un proceso seco. El contenido de humedad no será inferior al 9% ni superior al 13% no -- admitiéndose más de 4% de granos defectuosos como manchados, verdes, va -- nos, blanqueados o quebrados. Se permite hasta 2% de granos negros pero no hojas, palos o materias extrañas. El aspecto del grano se caracte -- riza por un color verde seco con tonalidades rojizas, amarillentas o te -- rrosas.

En la taza el sabor será áspero y típico de estos cafés, permitiéndose un gusto a miel, tierra y moho siempre y cuando no sea totalmente declarado al tostarse, no debe superar de 4% la presencia de granos vanos.

Para efectos de los cálculos de rendimientos en el procesamiento del café, un quintal equivalente a 46 kgs. de Café Oro (Verde) y para obtener un quintal de Café Oro se requieren alrededor de 245 Kgs. de -  
Café Cereza.

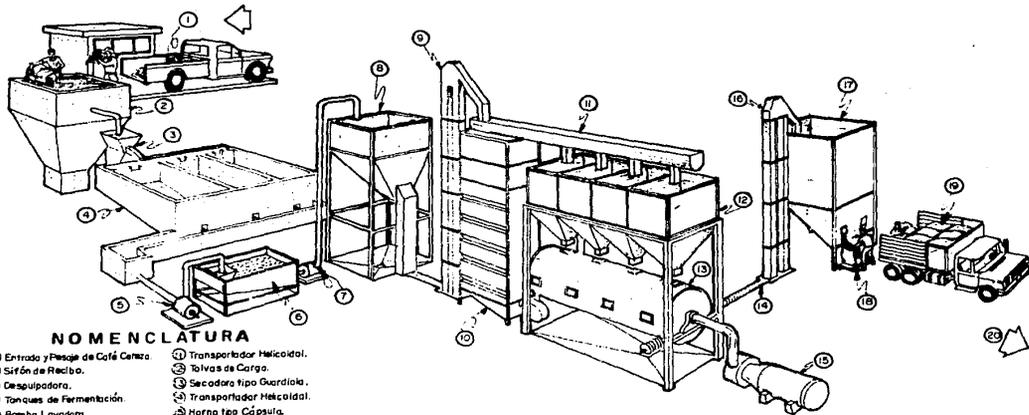
### 2.3.- BENEFICIADO DE CAFE.

Beneficiado es el proceso al cual se somete al café Cereza para convertirlo en un producto que permita su conservación y almacenamiento o bien dejarlo en condiciones de ser torrefactado.

En México el proceso de beneficiado del café se clasifica en beneficiado Húmedo y Beneficiado Seco. El Beneficiado Húmedo es el proceso mediante el cual el café Cereza pasa a café Pergamino.

El beneficiado Seco es el proceso por el cual el café Pergamino pasa a café Oro (café Lavados). También al proceso de transformación de café Cereza a café Capulín y de éste a café Oro (café Naturales) se le llama Beneficiado Seco.

fig.4 proceso del beneficio húmedo del caté



**NOMENCLATURA**

- |                                   |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|
| ① Entrada y Pesaje de Café Verde. | ⑩ Transportador Helicoidal.  |
| ② Sifón de Recibo.                | ⑪ Tolvas de Carga.           |
| ③ Despulperadora.                 | ⑫ Secadora tipo Guardiola.   |
| ④ Tanques de Fermentación.        | ⑬ Transportador Helicoidal.  |
| ⑤ Bamba Lavadora.                 | ⑭ Horno tipo Cápsula.        |
| ⑥ Zaranda Lavadora.               | ⑮ Elevador de Conglutinados. |
| ⑦ Bamba Transportadora.           | ⑯ Tolva de Reposo.           |
| ⑧ Tolva de Escuerta.              | ⑰ Ensacado y Pesaje.         |
| ⑨ Elevador de Conglutinados.      | ⑱ Salida de Pargaminos.      |
| ⑲ Oreadora tipo Cascada.          | ⑳ Al Beneficio Seco.         |

diagrama de flujo

### 2.3.1.- BENEFICIADO DEL CAFE POR VIA HUMEDA.

1.- Recepción y pesado del café Cereza; la finalidad de este primer paso es controlar las entradas del café a beneficiarse y homogenizar el café para obtener mejores calidades y rendimientos.

El proceso se inicia con el recibo de café Cereza en el beneficio antes de un término superior a las 24 horas de haber sido cortado. Es deseable que el café que ingrese al proceso de beneficiado húmedo se encuentre en estado óptimo de madurez.

La recepción es controlada a través de básculas (de piso o móviles) que deben de estar bien ajustadas (niveladas), ya que de aquí depende -- que los kilogramos sean los correctos que entran en proceso.

Es a través de este proceso que se obtienen los llamados café Lavados de tipo suave, los cuales reúnen los requisitos de exportación.(15)

2.- Depósito del café en sifones: Ya efectuada la recepción y el pesado, se canaliza el café a los sifones o tanques receptores, en los cuales se separan por flotación los café verdes y vanos que hayan estado - mezclados con el café maduro, al igual que otros objetos de poco peso como hojas, ramas y otros.

El café Cereza se precipita al fondo del tanque, de donde sale por un conducto del sifón hacia otros conductos que lo llevan a las despulpadoras. Es preferible que estos conductos sean abiertos para tener visibilidad en la corriente del café y tener la oportunidad de retirar -- objetos extraños que se hubiesen pasado de los sifones. Los flotes por-decantación se conducen mediante canales a otros depósitos para ser procesados separadamente del café cereza maduro.

Para realizar esta parte del proceso en condiciones óptimas, se requiere de agua suficiente para alimentar constantemente el sifón, así - como las despulpadoras y los canales conductores de café cereza, los canales que conducen al café despulpado hacia los tanques de fermentación y la pulpa en el canal correspondiente.(15)

3.- Despulpado.- Consiste en separar la cáscara (epicarpio) y parte de las mieles (mesocarpio) que envuelve el grano del café. Esta parte del fruto se denomina "pulpa" y una vez desprendida de los granos es desalojada a través de un ducto y depositada en un lugar aparte.

El despulpado se realiza en máquinas llamadas despulpadoras o pulperos, y son de disco y de cilindro, sean de uno u otro tipo, las despulpadoras deben estar debidamente ajustadas al tamaño de la cereza, ya que de no ser así se pasan frutos sin despulpar (pequeños) y se trituran los grandes. Es deseable cuando esto es posible clasificar, a tra--

vés de cribas, el tamaño de las cerezas previamente a la operación de -  
despulpado. (15)

4.- **Fermentado.**- El café ya sin pulpa, se deposita en tanques donde se realiza el proceso bioquímico que permite que se desprendan del pergamino del café las substancias mucilaginosas y gomosas (pectinas). (15)

Este proceso tiene por objetivo principal eliminar el mesocarpio -- (mucílago) que es insoluble al agua del grano de café. La fermentación - dura entre 24 y 30 horas (en promedio) ya que depende de factores tales - como:

- a) La temperatura que oscila usualmente entre los 25 y 35°C. (19)
- b) La composición química del agua usada si contiene cal, ejercerá una influencia favorable sobre la transformación de ácido pectínico en pectato de calcio. Si al contrario, esta agua contiene magnesia o bien, si tiene una reacción ácida entorpecen la acción-- de las diastasas, y esto se traduce por atraso en el tiempo en - el tiempo en que el café queda en las pilas de fermentación. Si - el agua contiene trasas de cloro puede inhibir la acción de los fer - mentos microbianos. Si contiene trasas de amoníaco se iniciará una fermentación amoniacal que vendrá a sumarse a las fermentaciones microbianas; esta fermentación tendrá una influencia muy nociva - sobre la calidad del café al ser apreciado en la taza. En fin - si el agua empleada para despulpar el café se halla recargada -

de materias orgánicas en vías de descomposición, esta agua --llevará a los tanques una gran cantidad de gérmenes susceptibles de dar origen, desde un principio, a la fermentación butírica, cuya influencia nociva sobre la calidad del café será muy notoria. En muchos casos los cafés clasificados como "cafés fermentados" no tiene otro origen que al haber sido des-pulpados con agua recargada de materias orgánicas. (19)

c) Estado de madurez de las cerezas. (19)

d) Volumen de la masa del café.

Para que los fenómenos de fermentación diastásica y microbiana sean lo más uniformes posibles, un volumen pequeño presentará demasiada superficie a la luz, a los agentes externos, y serán muchas las variaciones de temperatura con detrimento de la uniformidad de las fermentaciones, el volumen de café de un tanque no debe ser exagerado por que al principio las fermentaciones microbianas son anaeróbicas. En una masa de café muy grande se dificulta la penetración del oxígeno y esto ocasiona la prolongación de las fermentaciones anaerobias (butírica y putridas) produciendo ácidos grasos volátiles tales como los ácidos fórmico, propiónico, butírico y valérico. (19)

e) Tiempo transcurrido entre el corte y el despulpe.

Cuando transcurren muchas horas entre el corte y el despulpe, los primeros fenómenos de fermentación microbiana se inician-

en las cerezas ensacadas o amontonadas y la multiplicación de los microorganismos es, a veces, tan rápida que las cerezas se cubren de moho. La consecuencia de este atraso en el despulpe es que debido a un exceso de microorganismos (Bacterias, Hongos y Levaduras) tales como Leuconostoc mesenteroides, Lactobacillus plantarum, - Lactobacillus brevis, Aspergillus niger, Oidium y Mucor, se observa mucha irregularidad en la manera de presentarse, tanto que en este caso, no es raro observar en los tanques el desarrollo simultáneo de las varias fases de la fermentación microbiana: alcohólica, - láctica, acética y butírica.

