

60  
26j  
J



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

**INFLUENCIA DE LAS IMPERFECCIONES EN EL  
RENDIMIENTO Y NORMALIZACION DEL CAFE  
VERDE (VAR. ARABICA).**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

**P R E S E N T A :**

**ROBERTO ORELLANA RODRIGUEZ**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D. F.

1988

EXAMENES DEPOSITADOS  
FAC. DE QUIMICA



## **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.

## INDICE

1. INTRODUCCION.....	5
1.1 GENERALIDADES.....	5
1.1.1 CAFE COMO GRANO.....	5
1.1.1.1 ESTRUCTURA DEL CAFE.....	7
1.1.2 CAFE COMO BEBIDA.....	9
1.1.3 ZONAS PRODUCTORAS DEL CAFE.....	9
1.1.3.1 MEXICO.....	9
1.1.3.2 MUNDO.....	9
1.1.4 BENEFICIADO DEL CAFE.....	12
1.1.4.1 VIA HUMEDA.....	12
1.1.4.2 VIA SECA.....	17
1.2 DEFINICIONES.....	20
1.3 JUSTIFICACION DEL TRABAJO.....	23
2. OBJETIVOS.....	26
3. METODOLOGIA.....	28
3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES.....	29
3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	30
3.3 DESCRIPCION DEL METODO.....	33
4. RESULTADOS.....	35
4.1 DESCRIPCION DE RESULTADOS.....	35
4.2 TABLA DE PREDICCION.....	38
5. ANALISIS DE RESULTADOS.....	42
5.1 EFECTO DE LAS IMPERFECCIONES.....	42
5.2 COMPARACION CON LA NORMA.....	44
6. CONCLUSIONES.....	46
7. BIBLIOGRAFIA.....	48
8. APENDICE.....	51
8.1 NORMA OFICIAL MEXICANA PARA CAFE VERDE (DGN-F-157-1967).....	53
8.2 USO DE LA TABLA DE PREDICCION (EJEMPLO).....	57
8.3 PROGRAMA DE COMPUTADORA.....	59

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

## 1.0 INTRODUCCION

En la actualidad existen normas y practicas de intercambio comercial que regulan las operaciones de compra-venta entre productores y consumidores de café verde. Un aspecto muy importante es el criterio sobre la calidad de los lotes, el cual se encuentra estrechamente relacionado a la política de precios tanto de la materia prima (café verde) como del producto terminado (café soluble).

Es por eso que resulta muy relevante el tener conocimiento del comportamiento que va a tener el café durante su proceso; y por consiguiente de las características que tendrá el producto terminado.

Para ello se requiere el disponer de un método práctico y confiable que permita conocer a priori, el rendimiento y la calidad del café que se va a transformar; suministrando también una base real para evaluar los costos de producción.

Parte importante del presente estudio gira en torno a las imperfecciones del café, las cuales abaten el rendimiento de éste, afectando la calidad y los costos estimados.

## 1.1 GENERALIDADES

### 1.1.1 El café como grano.

El café es la semilla proveniente del fruto del cafeto, el cual pertenece, según Leroy (1980) (4), a la familia Rubiaceae, subfamilia Cinchonoidae, género *Coffea* L., subgénero *Coffea*, sección *Eucoffea* (actualmente llamada *Coffea*), subsección *Erythrocoffea*; a la que pertenecen las especies que producen la semilla propiamente denominada "café"; de las cuales las más importantes, comercialmente hablando son (10)(28):

- Coffea arabica*. (AMERICA LATINA, INDONESIA)
- Coffea canephora*. (AFRICA Y MADAGASCAR)

La primera objeto de estudio del presente trabajo, en su variedad *Typica*, se encuentra muy difundida en las regiones cafetaleras de México; donde representa el 92% de la producción de café (28), siendo sus principales variedades en el país

(10)(28):

- Arábica (Typica Cramer): Se le conoce también con los nombres de Arabe, Typica, Criollo y café nacional; es la mas difundida en México. Es originaria de Etiopfa.

- Maragogype: Esta variedad procede de Brasil, es una mutación, proveniente de la variedad Typica. Es de baja producción, se muestra muy sensible a la sequía; su cultivo decrece anualmente. Sin embargo, tiene características de sabor muy apreciadas; se encuentra en el estado de Chiapas y se cotiza a precios mas elevados que la Typica.

-Bourbon: Originaria de la Isla Reunión, en el sur de Africa. Es mucho mas resistente al sol y los vientos, y mas productiva que la Typica, por lo que se ha incrementado su cultivo. El grano es mas chico en longitud que el Arábica lo que hace que se aprecie redondo; es de buena calidad.

-Caturra: Nativa de Brasil, corresponde a una mutación originada de la variedad Bourbon. Es de alta producción, resistente a la insolación directa, el viento y el frio; sin embargo, es exigente en agua y nutrimentos; sus características son semejantes a las de la Bourbon.

-Mundo Novo: Tuvo su origen en Brasil, donde se produjo por cruzamiento natural de la variedad Typica, progenie Sumatra y la variedad Bourbon. Tolera bien la sequía y cuenta con gran poder de recuperación, da buena producción y granos de calidad.

-Garnica: Es el primer híbrido originado en México, mediante el cruzamiento de Mundo Novo 15 de color rojo, y Caturra Amarillo 13. Las progenies seleccionadas reúnen las ventajas de sus progenitores, no poseen sus inconvenientes, y son mas productivas.

Por otro lado, la *Coffea canephora* es una especie cuyo volumen unitario es superior al de la *C. arabica* (25)(28). se cultiva en muy poca escala en zonas bajas de México (Chiapas, Veracruz y Oaxaca), su producción se destina principalmente a la preparación

de cafés solubles. Proporciona un fruto pequeño y redondeado, de 6 a 8 mm de longitud. La variedad más importante de esta especie, en el país, es la Robusta, que es una planta mucho más grande que la arábica, de mayor producción, pero de frutos pequeños de calidad inferior (4)(10)(26)(28).

#### 1.1.1.1 Estructura del café.

Respecto a la estructura del fruto del café, a continuación se describen las partes que lo conforman de afuera hacia adentro (4)(10)(26)(28) (ver diagramas de la siguiente página):

##### -Epicarpio o pellejo. 1

Suele ser rojo cuando está maduro; verde, amarillo o rosado durante el proceso de maduración, y castaño oscuro cuando seco. Sin embargo, hay variedades que al madurar tienen el epicarpio amarillo; viene siendo la cáscara del fruto.

##### -Mesocarpio. 2

Es la parte carnosa, compuesta de sustancias pécticas y azúcares, que forman lo que comúnmente se conoce como mucílago o baba.

##### -Endocarpio o pergamino. 3

Es la capa coriácea protectora de la semilla, constituida por material celulósico resistente al desgarramiento; es de color amarillo pajizo cuando ha sido bien procesada la cereza.

##### -Perisperma o película plateada. 4

Este tejido sumamente delgado, cubre directamente al grano o semilla. Su color puede ser gris plateado, rojizo o negro, según los resultados del beneficiado.

##### -Endosperma o semilla. 5

Esta parte, es el grano desprovisto de todas sus cubiertas, conocido como café verde u oro.

##### -Embrión o germen. 6

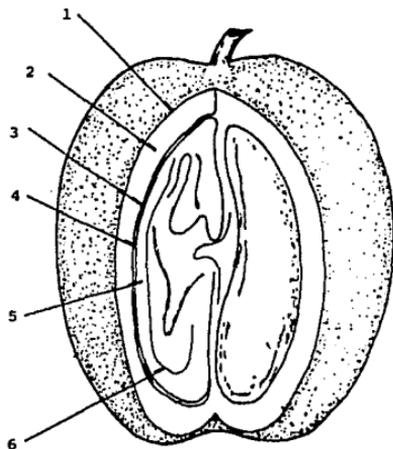
El embrión es la planta en estado latente, alojada en una de las extremidades del grano o semilla. En los frutos normales hay dos semillas, la posición de los embriones es asimétrica o invertida.