La fermentación butírica se presenta desde un principio en los - tanques cuando se despulpan las cerezas, que por haber sido amon- tonadas por varias horas llegan a formar una masa compacta y en - crecida donde no penetra el oxígeno y donde por lo tanto, tiende a tomar incremento esta fase para ser una fermentación anaerobia. (5, 19)

f) Ubicación de los tanques de fermentación. (19)

g) La operación de despulpe.

Las fermentaciones que hacen que el mesocarpio sea soluble al agua son: degradación de la pectina efectuada por enzimas pectolíticas presentes en el mismo fruto, y la fermentación alcohólica que son sustituidas por fermentaciones lácticas.

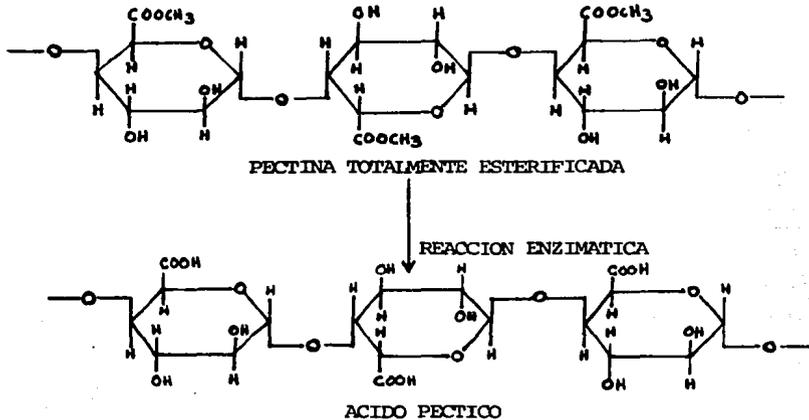
Una medida empírica para comprobar que el café ha alcanzado su límite de fermentación adecuado, es cuando el café "corta baba". Se debe tomar muestras de diferentes partes de la superficie de la pila y a distintas profundidades, y si al frotarlos en el agua de un recipiente entre ambas manos producen un sonido parecido a piedrecillas de río, a la vez que la substancia gomosa se desprende fácilmente, el café está en su punto adecuado de fermentación y debe pasarse a la siguiente etapa del proceso.

Se recomienda, para que el grano conserve su calidad, sacarlo del tanque con agua antes del tiempo normal, no excederse del tiempo en la fermentación y de cambiar el agua de los tanques periódicamente de 3 a 4 veces, no más de 4 ó 5 horas cada vez; si se tiene la necesidad de dejar el café dentro de los tanques o sifones. (15)

#### Fases de la separación del mucílago

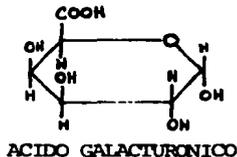
1.- El ataque de las enzimas naturales es ejercido principalmente sobre la pectina (pectina esterasa), la que es degradada a ácido pectínico, perdiendo su propiedad gelificante. Esto ocasiona que el mucílago sea removido fácilmente mediante un lavado con agua.

FIGURA No. 5  
DEGRADACION DE LA PECTINA.



Si el ataque enzimático se prolonga y si existe pectinasa en las -  
substancias enzimáticas presentes, la degradación continuará hasta  
convertir los materiales pécticos en ácido galacturónico.

FIGURA No.6



Si la fermentación se prolonga aún más y si existen los microorga -  
nismos necesarios para ello, los residuos galacturónicos serán de -  
gradados a residuos alcohólicos y finalmente a ácidos orgánicos de-  
bajo peso molecular.

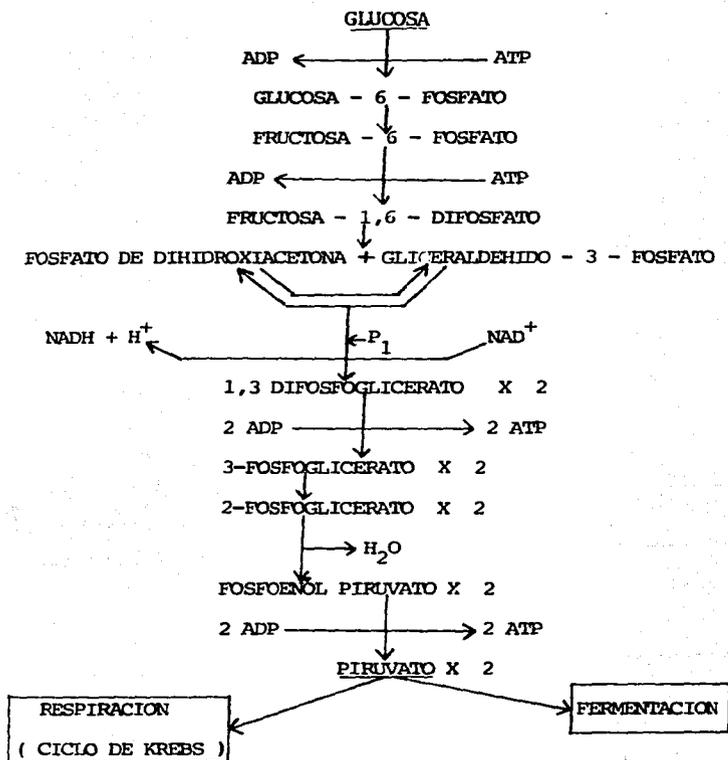
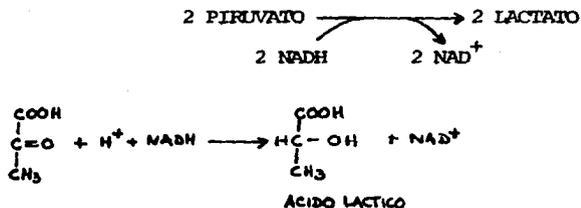


Figura No.7 DEGRADACION DE LOS AZUCARES A TRAVES DE LA GLUCOLISIS (2,3)

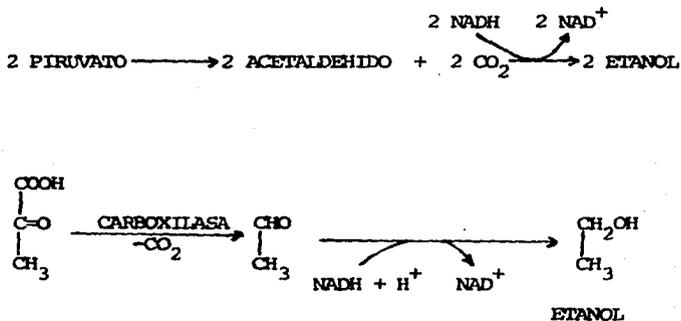
FIGURA No.8  
FERMENTACION (ANAEROBIOSIS):

Fermentación Láctica.



La reducción del ácido Láctico produce el ácido propiónico. (3)

Figura No.9  
Fermentación alcohólica.



La oxidación del etanol produce el ácido acético. (3)

FIGURA No.10

Desanimación reductiva (Anaerobiosis).



Producción de ácidos grasos volátiles tales como ácido fórmico, -acético, propiónico, butírico y valérico.(3)

5.- Lavado.- Inmediatamente después de haber concluido la fermentación se procede a lavar el café para separar el mucílago (mesocarpio) de los granos del café y evitar que este se contamine por residuos de -mucílago y/o por suciedades provenientes de los tanques de fermentación.

Para lavar el café se requiere de suficiente agua (aproximadamente 400 a 500 litros/Qq. y que esté limpia de olores y sabores desagradables ya que el café los absorbe fácilmente y baja su calidad al contaminarse.

El lavado cuando carece de bomba lavadora puede realizarse en el mismo tanque de fermentación, en tanques lavadores y o en canales de --correteo ( canales de flotación).

El denominador común para efectuar un buen lavado del café es ---agua abundante y limpia.(15)

El siguiente paso se denomina escurrido.

6.- **Escurredo.**- El propósito es eliminar al café, la mayor cantidad posible de agua sin utilizar combustible, dejándole un contenido de humedad del orden de 64%.

Este procedimiento se puede realizar de dos maneras una por el escurrimiento del agua debido a la acción de la gravedad al ser colocado el café en tolvas metálicas de forma cónica o piramidal invertida. La otra manera es colocar el café en montículos en las partes más bajas de los patios, asoleaderos o plantillas (son preferibles lugares con desnivel para favorecer el escurrimiento). (15)

7.- **Oreado.**- Este paso consiste en reducir el contenido de humedad del café alrededor de un 54.5% con el fin de dejarlo en un grado de humedad que facilite el secado final; esta operación se realiza por medio de máquinas oreadoras que trabajan a una temperatura de entre 60 y 70° C durante aproximadamente cuatro a seis horas, otra manera es extendiendo el café en los patios, asoleaderos o plantillas. (15)

8.- Secado.- El propósito del secado es dejar de 11 a 12% de humedad en el grano, para así poder almacenarlo sin que éste sufra daños y tenerlo listo para el beneficiado seco.(15)

En esta etapa el grano de café requiere de cuidado especial, las máquinas secadoras deberán trabajar a temperaturas promedios de 60 a 70°centígrados, si se llegara a exceder el secado, ese café queda fogueado tendiendo a tueste. Este sobresecado va a tener consecuencias detectables tanto visual como en el sabor de la taza, esto no quiere decir que el grano sufrió un daño, puesto que el proceso que se llevó fue el adecuado; físicamente esta falla se va a detectar en el momento del tostado, ya que estos granos adquirirán una coloración más clara porque pierden aceites y expresión de acidez; en cuanto al sabor se identifica por que pierde fuerza lo que origina una taza insípida.- Para efectos de exportación esto es grave, por que va a afectar la calidad y la presentación, que es la base de los compradores para castigar la partida (valor).

Una vez que el café ha alcanzado su punto de secado, se deposita en una tolva o en el piso cubriendo con costales, lonas o polietileno para que se uniforme en su humedad en relación con la temperatura ambiente, si se carece de espacio, puede encostarse inmediatamente y estibarse.

Desde el inicio del proceso húmedo se debe tener especial cuidado en el aseo de las instalaciones; no dejar granos de café pegados en los tanques de fermentación, en las despulpadoras o en las secadoras, esos granos al día siguiente ya están dañados y al estar revolviéndolos con el café nuevo que se reciba en cualquiera de las etapas del proceso lo va ha afectar.

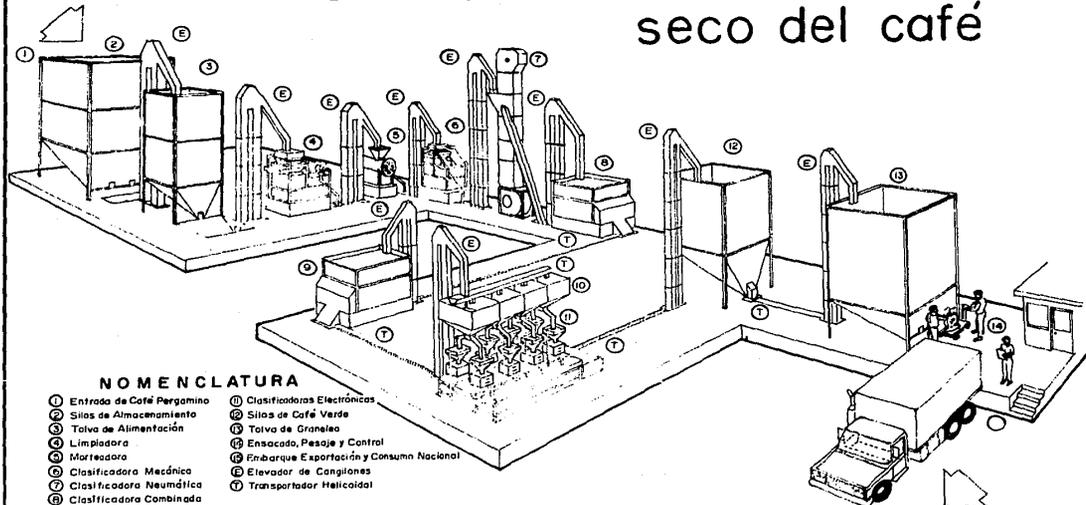
Si el café se dejó en tolvas o en piso, después de varios días se encostala pesandose cada saco, se cosen y se estiban en el almacén. La humedad del café en esta etapa debe ser de entre 11 y 12 por ciento, en este paso termina el beneficiado húmedo del café.

El café pergamino se puede almacenar hasta 6 meses sin ningún riesgo cuando el clima es seco, en climas húmedos hasta 2 meses. Cuando es necesario almacenar el café por más tiempo, puede conservarse hasta 10 meses, teniendo algunos cuidados adicionales, que por lo general consisten en cambiar de lugar las estibas, y procurar una ventilación adecuada en el almacén.

Cuando el paso del tiempo el café absorbe mayor humedad del 12% -- deberá disminuirse ésta recalentándolo, antes de pasar al proceso de beneficiado seco. Asimismo, cuando pierde humedad deberá aumentársele -- hasta el 12% para evitar que las máquinas rompan el grano.

Actualmente, lo más común es que el café se pase inmediatamente del beneficiado húmedo al seco, sin almacenaje, siempre a una humedad - entre el 11 y 12 por ciento.(15)

fig. 11 proceso del beneficio seco del café



**NOMENCLATURA**

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| ① Entrada de Café Pergamino | ⑩ Clasificadoras Electrónicas             |
| ② Silos de Almacenamiento   | ⑪ Silos de Café Verde                     |
| ③ Tapa de Alimentación      | ⑫ Tapa de Graneleo                        |
| ④ Limpiadora                | ⑬ Ensamado, Pesaje y Control              |
| ⑤ Moteador                  | ⑭ Embarque Exportación y Consumo Nacional |
| ⑥ Clasificadora Mecánica    | ⑮ Elevador de Cangilones                  |
| ⑦ Clasificadora Neumática   | ⑯ Transportador Helicoidal                |
| ⑧ Clasificadora Combinada   |   |
| ⑨ Clasificadora de Reposo   |   |
| ⑰ Tolvas Alimentadoras      |   |

diagrama de flujo

### 2.3.2.- BENEFICIADO DEL CAFE POR VIA SECA. (15)

1.- Recepción y Pesado. El café pergamino y capulfn que ingresa a un beneficio seco, se pesa, se verifica su contenido de humedad y se calcula la cantidad de impurezas que contiene, realizándose un registro para su control por partidas o lotes, para conocer posteriormente los rendimientos de transformación de dicho café al convertirse en café lavado natural respectivamente.

Para realizar dichas operaciones, se inspeccionan los sacos por medio de muestreo.

2.- Separación de Impurezas (limpieza): La limpieza es para obtener café pergamino limpio para ser procesado en las instalaciones del beneficio seco y separar el café capulfn (bola) con el fin de obtener - café exportación y consumo nacional respectivamente.

Esta limpieza consiste en separar objetos extraños que están mezclados con el café, como clavos, alambres, tuercas, tornillos, basuras, tierra, hilazas, palitos y cáscaras.

Los objetos metálicos se extraen colocando una rejilla "electromantada" entre la tolva de recibo y el elevador alimentador del tren seco. Los otros objetos se separan con una máquina de zaranda llamada-

comunmente "capulínera" o clasificadora de café pergamino,

3.- Morteado.- Este paso consiste en separar de los granos los -  
caparazones o cascarillas que los envuelve (trillado o descascarado). -  
Existen dos sistemas de morteado; por desgarramiento y por fricción.

El primero es el más utilizado; se realiza con máquinas denominadas  
"morteadoras". Este sistema se aplica indistintamente en café per-  
gamino y café bola, (en el último caso, se utiliza en la parte baja --  
de la morteadora cóncavos de malla de alambre).

El sistema de fricción se utiliza para mortear cafés pergaminos.  
Las máquinas tienen la ventaja de pulir el café oro resultante. En es-  
te paso se obtienen: café oro sin clasificar del pergamino y café oro  
natural sin clasificar del capulín.

La pajilla o cascarilla que se quita del grano puede usarse como  
combustible en hornos y calderas, de no ser así, se desecha o se inci-  
nera.

4.- Clasificación y Desmanche.- Mediante esta operación se sepa-  
ra el café atendiendo a su tamaño, forma, peso y color.

**Tamaño y Forma.-** Las máquinas que efectúan esta operación se denominan "Clasificadoras".

En este paso separa el café en : Planchuela y Capulín.

**Planchuela.-** En tamaños superior 1a., 2a. y 3a.; caracol en tamaños de 1a. y 2a., son transportados a la etapa siguiente de clasificación (por peso) para obtener café calidad exportación y consumo nacional.

**Capulín.-** Granos defectuosos (elefantes o burras, triángulos y conchas), granos rotos (granza). El café capulín que se pasa sin mortear se regresa a esta operación y una vez morteadado, se destina al mercado nacional. También se separa la tierra y basuras, que se eliminan por una de las salidas de la clasificadora.

**Peso.-** Entran en esta operación los cafés planchuela y caracol en sus diferentes tamaños. El café se introduce en máquinas neumáticas -- "catadoras" a la cual se le inyecta aire por ductos, donde el grano -- pasa separando por una parte el café de 1a., por otra parte el de 2a., así como por otro ducto basuras y granos de poco peso; estos últimos -- en su mayoría están manchados y se mezclan con el café consumo nacional.

Luego el café que fue clasificado como de 1a., pasa a las máquinas "densimétricas" donde nuevamente se realiza la clasificación del --

café en 1a., 2a. y basuras, estas máquinas operan por medio de zarandas e inyección de aire, en esta operación se realiza una clasificación más precisa que las catadoras.

**Color o Desmanche.**- La clasificación se realiza por medio de máquinas electrónicas, cromáticas o de blanco y negro.

Estas máquinas eliminan (separan) los granos con coloraciones blancas, negras o rojas, ya que estas no corresponden al color del café sano (verde). También se eliminan los granos con alguna mancha de clasificación también se realiza en forma manual, aunque es cada vez menos usual.

Los granos separados (defectuosos) por estas máquinas constituyen el café desmanche, mismo que se destina al mercado nacional.

**5.- Pulido del Café Oro.**- Esta operación tiene el fin de mejorar la presentación del café de exportación. El pulido consiste en dar brillantes al grano. Esta operación sólo se realiza cuando:

- 1) Se especifica en el contrato compra-venta del café.
- 2) El grano presenta mal aspecto por tener fuertemente adherido la "película plateada" (espermodermo).
- 3) Se requiere uniformar el color del grano porque los pergaminos hayan sido rehidratados por haber sufrido resecamiento.

6.- Graneleo.- La finalidad es preparar café de calidad y marcas determinadas, de acuerdo a especificaciones del cliente, para exportación y para el consumo nacional o bien para la homogenización del producto.

En el caso del café de exportación se mezcla café limpio, sano - de diferentes tamaños y formas, para formar lotes a exportar. Los cafés de distintas formas y tamaños que no reúnen las características para -- ser exportados son los que forman los lotes para el consumo nacional.

7.- El café Granelado.- El café ya granelado se envasa en costales de henequen o yute con el sello de la calidad o marca correspondiente. El peso neto de café por costal es de 69 Kgs. (el costal pesa 1 Kg.), este peso equivale a quintal y medio de café Oro escogido.