Fig. 1

PARTES COMPONENTES

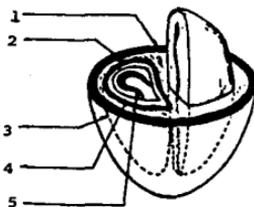
DEL

FRUTO DEL CAFETO



CEREZA DEL CAFE

GRANOS DE CAFE



TOMADOS DE (10) y (26).

### 1.1.2 El café como bebida.

El café como bebida, es una infusión aromática que estimula el organismo debido a determinados compuestos químicos que posee.

En la sociedad se encuentra muy ligado a los hábitos alimenticios, como bebida no alcohólica, que puede tomarse sola o ir acompañada de otros productos (leche, caramelos, helados, etc...); su consumo no tiene hora ni lugar, se toma lo mismo en lugares de trabajo que en centros de reunión, eventos sociales, etc... Son estas cualidades y muchas otras, las que han hecho del café un producto de importancia comercial.

Sus características de olor y sabor son evaluadas por el catador, al oler y sorber la infusión; los principales parámetros que se consideran son: Aroma, cuerpo, acidez, sabor, y ausencia de notas desagradables (10)(26)(27)(28).

### 1.1.3 Localización Geográfica del Café.

Las zonas cafetaleras en el mundo se distribuyen a lo largo de una faja paralela al Ecuador, comprendida entre los trópicos de Cáncer y Capricornio, que constituyen las latitudes medias para su cultivo.

Las regiones nativas de *Coffea Arábica* se caracterizan por ser altiplanos con altitudes entre 1,300 y 1,800 m, y latitud norte entre los 6 y 9 grados.

Las regiones en que se manifiesta comúnmente *Coffea Canephora*, son de clima ecuatorial, con una altitud menor a los 500 m (10).

#### 1.1.3.1 En México se produce café en los siguientes estados:

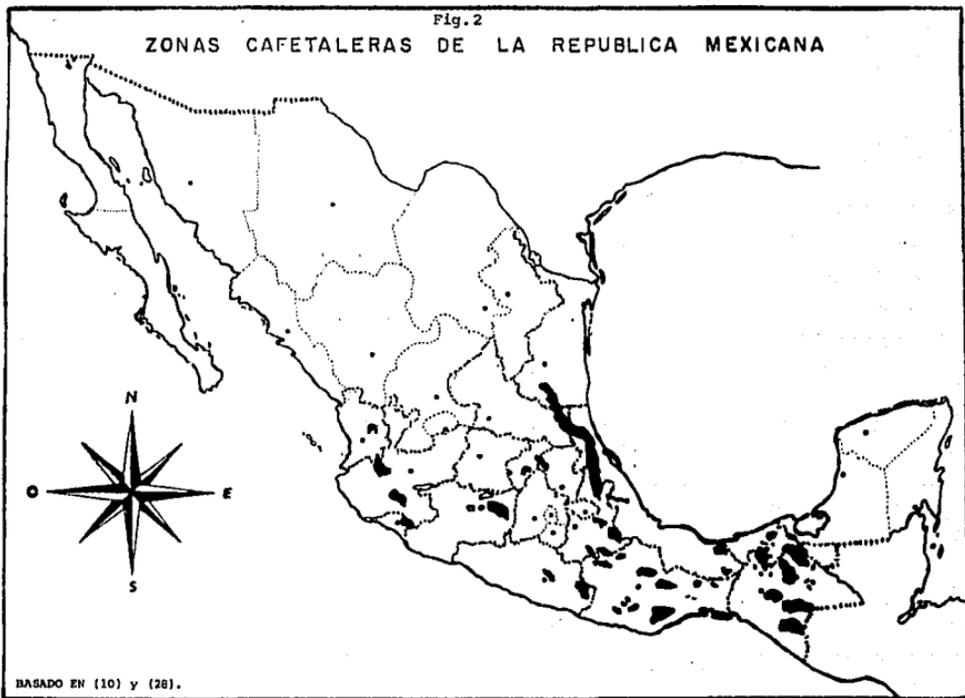
Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla, Guerrero, Hidalgo, San Luis Potosí, Nayarit, Tabasco, Colima, Jalisco, Michoacán y Querétaro (10)(28).