8.- Taxeo.- Después del envasado se efectúa la acción del "taxeo" que consiste en mover los sacos dentro del almacén por medio de diablos (carretillas), montacargas, bazucas y/o transportadores de banda o de pulso.

9.- Estibado.- Por último, en los almacenes o bodegas se acomodan (estiban) los sacos de café unos sobre otros en forma alternada o cruzada para que "amarren" debidamente formando lotes (estibas) de 500 sacos. Es deseable que estos no se coloquen directamente en el suelo, sino so-

bre unas tarimas de rejillas que permitan la entrada de aire por la --  
parte inferior.

### 3.- CONTROL DE CALIDAD.

#### 3.1.- CONTROL DE CALIDAD.

Cualquier proceso de fabricación aunque sea muy bueno, se caracteriza por un cierto grado de variabilidad que es de una naturaleza aleatoria y que no se puede eliminar completamente.

Cuando la variabilidad presente en un proceso de producción esta limitada a la variación aleatoria, se dice que el proceso esta bajo control estadístico. Tal estado se consigue buscando y eliminando todas las causas que originan variaciones de otra clase, variaciones atribuibles, que pueden deberse a operarios poco entrenados, materias primas de baja calidad, ajustes indebidos de las máquinas, partes usadas y otros.

Como los procesos de fabricación rara vez se encuentran libres de este tipo de problemas, es importante tener algún método sistemático de detectar las desviaciones notables de un estado de control estadístico cuando estas se presenten, o si es posible antes. Es principalmente para este fin que se emplean las gráficas de control.

En este trabajo se desea comprobar que el procesamiento de café en un beneficio (planta de procesamiento), está bajo control con base a los procedimientos estadísticos que más se adecuen a las características de este producto.

En el caso del café las características que se evalúan no están -  
definidas por una medida real, sino por una serie de atributos los cua  
les son:

a) En el café en grano el aspecto físico tanto en verde como en  
tostado.

a.1.- Color: varía de acuerdo a la región y altura donde se -  
cultiva el grano. Tratándose de cafés lavados, los de --  
zonas altas al ser bien beneficiados producen granos de  
color verde azulado, mientras que los de altura mediana  
presentan tonalidades verde claro.

En el café tostado se reconocen las siguientes clases de torrefacción;  
ligero, mediano, oscuro, italiano y francés. Estas clases de torrefac-  
ción varían en el matiz del color y además cada una produce un sabor -  
o gusto diferente.

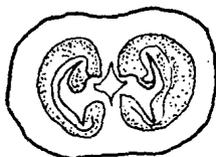
a.2.- Tamaño: La dimensión del grano se condiciona a la varie-  
dad; en México se produce la especie *Coffea Arábica* y -  
en mucho menos escala la "Bourbón", "Maragogype" y "Plu-  
ma Hidalgo". Hay algo de *Coffea Canephora* en su varie-  
dad "Robusta"

La "Maragogype" destaca por su tamaño grande y alargado.

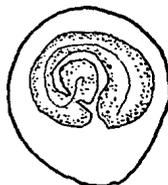
La "Typica" por su tamaño mediano.

La "Bourbon" por el tamaño pequeño y redondeado en los -  
extremos.

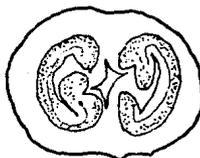
FIG. 12 FORMA  
 POSICION NORMAL  
 Y  
 ANOMALIAS DEL FRUTO DEL CAFETO ( CEREZA )



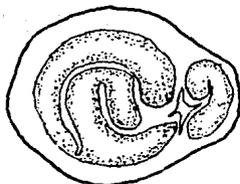
POSICION ANORMAL SIMETRICA



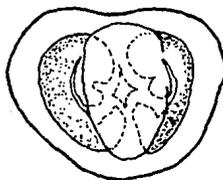
CAFE CARACOL



PL ANCHUELA  
 POSICION ANORMAL



CAFE BURRA O ELEFANTE  
 ( EL COTILEDO PEQUEÑO DE LOS CAFES CONCHAS )



CAFE TRIANGULO  
 ( TRES OVULOS EN EL FRUTO )

El tamaño del grano de café se mide en cribas con medidas dadas - en sesenta y cuatrecientos de pulgada ( $1/64''$  es igual a 0.3968 mm.), con perforaciones redondas o bien alargadas. En el primer caso es el ancho del grano el que determina su paso por la perforación y en el segundo, es el largo el que lo determina. Para las cribas con perforaciones redondas el grano retenido sobre los números que van del 18 al 20 puede considerarse como grande, del 15 al 17 mediano y del 12 al 14 pequeño; las cribas con números inferiores se usan para la clasificación del "caracol" y bajan hasta el número 8 de esta serie; estas últimas tienen perforaciones alargadas con 19 mm. ( $3/4''$ ). (17)

a.3.- Forma: Para efectos del mercado la forma del grano es planoconvexa o chata la cual se considera como la forma normal de allí que los caracoles y triángulos, se consideran como defectos, aunque si están sanos producen una bebida normal. -- Entre los granos de forma normal pueden distinguirse, granos cortos y largos entre los primeros están los de las variedades Bourbon y entre los últimos los de las variedades Marago y Típica. (17)

b) Las cualidades de la bebida las evalúa el catador al oler y sorber la infusión. Entre las cualidades que se evalúan, las básicas son las siguientes:

- b.1.- Aroma: Esta es la primera cualidad que el catador percibe en la taza. El aroma está dado por los compuestos volátiles del café que generalmente se acentúa después que se muele el grano recién tostado y el cual deja una grata sensación al olfato. El aroma es el principal atractivo del café, las diversas calidades tienen sus respectivos aromas de distinción.
- b.2.- Cuerpo: Consistencia de la bebida, cualidad que está relacionada con los compuestos solubles de la infusión. De acuerdo a la densidad que se percibe en la taza, se clasifica en: taza sin cuerpo, taza con poco cuerpo, taza con cuerpo regular, taza con cuerpo regular a bueno, taza rica en cuerpo y taza con mucho cuerpo.
- b.3.- Suave: Taza con sabor limpio y de buen gusto, infusión sin carácter agresivo, donde las notas de sabor presente se mezclan de manera equilibrada.
- b.4.- Acidez: Característica normal de los cafés Arábica especialmente los cultivados a gran altitud.  
El término usado para describir una característica deseable del café, se dice tener sabor ácido cuando es placentero al paladar o sea lo contrario de agrio o fermentado. Denota un gusto atrayente y perdurable.

b.5.- Amargo: Característica normal de los cafés, debida a su constitución química, influenciada por su grado de torrefacción y la manera de preparar la bebida. (17)

Las características que no cumplen con las mencionadas para un grano de café de buena calidad se les denomina defectos. Generalmente, el establecimiento de la calidad se hace por tipos y por las características de éstos. La clasificación por tipos admite varios patrones representados por muestras de igual peso. A los tipos se llega por el número de granos imperfectos o impurezas contenidas en la muestra, o sea, el número de defectos. Los defectos del café se dividen en dos características; defectos intrínsecos y defectos extrínsecos y se consideran una vez que se ha obtenido el café Oro escogido. (19)

Los defectos intrínsecos son originados por los granos que se presentan alterados por la imperfecta aplicación de procesos agrícolas o industriales o por el daño causado por enfermedades. Los defectos extrínsecos son los que resultan de la presencia de materias extrañas confundidas con los granos del café. (19)

#### Defectos intrínsecos en el grano:

- 1.- Pergamino.- Grano que no fue trillado y aparece con la cutícula protectora.
- 2.- Flotes.- Frutos verdes o vanos y helados que flotan en el tanque o sifón.

- 3.- Cáscara.- Cutícula que se separa del grano en el proceso de trillado.
- 4.- Cerezo.- Fruto seco de tamaño reducido que pasa por cribas sin haber sido despulpado previamente.
- 5.- Conchas.- Al crecer anormalmente uno de los cotiledones del fruto se incrusta en el otro, obligándolo a tomar un tamaño reducido en forma de una concha.
- 6.- Quebrados.- Granos rotos durante el proceso de trillado.
- 7.- Negros.- Son granos con coloración que va del pardo al negro, generalmente de tamaño muy inferior al normal y con la cara plana hundida y la hendidura muy abierta, -- los cuales provienen de frutos no desarrollados debido al ataque de enfermedades fungosas.

Proceden de los flotes que se deben separar del tanque receptor o sifón del beneficio húmedo, esta separación se logra bastante bien si se descarga el café maduro, regado y no de golpe sobre un tanque lleno de agua y con las dimensiones adecuadas. Aparecen también cuando no se desnata adecuadamente en el canal de correteo o durante la operación de lavado.

También resultan granos negros por ciertas deficiencias nutricionales de la planta, pero en este caso los granos son de mayor tamaño y --

densidad y se distinguen claramente durante la operación de lavado. - Hay otras causas; como las heladas, mal procesamiento, etc.

8.- Agrio.- Grano en proceso de descomposición.

**Defectos intrínsecos en la bebida:**

- 1.- Grasoso.- Taza con sabor a grasa. Sucede cuando el café se ha tostado en exceso o que su tueste es irregular.
- 2.- Rancio.- Taza con sabor y olor poco grato a "queso" debido a la presencia de ácidos de cadena corta (butírico), esto es originado por no lavar a tiempo una partida de café.
- 3.- Neutro.- Taza con sabor neutro, insípido.
- 4.- Fuerte.- Taza con gusto áspero y fuerte. Sabor irritante y desagradable, lo producen los granos cuyo beneficiado no ha sido adecuado.
- 5.- Río.- Taza con sabor a río, sabor agrio y pesado (característica de los granos producidos en el Distrito del Río Brasil). Proviene del fruto reventado y caído al suelo a causa de la lluvia y que ahí se sobrefermentó.
- 6.- Mohoso.- Taza con sabor a moho, Defecto grave, se presenta cuando llueve sobre el grano extendido en los patios de secado o en el café almacenado a medio secar, esto debido al ataque de hongos por enzimas pectolíticas produciendo ácidos pécticos.

- 7.- Terroso.- Taza con sabor a tierra húmeda. Defecto grave proviene de un lavado defectuoso, combinado con el almacenamiento "precipitado" del café que no ha sido secado convenientemente. Este sabor es frecuente en los cafés - no lavados.
- 8.- Madera.- Taza con sabor a madera característica de los cafés añejos. Es el resultado natural del envejecimiento del grano cuando el café a perdido el color y se encuentra totalmente blanqueado, se define más este sabor, conocido también como cosecha vieja.
- 9.- Agrio.- Taza con sabor agrio.- El sabor y olor característicos se presentan en las partidas mal lavadas. También en partidas sobrecalentadas en las secadoras.
- 10.- Ceboloso.- Taza con sabor a cebolla dado por el ácido propionico. Es una variación del sabor a fermento. El lavado irregular origina este sabor.
- 11.- Fermento.- Cambio químico causado por levaduras y enzimas en el café crudo. Tiene como origen un mal proceso de -- fermentación, los granos sobrefermentados u de otra fermentación inconveniente que producen este defecto, se presentan desde la captación de los tanques sifones, hasta - la obtención del pergamino seco.

Defectos extrínsecos.

- 1.- Piedras
- 2.- Terrones
- 3.- Palos
- 4.- Otras materias extrañas.

Aparte de las determinaciones antes mencionadas, también se realizan pruebas para determinar el % de humedad que contiene el grano de café Oro, el cual no debe ser mayor de 12% ya que de no ser así, el grano sería susceptible de ser atacado por hongos u otros microorganismos.

Otras pruebas que se realizan sólo cuando se sospecha que hay contaminaciones, son las microbiológicas. Principalmente para determinar la presencia de Escherichia coli, Salmonella y Shigella. También, en estos casos se realizan análisis para ver si hay aflatoxinas.

### 3.2.- MUESTREO;

El objetivo del muestreo es obtener datos sobre una población de la que se extrae una muestra representativa, en el caso de los granos de café nos va ha permitir determinar las características que influyen en el valor comercial de un lote, como su tamaño, color, defectos, basuras o algún otro factor que sea importante para el consumo de este producto como una bebida no alcohólica.

Una muestra se define como "una porción... que se toma para evidenciar la calidad del conjunto". Las gráficas de control y las variaciones de las características del producto, nos indican que las muestras y los métodos seguidos para el muestreo, son la piedra angular estadísticamente empleada en el control de calidad.(13)

El muestreo debe ser completamente al azar, esto significa que todos los elementos que forman un lote deben tener la misma probabilidad de ser escogidos para formar la muestra; es decir, que no debe dejar a la voluntad del inspector o a su preferencia, la elección de los elementos que constituyan la muestra.

Cuadro No. 5 Números aleatorios

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
00	59391	58030	52098	82718	87024	82848	04190	96574	90464	29065
01	99567	76364	77204	04615	27062	96621	43918	01896	83991	51141
02	10363	97518	51400	25670	98342	61891	27101	37855	06235	33316
03	86859	19558	64432	16706	99612	59798	32803	67708	15297	28612
04	11258	24591	36863	55368	31721	94335	34936	02566	80972	08188
05	95068	88428	35911	14530	33020	80428	39936	31855	34334	64865
06	54463	47237	73800	91017	36239	71824	83671	39892	60518	37092
07	16874	62677	57412	13215	31389	62233	80827	73917	82802	84420
08	92494	63157	76593	91316	03505	72389	96363	52887	01087	66091
09	15669	56689	35682	40844	53256	81872	35213	09840	34471	74441
10	99116	75486	84989	23476	52967	67104	39495	39100	17217	74073
11	15696	10703	65178	90637	63110	17622	53988	71087	84148	11670
12	97720	15369	51269	69620	03388	13699	33423	67453	43249	56720
13	11666	13841	71681	98000	35979	39719	81899	07449	47985	46967
14	71628	73130	78783	75691	41632	09847	61547	18707	85489	69944
15	40501	51089	99943	91843	41995	88931	73631	69361	05375	15417
16	22518	55576	98215	82068	10798	86211	36584	67466	69373	40054
17	75112	30485	62173	02132	14878	92879	22281	16783	86352	00077
18	80327	02671	98191	84342	90813	49268	95441	15496	20168	09271
19	60251	45548	02146	05597	48228	81366	34598	72856	66762	17002
20	57430	82270	10421	05540	43648	75888	66049	21511	47676	33444
21	73528	39559	34434	88596	54086	71693	43132	14414	79949	85193
22	25991	65959	70749	64721	86413	33475	42740	06175	82758	66248
23	78388	16638	09134	59880	63806	48472	39318	35434	24057	74739
24	12477	09965	96657	57994	59439	76330	24596	77515	09577	91871
25	83266	32883	42451	15579	38155	29793	40914	65990	16255	17777
26	76970	80876	10237	39515	79152	74798	39357	09054	73579	92359
27	37074	65198	44785	68624	98336	84481	97610	78735	46703	98265
28	83712	06514	30101	78295	54656	85417	43189	60048	72781	72606
29	20287	56862	69727	94443	64936	08366	27227	05158	50326	59566

.....

Continuación Cuadro No.5

30	74261	32592	86538	27041	65172	85532	07571	80609	39285	65340
31	64081	49863	08478	96001	18888	14810	70545	89755	59064	07210
32	05617	75818	47750	67814	29575	10526	66192	44464	27058	40467
33	26793	74951	95466	74307	13330	42664	85515	20632	05497	33625
34	65988	72850	48737	54719	52056	01596	03845	35067	03134	70322
35	27366	42271	44300	73399	21105	03280	73457	43093	05192	48657
36	56760	10909	98147	34736	33863	95256	12731	66598	50771	83665
37	72880	43338	93643	58904	59543	23943	11231	83268	65938	81581
38	77888	38100	03062	58103	47961	83841	25878	23746	55903	44115
39	28440	07819	21580	51459	47971	29882	13990	29226	23608	15873
40	63525	94441	77033	12147	51054	49955	58312	76923	96071	05813
41	47606	93410	16359	89033	89696	47231	64498	31776	05383	39902
42	52669	45030	96279	14709	52372	87832	02735	50803	72744	88208
43	16738	60159	07425	62369	07515	82721	37875	71153	21315	00132
44	59348	11695	45751	15865	74739	05572	32688	20271	65128	14551
45	12900	71775	29845	60774	94924	21810	38636	33717	67598	82521
46	75086	23537	49939	33595	13484	97588	28617	17979	70749	35234
47	99495	51434	29181	09993	38190	42553	68922	52125	91077	40197
48	26075	31671	45386	36583	93459	48599	52022	41330	60651	91321
49	13636	93596	23377	51133	95126	61496	42474	45141	46660	42338

Vaughn, Richard C., Control de Calidad, página 289 (21)

Tomada de la página 289 del Libro Control de Calidad, por Richard C. Vaughn

Para realizar un muestreo que sea al azar, existen tablas de números aleatorios, o sea números inscritos al azar, que son de mucha utilidad para estos casos. Para los fines de este trabajo se considera a cada saco como una unidad, y se va numerando conforme van saliendo del tren de producción hasta formar el lote de los 500 sacos, la tabla se utiliza de la siguiente manera: los sacos se numeran del 001 al 500 y se procede a escoger una columna de la tabla, por ejemplo, si escoge la columna 07 el primer saco a muestrear puede ser el número 41 el siguiente el 439 y así sucesivamente, hasta completar la muestra de 50 sacos, cuando algún número se repita o sea mayor de 500 se desecha, tomando el siguiente.

Los datos que se obtienen de una muestra son por variables o atributos. La inspección por variables es aquella en la que se registra la medida real de una característica, tal como una dimensión expresada en milésimas de milímetro. Cuando sólo se anota el número de artículos que cumplen y el número de los que no cumplen ciertas condiciones específicas, se dice que se lleva una inspección por atributos.

La calidad en el café se reconoce por el conjunto de características que determinan el grado de aceptación del producto dentro de una escala de composición establecida por el mercado consumidor estas características no están definidas por una medida real sino por una serie de especificaciones consideradas como atributos,

El muestreo para el caso del café se basa en la norma internacional ISO 4072-1982 (E) "Muestreo de Café Oro en sacos"

La norma señala en los Puntos:

- 3.5.- La cantidad de muestra que se tome de cada uno de los sacos del lote debe ser de  $30 \pm 6$  g.
- 3.6.- La muestra de un lote no debe ser menor de 1,500 g. de granos de café Verde u Oro, obtenida de la combinación de las muestras por saco de un lote en específico.
- 3.7.- Las muestras obtenidas del lote se deben homogenizar adecuadamente para formar una muestra representativa por lote.
- 3.8.- La cantidad de muestra para el laboratorio debe de ser de 300 g. obteniéndose de la muestra señalada en el punto 3.7.
- 9.1.1.- El número de sacos a muestrear no debe ser menor de 10 si el lote es de 10-100 sacos, y no menor del 10% del total si el lote es de más de 100 sacos.
- 9.2.- Preparación de la muestra.
  - 9.2.1.- La muestra a analizar no deberá incluir las muestras tomadas de sacos dañados.

La muestra que se analice en el laboratorio, deberá satisfacer los requerimientos de calidad señalados en el Contrato "C" de la Bolsa del Café y Azúcar de Nueva York. Para el caso de México se considera el café Lavado de la especie Arabica y la nomenclatura de defectos de esta-  
son:

CUADRO No.6

NOMENCLATURA DE DEFECTOS.