#### 1.1.3.2 En el mundo los principales productores de café son:

Brasil, Colombia, Indonesia, México, Costa de Marfil, Etiopía, Guatemala, El Salvador, Uganda y Costa Rica (26)(28).

Fig. 2

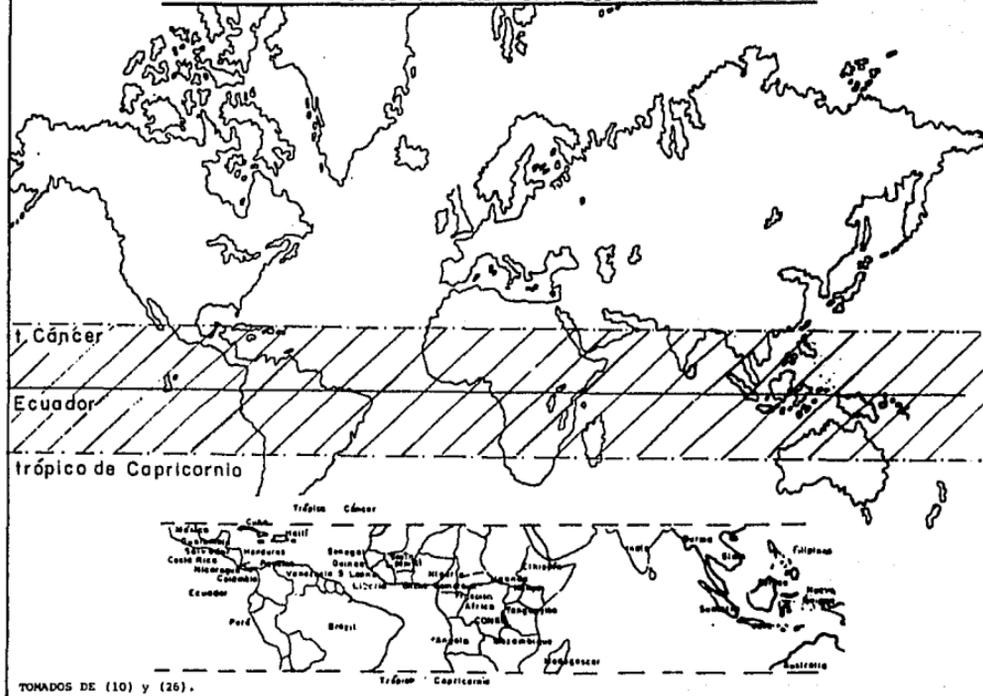
ZONAS CAFETALERAS DE LA REPUBLICA MEXICANA



BASEADO EN (10) y (28).

Fig.3

ZONA GEOGRAFICA EN DONDE SE LOCALIZAN LOS PAISES PRODUCTORES DE CAFE



#### 1.1.4 Beneficiado del Café.

El beneficiado es el proceso al cual se somete el fruto o café cereza, con el objeto de convertirlo en un producto que pueda ser conservado y almacenado hasta antes de su transformación (tostado molido, ...) (10)(24)(28).

El beneficiado del café, en su primera etapa que lo transforma de cereza (fruto del cafeto) a café pergamino, se realiza por dos caminos, que van a impartir al café cualidades de taza diferentes en cada caso; estas vías son: La Húmeda (que da como resultado los cafés lavados), y la Seca (de donde provienen los granos de café natural). De la cosecha mundial correspondiente al ciclo 1982-83, el 45% se procesó como café lavado, el resto como natural (28).

##### 1.1.4.1 Vía Húmeda.

Es el sistema de beneficiado en el cual interviene el agua durante todo el proceso, desempeñando diversas funciones. Es por este sistema que se obtienen los cafés lavados o suaves que son de los más apreciados en el mundo, por su aroma fino y penetrante, con notas frutal-florales y de acidez limpia, que le dan un sabor agradable característico (8)(10)(25)(26)(28).