<u>Número de granos</u>		<u>Número de defectos</u>
1 Negro	Equivale a	1
1 Agrio	" "	1
1 Cerezo	" "	1
5 Conchas	" "	1
5 Rotos	" "	1
2 a 5 parcialmente negros o agrios	" "	1
5 Flotes	" "	1
3 Palos pequeños	" "	1
1 Palos medianos	" "	1
1 Palos grandes	" "	2 a 3
(las piedras están en las mismas categorías que los palos)		
2 a 3 cáscaras	Equivale a	1
2 a 3 Pergaminos	" "	1

Para ser aceptable la muestra de laboratorio, deberá tener una cantidad de defectos inferior a 23.

El tamaño de los granos deberá ser:

1.- El 50% de la muestra deberá quedar en cribas del número 15 o de una tamaño mayor (16, 17 y 18).

2.- No más del 5% de la muestra deberá quedar en cribas menores a la número 14.

Las pruebas en la taza no deberán reflejar en forma sensible defectos tales como fermento y moho, este punto puede considerarse como una consecuencia de las limitantes que se señalan en la tabla de impercciones del Contrato "C".

### Analisis en el Laboratorio.

A 300 gramos de la muestra que se recibe en el laboratorio para analizar, si cumple con los requerimientos del Contrato "C", se le hace lo siguiente:

- 1.- Se realiza un conteo del número de defectos o imperfecciones que hay en la muestra.
- 2.- Una vez que se han contado las imperfecciones y clasificado, éstas se reintegran a la muestra (las piedras y los artículos metálicos no se regresan, ya que éstas podrían dañar la maquinaria del laboratorio).
- 3.- La muestra se somete a torrefacción.
- 4.- Una vez tostada la muestra, se extraen 6 submuestras de 10 -- gramos cada una.
- 5.- Cada submuestra se muele y se coloca en tazas de porcelana o vidrio sin asa, con capacidad de 150 cc. aproximadamente, y se añade agua cercana al punto de ebullición (el agua deberá estar libre de otras sustancias) sobre el café molido.
- 6.- Al verter agua caliente sobre el café que se encuentra en la taza, se forma una costra de grano molido, el catador aspira profundamente el aroma, en el momento que rompe esta costra - y a la par que revuelve el contenido con una cuchara redonda de una capacidad aproximada de 5cc.,. Después de dejar enfriar hasta cierto grado el contenido de la taza, y de haber eliminado todo el material que flota en la superficie, el catador -

procede a sorber violentamente el contenido de la cuchara, retiene el líquido en la boca, para sentir y evaluar las cualidades y defectos de la bebida, después arroja el líquido que sorbió en un recipiente.

### 3.3.- GRAFICA DE CONTROL

La gráfica de control consiste en una línea central, que corresponde a la calidad promedio en que se desarrolla el proceso, y dos líneas-punteadas correspondientes a los límites de control superior e inferior respectivamente. Estos límites se escogen de tal forma que los valores que no caen dentro de ellos deben ser interpretados como indicación de descontrol.

Por medio de las gráficas de control se obtiene la representación de las variaciones, que se van sucediendo durante la elaboración de un producto, para comprobar de continuo si el proceso está bajo control, o bien, si la variación ha aumentado por haber intervenido una causa - - asignable y los puntos de la gráfica se salen de los límites de control.

Para los fines de este trabajo lo que se desea obtener con la -- gráfica de control es, primero averiguar, después de un cierto período de tiempo, la proporción media de defectos que produce un beneficio X - para después determinar a través de la gráfica, si el proceso de beneficiado del café en esa planta está bajo control de calidad, cumpliendo con las especificaciones del Contrato "C".

El puesto de inspección que se consideró para el desarrollo de este trabajo, fue al final del procesamiento del café.

En el caso de las imperfecciones, que se determinan se considera adecuado aplicar la gráfica "C" o del número de defectos por muestra, ya que esta gráfica se aplica a el número de defectos que se producen en subgrupos de tamaño constante (para el caso del café se muestrean 50 sacos de un lote de 500), conviene hacer mención que en la mayoría de otros productos, cada muestra está constituida por un sólo artículo, pero no es necesario que la muestra esté constituida por una sola unidad; lo único esencial es que el muestreo sea completamente aleatorio y que el tamaño del lote sea constante en el sentido de que todas las unidades, tengan la misma oportunidad de ser muestreadas.

Hay dos condiciones diferentes bajo las que se usan las gráficas de control:

1.- Sin estandar dado.- Son las gráficas usadas para investigar el estado de control de un proceso, que no ha sido examinado previamente, o al que se le han hecho grandes cambios en el proceso. Por lo tanto se toman las lecturas de las características de calidad, para determinar los valores de los límites de control y de la tendencia central.

$$\text{Límite de control} = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

Donde  $\bar{c}$  = número promedio de defectos o malconformidades por sus unidades de producto.

2.- Con estandar dado. Son aquellas gráficas donde la tendencia central y los valores de dispersión han sido establecidos inicialmente.

En todos los casos, la suposición es que estos valores estandar, son tales que el proceso puede operar a estos niveles y que los datos anteriores disponibles (algunas veces un procedimiento sin estandar dado), han sido usados para determinar que existe un estado de control. En algunas situaciones, estos estandares se establecen de una forma relativamente arbitraria, basándose sobre circunstancias particulares económicas o de otro tipo práctico, que se basa en las necesidades de producción, servicio o en valor deseado u objetivo designado por requisito.

$$\text{Límite de Control} = Co + 3\sqrt{Co}.$$

Donde Co = valor estandar adoptado por un número de defectos o mal conformidades que ocurren en una unidad de producto. Aún cuando el cálculo de los límite de control para estas dos clases de gráficas difiere en sus detalles, el proceso fundamental es el mismo. El cálculo, está basado en la teoría de las probabilidades.

Para los requisitos de calidad del café Verde se podría considerar cualquiera de las dos condiciones, ya que por un lado las normas establecen un límite de defectos que nos ubicaría dentro de los cálculos con estandar dado.

Se decidió determinar los valores de la gráfica con la condición "estandar dado" tomando como base los datos de la producción del beneficio del año de 1986, para después utilizarlos también en el año de 1987 y subsecuentes.

Las fórmulas para calcular la medida y el límite de control son:

$$\text{Media } \bar{C} = 1 \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{K}$$

$$\text{Límite de Control (L.C.S.)} = \bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}} \text{ (sin estandar dado)}$$

$$\text{Límite de Control (L.C.S.)} = C_o + 3\sqrt{C_o} \text{ (con estandar dado)}$$

En el desarrollo de las gráficas de control del número de defectos por muestra el valor que se considera para el Límite de Control Inferior (L.C.I.) es cero.

Las etapas para elaborar la gráfica de control son las siguientes:

1.- Registrar los datos del número del lote inspeccionado y el número de defectos que contiene la muestra respectiva.

2.- Calcular la media.

$$C_o = \frac{\text{la cantidad total de defectos}}{\text{cantidad total de subgrupos}}$$

3.- Calcular el Límite de Control Superior.

4.- Representar la media, los puntos y el límite de control en la gráfica.

Para la elaboración de la gráfica se utilizaron los datos correspondientes a la producción de un beneficio durante el año de 1986, que fue del orden de 277 lotes de 500 sacos cada uno. Con estos datos se realizaron las etapas antes señaladas, para así poder trabajar desde el principio con un instrumento efectivo de control evitando así, un período inicial para el que normalmente no se dispone del límite de control y de la media del proceso.

En el cuadro No.7 se señalan los defectos encontrados en los 277 - lotes del año de 1986.

Cálculo de la media.

$$Co = \frac{3458}{275} = 12.57$$

En este cálculo no se consideran los valores que se encontraban fuera de las especificaciones del Contrato "C", es decir los superiores a 23, ya que de hacerlo ocasionaría que la gráfica no detecte aquellos valores que realmente estén fuera de control.

Cálculo del límite de Control Superior.

$$L.C.S. = 12.57 + 3\sqrt{12.57} = 23.21$$

Estos datos se graficaron (figura No.13) a fin de tener una interpretación gráfica de la producción del año de 1986.

Con los parámetros antes obtenidos se elaboró la gráfica de control para analizar la producción obtenida en los tres primeros meses del siguiente año.

Durante esos tres meses la cantidad de lotes producidos fue de 98, en el cuadro No.8 se anotan las imperfecciones encontradas en cada uno de éstos. Con los datos ya tabulados se elaboró la gráfica de control señalada en la figura 14.

CUADRO No. 7 NUMERO DE DEFECTOS POR LOTE (ENERO-DICIEMBRE 1986)

No. del lote	No. de defectos								
1	10	24	4	47	12	70	5	93	14
2	9	25	19	48	9	71	13	94	20
3	11	26	28	49	6	72	17	95	15
4	13	27	8	50	9	73	16	96	20
5	3	28	2	51	17	74	10	97	10
6	5	29	9	52	7	75	5	98	17
7	5	30	3	53	17	76	3	99	14
8	9	31	6	54	13	77	6	100	11
9	11	32	12	55	16	78	12	101	10
10	10	33	11	56	18	79	11	102	12
11	8	34	5	57	14	80	13	103	3
12	2	35	5	58	11	81	4	104	16
13	12	36	11	59	11	82	12	105	22
14	8	37	9	60	0	83	15	106	11
15	13	38	17	61	5	84	19	107	13
16	14	39	7	62	18	85	19	108	5
17	12	40	9	63	14	86	14	109	13
18	10	41	10	64	12	87	12	110	18
19	9	42	10	65	9	88	18	111	9
20	5	43	16	66	17	89	7	112	9
21	8	44	17	67	11	90	6	113	14
22	8	45	4	68	18	91	14	114	18
23	5	46	3	69	8	92	16	115	16

....