Este sistema tiene una gran influencia en la calidad del café y comprende 5 operaciones importantes; las cuales deben hacerse correctamente, para asegurar una buena calidad del producto, así como también para economizar recursos.

Estas operaciones son: 1) Recepción, 2) Despulpado, 3) Remoción del mucílago, 4) Lavado y 5) Secado.

##### 1) Recepción

La finalidad de este primer paso, que incluye además el pesado del café cereza; es el controlar las entradas del café al beneficio antes de que transcurran 24 horas después de la cosecha (cortado del grano); así como también el vigilar que la materia prima llegue en su estado óptimo de madurez. El pesado se lleva al cabo a través de básculas de piso o móviles; después de lo cual, se vacía el café en los sifones o tanques receptores, donde se separan por flotación, los granos verdes (inmaduros) y vanos, al igual que materiales de bajo peso, como hojas, ramas y otros. El café cereza se precipita al fondo del tanque, de donde sale hacia unos conductos que lo llevan a las despulpadoras (3)(8)(10)

## 2) Despulpado.

Esta etapa se encarga de separar la cáscara (epicarpio) y parte de las mieles o pulpa (mesocarpio) que envuelven el grano del café, las cuales al ser desalojadas, pasan por un ducto que las deposita en lugar aparte. El despulpado se realiza en máquinas llamadas despulpadoras o pulperos, ya sean de discos o cilindros. Anterior a esta operación, conviene clasificar las cerezas según su tamaño, a través de cribas, permitiendo que se ajuste la despulpadora a un solo tamaño, evitando que se trituren los granos más grandes y que pasen sin despulpar los pequeños (3) (8) (10)(12)(13)(14)(28).

## 3) Remoción del mucílago.

Después del despulpado, el grano queda envuelto por el endocarpio o pergamino, al cual queda adherido una parte del mesocarpio llamada mucílago, goma o baba, el cual se elimina por procedimientos que tienen como base: Acciones bioquímicas o de fermentación, Acciones químicas, Acciones mecánicas, y/o Acciones químico-mecánicas. De ellos el más usado es el de fermentación, que a continuación se resume:

El café despulpado se deposita en tanques donde se realiza el proceso bioquímico que permite la remoción de las sustancias mucilaginosas y gomosas (pectinas) del pergamino del café. La fermentación tarda en promedio, entre 24 y 30 horas, dependiendo de factores como son: a) La temperatura (que oscila normalmente entre 25 y 35°C), b) El estado de madurez de las cerezas (si están verdes, maduras o "pasadas"; su composición será distinta) c) La composición química del agua usada (por ejemplo: la presencia de calcio favorece el proceso, en cambio, el Magnesio y/o el Cloro lo retardan, por otro lado, si hay materia orgánica, las bacterias presentes pueden generar una fermentación indeseable, lo cual causa deterioro en la calidad del café, detectándose en la catación correspondiente), d) Volumen de la masa de café (Que no deberá ser en proporción a la superficie, ni muy pequeño ni muy grande, ya que en el primer caso se obtendría una fermentación poco uniforme, y en el segundo se facilitarían las reacciones de tipo anaerobio, produciéndose metabolitos indeseables, por ejemplo, las pilas pueden tener una longitud de 5 m o más si el ancho y la profundidad no pasan de 1.5 m (28) ), e) Tiempo transcurrido entre el corte y el despulpe. (Ya que cuando pasan muchas horas entre estas dos operaciones, se inician fenómenos de fermentación microbiana indeseable, en las cerezas

amontonadas o ensacadas, lo que trae como resultado una multiplicación acelerada de los microorganismos. Además, la presencia de *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Aspergillus niger*, y otros microorganismos en cantidades importantes al inicio de la fermentación, puede ocasionar el desarrollo simultáneo de distintas fases y tipos de fermentación (alcohólica, láctica, acética, butírica), f) Ubicación de los tanques de fermentación. (La insolación directa sobre las pilas provoca que los microorganismos de la superficie de la masa sean destruidos o inhibidos, al quedar expuestos a la acción del sol), g) La operación de despulpe. (Cuyas degradaciones peclínolítica y alcohólica pueden ser sustituidas por fermentaciones lácticas). (3)(4)(8)(10)(12)(13)(14)(23)(25)(26)(28).