## Continuación Cuadro No.7

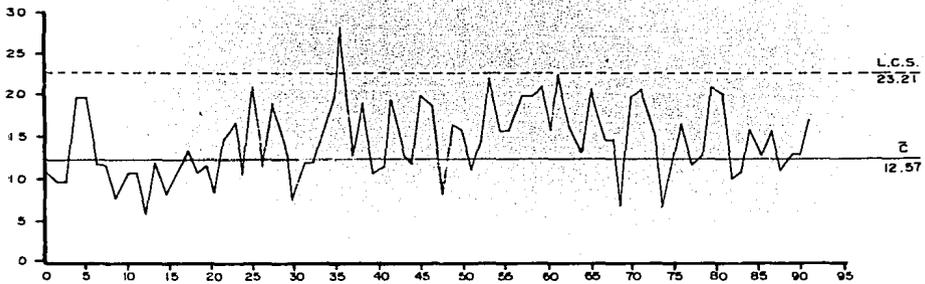
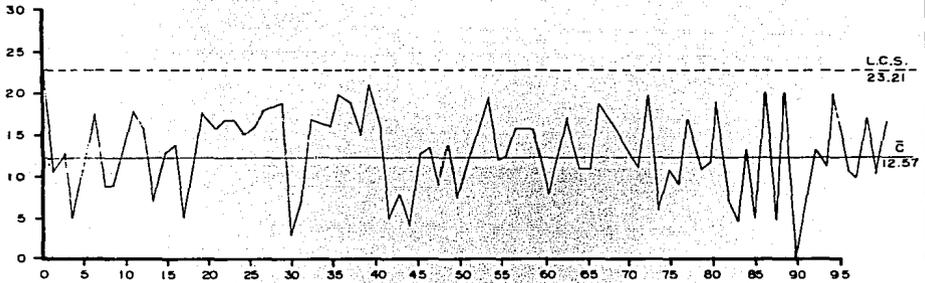
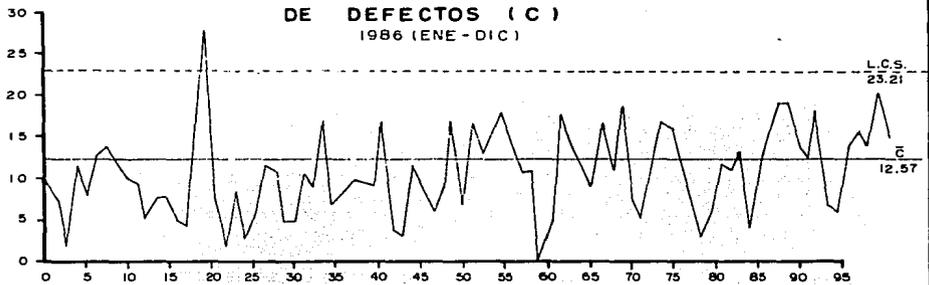
No. del lote	No. de defectos								
116	7	140	5	164	13	188	17	212	8
117	13	141	8	165	11	189	11	213	11
118	14	142	4	166	20	190	17	214	12
119	5	143	13	167	6	191	16	215	11
120	13	144	14	168	11	192	13	216	12
121	18	145	9	169	9	193	12	217	8
122	16	146	14	170	17	194	20	218	15
123	17	147	7	171	11	195	14	219	17
124	17	148	12	172	12	196	14	220	11
125	15	149	15	173	19	197	16	221	21
126	16	150	20	174	7	198	11	222	12
127	18	151	12	175	4	199	10	223	19
128	19	152	13	176	13	200	11	224	14
129	19	153	16	177	5	201	10	225	8
130	3	154	16	178	20	202	10	226	12
131	7	155	12	179	5	203	20	227	12
132	17	156	8	180	20	204	20	228	16
133	16	157	13	181	0	205	12	229	20
134	16	158	17	182	7	206	12	230	28
135	20	159	11	183	13	207	8	231	13
136	19	160	11	184	11	208	11	232	19
137	15	161	19	185	20	209	11	233	11
138	21	162	17	186	11	210	6	234	12
139	16	163	15	187	10	211	12	235	20

.....

## Continuación Cuadro No.7

No. del lote	No. de defectos								
236	13	245	22	254	13	263	12	272	13
237	12	246	16	255	21	264	17	273	16
238	20	247	16	256	15	265	12	274	11
239	19	248	20	257	15	266	13	275	13
240	8	249	20	258	7	267	21	276	13
241	17	250	21	259	20	268	20	277	17
242	16	251	16	260	21	269	10		
243	11	252	23	261	16	270	11		
244	15	253	16	262	7	271	16		

FIG. 8 GRAFICA DE CONTROL DEL NUMERO DE DEFECTOS (C) 1986 (ENE-DIC)

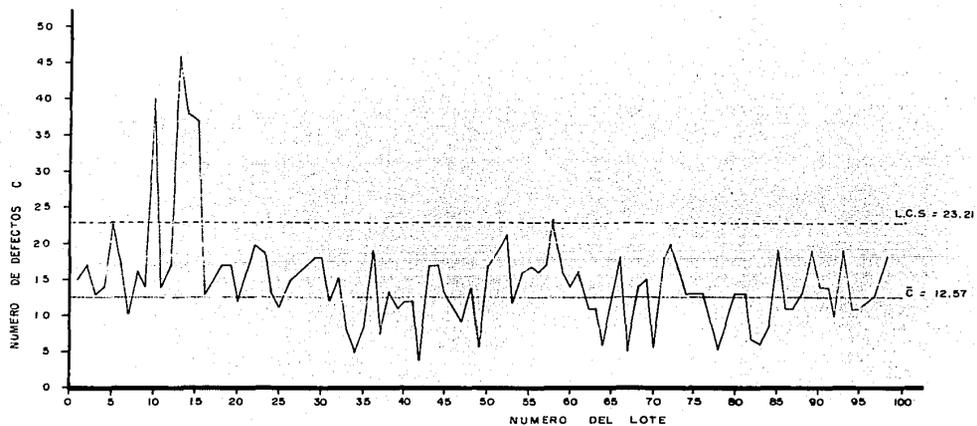


CUADRO No.8 NUMERO DE DEFECTOS POR LOTE ( ENERO-MARZO 1987)

No. del lote	No. de imperfecciones						
1	15	26	15	51	19	76	13
2	17	27	16	52	21	77	9
3	13	28	17	53	12	78	5
4	14	29	18	54	16	79	11
5	23	30	18	55	17	80	13
6	17	31	12	56	16	81	13
7	10	32	15	57	17	82	7
8	16	33	8	58	23	83	6
9	14	34	5	59	16	84	8
10	40	35	8	60	14	85	19
11	14	36	19	61	16	86	11
12	17	37	8	62	11	87	11
13	46	38	13	63	11	88	13
14	38	39	11	64	6	89	19
15	37	40	12	65	14	90	14
16	13	41	12	66	18	91	14
17	14	42	4	67	5	92	10
18	17	43	17	68	14	93	19
19	17	44	17	69	15	94	11
20	12	45	13	70	6	95	11
21	17	46	11	71	18	96	12
22	20	47	9	72	20	97	13
23	19	48	14	73	16	98	18
24	13	49	6	74	13		
25	11	50	17	75	13		

FIG. 14      GRÁFICA DE CONTROL DE DEFECTOS "C"

1987 (ENE.-MZO.)



#### 4.- DISCUSION,

Como ya se mencionó antes el análisis, para determinar si el proceso esta bajo control estadístico de calidad, se efectuó con la información del primer trimestre del año de 1987, tomando como parámetro - de valoración la media y el límite de control obtenidos con la información correspondiente a el año de 1986.

En la gráfica de la fig.14 se observa que de los lotes 10 al 15, cuatro están por arriba del límite de control. Para determinar porque estos lotes estaban fuera de control se realizaron las acciones siguientes:

1.- Volver a analizar la muestra para determinar si la evaluación no era correcta, encontrándose que estaba como los datos iniciales por arriba de el límite de control.

2.- Se procedió a determinar cuales eran los defectos que se estaban manifestando para determinar cuales serían las posibles causas que los estuvieran originando.

Se encontró que eran granos rotos, vanos y negros.

Con esta información se procedió a revisar el proceso de producción determinándose que la causa era materia prima mala, no habiéndose efectuado el ajuste necesario en la maquinaria. Del lote 16 en adelante la producción se mantiene dentro del límite establecido.

Quitando los valores fuera de control, la media del proceso en el lapso de tres meses fue:  $C = 13,67$  valor que si comparamos con la media estandar ( $Co = 12,57$ ) nos indicaría que tenemos un ligero empeoramiento de la calidad, lo anterior no significa que el valor estandar de la media sea cambiado, referente a lo anterior, el postulado principal que se aplica a la gráfica "C", dice: el valor estandar no debería revisarse en el sentido de rebajar calidad, sólo porque el personal de producción va prestando menos atención a la misma.

Por otro lado, si unas normas de inspección más estrictas hubieran hecho que la calidad, pareciera más pobre, aunque en realidad no fuera peor que antes, podría justificarse una revisión de la media estandar ( $Co$ ) a un valor mayor.

Considerando los métodos más sencillos, para detectar cambios en un parámetro de una población, los cuales dependen de las ráfagas extremas se podría señalar que los lotes 54 al 61 se presentan en una sucesión de más de siete puntos consecutivos en un mismo lado de la línea central de la gráfica de control.

Este suceso, no es indicativo de que el proceso se encuentre fuera de control, ya que puede ser una variación natural de la población debida al azar, debido a que todos los valores se encuentran dentro de el límite de control, pero sí es conveniente señalarlo, porque esta varia-

ción podría ser la causa de obtener una mayor probabilidad de lotes que no cumplan con las especificaciones de calidad, como sucedió - en los lotes 8 al 19 donde aparte de la sucesión de más de siete -- puntos de un mismo lado de la media del proceso, cuatro de éstos se encontraban por arriba del límite de control.

Efectuando un análisis general de los resultados puede decirse que las variaciones que hubo se debieron a el azar, con la excepción de lo señalado en los lotes del 8 al 19, en los que dichas variaciones se debieron a causas asignables.

## 5.- RESUMEN

Con la finalidad de presentar un marco general de lo que es el café; en la primera parte de este trabajo se hace mención a los siguientes puntos:

Antecedentes históricos del café desde sus lugares de origen, como se fue diseminando por las diferentes regiones y países donde se podía desarrollar hasta su introducción en México, y otros países del Continente Americano.

Su clasificación dentro de la botánica como una planta correspondiente al orden de las Rubiáceas, a la familia Cofeale, género Coffea y al subgénero Eucoffea, siendo dos las especies comerciales -- Arábica y Canephora, de las cuales la primera es la de mayor producción en México.

Las zonas geográficas donde es posible su desarrollo considerando el clima y la altura sobre el nivel del mar, También dentro de este marco, se hace mención a los componentes químicos del café en ver de como en tostado.

Por último, en esta primera parte se mencionan algunos productos derivados del café. En la segunda parte se presentan las técnicas utilizadas para el cultivo del café, desde su origen en los viveros como plantones, hasta los cuidados que hay que tener con los cafetos ya adultos, como son la fertilización, poda y otras actividades, hasta la recolección del fruto. El siguiente paso dentro de la producción del café es el procesamiento industrial conocido como beneficiado, el cual comprende desde la recepción del café cereza, como materia prima de buena calidad hasta la obtención del café Oro.

En la última parte, se hacen señalamientos que se consideran adecuados para efectuar el control de calidad, del producto obtenido (café Oro), por medio de las técnicas estadísticas que más se adecúen a las características del mismo. Este capítulo señala cual es la finalidad del control de calidad, las técnicas de muestreo que se aplican para obtener una muestra al azar, que sea representativa del lote muestreado, los análisis que se hacen a las muestras en el laboratorio según los requerimientos establecidos de calidad para el café Oro, y para finalizar se aplican las gráficas de control con el fin de determinar si dicho proceso se encuentra dentro de los estándares señalados para este tipo de café.

Es importante señalar que las técnicas estadísticas de control de calidad, que se aplicaron en este trabajo con el fin de constatar que el proceso de beneficiado, se encuentra bajo control, fueron las que se consideraron más adecuadas a las características del producto, y éstas fueron las siguientes:

Se aplica el muestreo aleatorio, utilizando para ello las tablas apropiadas a fin de obtener una muestra representativa del lote a analizar. La gráfica de control aplicada fue la de defectos por muestra o gráfica "C", la cual se basa en parámetros conocidos como atributos es decir, que no están definidos por una medida real. En esta gráfica se establecen dos condiciones, una llamada "sin estandar dado", donde  $\bar{c}$  = número de defectos para unidades de producto.

$$\text{Límites de Control} = \bar{c} \pm 3\sqrt{\bar{c}}$$

Y "con estandar dado".

$C_o$  = valor estandar adoptado para un número de defectos que ocurren en una unidad de producto,

$$\text{Límites de Control} = C_o \pm 3\sqrt{C_o}$$

La condición que se aplicó fue "con estandar dado" ya que la norma nos establece un Límite Superior de defectos = 23, cabe señalar que para estos casos el límite de control inferior es cero.

Se hicieron los cálculos de la medida de dispersión del proceso a tres desviaciones estandar a fin de comprobar si más del 99% de la producción se encuentra dentro del límite de control de calidad señalado para el café Oro.

## CONCLUSIONES.

Después de analizar la gráfica, viendo el comportamiento que tuvo a lo largo de tres meses y, comparándola con la del año anterior (1986), se considera que el proceso se encuentra estadísticamente dentro de control, ya que sus variaciones se mantuvieron dentro del estandar dado de 23 defectos por muestra (límite de control superior).

Es importante sugerir que el control de calidad, se debe llevar en todo lo largo del proceso de producción de café Cereza a café Verde --- (Oro), es decir desde la recepción de la materia prima en el beneficio y si es posible desde su cultivo; claro está, que se deben utilizar los parámetros correspondientes a el sitio o punto de inspección.

La aplicación de la gráfica "C" permite tomar de inmediato las medidas correctivas cuando se presenta un descontrol como fue el caso de lotes 10, 11, 13, 14 y 15, se debió a causas asignables como lo fue la materia prima defectuosa.

Con respecto al tamaño de la muestra es importante señalar, que la técnica usada está aplicada de forma arbitraria por la norma de muestreo de café Verde (Oro), basada en experiencias anteriores; sin embargo, para la obtención de la muestra se utilizaron técnicas estadísticas que permitieran tener una muestra totalmente aleatoria.

Es recomendable que en el momento de la obtención de la muestra se observe la extracción de cada saco ya que esto ayudaría a deducir si el proceso se mantuvo uniforme durante la obtención del lote de 500 sacos.

Por último, es conveniente ver como se reflejan los resultados que se obtienen de catación, cuando el mercado de exportación tiende a la baja, ya que en esta situación los compradores tienden a ser más rigurosos con la calidad del producto.

## B I B L I O G R A F I A .

- 1.- AEDOS (Editorial)  
ENCICLOPEDIA ILUSTRADA  
"Flora Medicinal, Tóxica, Aromática,  
Condimenticia"  
Barcelona, España 1975  
P. p. 125.
  
- 2.- BOHINSKI, ROBERTO C.  
Bioquímica"  
Fondo Educativo Interamericano  
México, 1978
  
- 3.- BRAVERMAN, J. B. S.  
"Introducción a la Bioquímica de los Alimentos"  
Editorial El Manual Moderno.  
Nueva Edición por Z. Beek  
2a. Edición, México, 1984
  
- 4.- BRITANICA (Editorial)  
HOMBRE, CIENCIA Y TECNOLOGIA  
Tomo 8, Impreso en México, 1980  
P. p. 2688
  
- 5.- CALLE VELEZ HERNAN  
Subproductos del Café.  
Federación Nacional de Cafeteros de Colombia  
Centro Nacional de Investigaciones de Café.  
Colombia, 1977.

- 6.- CARBONEL, J. R. y VILANOYA. M.T.  
"Beneficiado Rápido y Eficiente de Café,  
Mediante el uso de Sosa Cáustica"  
Asociación Cafetera de El Salvador  
El Salvador, C. A. 1952
  
- 7.- COSTE RENE  
"El Café"  
Editorial Blume, 1a. Edición  
Barcelona, España, 1969
  
- 8.- DURVAN, S. A.  
GRAN ENCICLOPEDIA DEL MUNDO  
Tomo 16 Editorial  
Ediciones Bilbao  
Impreso en España, 1977  
P. p. 16-762
  
- 9.- FEIGENBAUM ARMAND V.  
"Control Total de la Calidad"  
Editorial C.E.C. S.A.  
2a. Edición  
México, 1986.
  
- 10.- FLORES CANO HECTOR  
"La Utilización de los Desperdicios  
Agrícolas e Industriales del Café"  
VI Congreso Nacional de Ciencia y  
Tecnología de Alimentos ATAM  
Querétaro, Qro.  
México, D.F. 1975.

- 11.- FLORES CANO HECTOR  
"Posibilidades del Desarrollo  
Industrial de los Subproductos del Café  
y Otras Oportunidades Manufactureras"  
Boletín Informativo ATAM  
MEXICO, D.F. 1976.
- 12.- GOICOCHEA MORENO JULIO FERNANDO  
"El Café" Situación General de México  
Tesis. Chapingo, México, 1971
- 13.- GONZALEZ LARA ENRIQUE J.  
"Control Estadístico de Calidad"  
Asociación Nacional Mexicana de  
Estadísticas y Control de Calidad, A.C.  
4a. Edición - Reimpresión  
México, D.F. 1985
- 14.- GRANT EUGENE L. Y LEAVENWORTH RICHARD S.  
"Control Estadístico de Calidad"  
Editorial C.E.C.S.A.  
5a. Edición México, D.F. 1982
- 15.- INSTITUTO MEXICANO DEL CAFE  
"Industrialización del Café"  
Folletos del 1 al 6  
Xalapa, Ver. México, D.F.
- 16.- INTERNATIONAL STANDAR ISO 4072-1982(E)  
"Green Coffee in Bags - Sampling"

- 17.- MILLER IRWIN & FREUND JOHN E.  
"Probabilidad y Estadística para Ingenieros"  
Editorial Reverté Mexicana, S.A.  
México, D.F. 1984.
- 18.- MENCHU E. J. FRANCISCO  
"La Determinación de la Calidad del Café"  
Asociación Nacional del Café  
Departamento de Asuntos Agrícolas  
Guatemala, C.A. 1966
- 19.- ROCHAC, ALFONSO.  
"Diccionario del Café"  
Oficina Panamericana del Café.  
Editorial Rabasa, S.A.  
México, D.F. 1964.
- 20.- SIVETZ M. & FOOTE, ELLIOTE  
"Coffee Processing Technology"  
Volumen 1 The AVI Publishing Co.  
Connecticut, U.S.A. 1963.
- 21.- VAUGHN RICHARD C.  
"Control de Calidad"  
Editorial Limusa  
1a. Edición México, D.F. 1982.