Para comprobar empíricamente que el café ha alcanzado su límite de fermentación adecuado, es cuando "corta baba" lo cual se manifiesta por el ruido que hacen los granos tomados de la superficie y de distintas profundidades, semejando el frote de guijarros (fricción rugosa), a la vez que el mucilago se desprende con facilidad.

#### 4) Lavado.

Inmediatamente después de haber concluido la fermentación se procede a lavar el café para separar el mesocarpio de los granos, y los microorganismos presentes, para ello se requiere de suficiente agua limpia (unos 400 a 500 litros por quintal). Cuando se carece de bomba lavadora, puede realizarse en el mismo tanque de fermentación, en tanques lavadores y/o en canales de correteo (canales de flotación). (3)(4)(8)(10)(12)(13)(14)(23)(25)(26)(28).

#### 5) Secado.

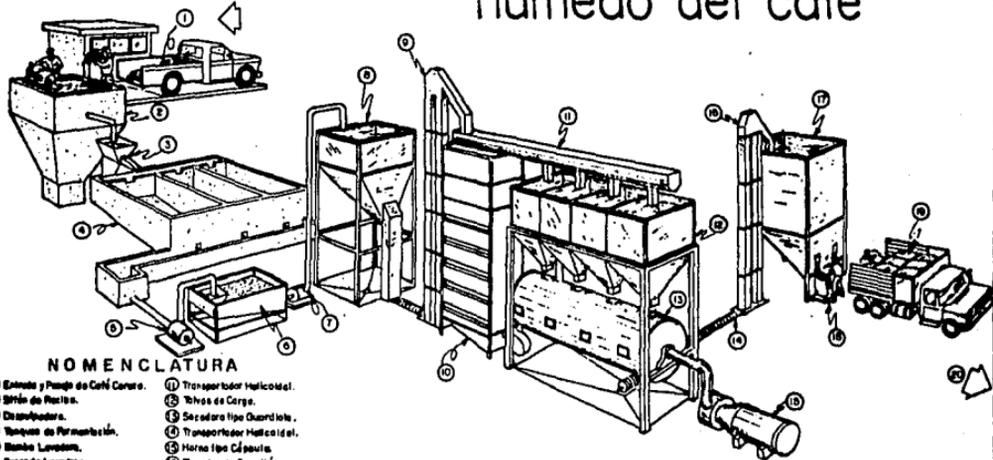
El propósito de esta etapa es el de eliminar la mayor cantidad de agua, para lo cual suelen, a su vez, considerarse 3 etapas: a) Escurrido. (cuya función es dejar la humedad del orden de 64% sin utilizar combustible). Se hace el escurrido en tolvas metálicas donde por gravedad disminuye el agua retenida; o bien se coloca el café en montículos, en las partes más bajas de los patios, asoleaderos o plantillas donde es expuesto a los efectos del medio ambiente (siendo preferibles los lugares con desnivel para favorecer el escurrimiento), b) Oreado. (Este paso consiste en reducir el contenido de humedad del café hasta un 54.5% con el fin de dejarlo en un grado de humedad que facilite el secado

final (propriadmente dicho), esta operacion se realiza por medio de maquinas creadoras que trabajan a una temperatura entre 60 y 70°C durante aproximadamente cuatro a seis horas; otra manera es dejando el café extendido en los patios, soleaderos o plantillas, el Secado (propriadmente dicho). (Su propósito consiste en llevar la cantidad de humedad hasta un 11-12% porcentaje al cual es posible almacenarlo durante un tiempo mas o menos razonable <6 meses en climas secos, 2 meses en climas húmedos>). Una vez que se ha alcanzado el punto de secado, el café se deposita en un tolva o en el piso cubierto de costales, lonas o polietileno, para su temperado como café pergamino); es aqui donde termina el procesamiento por via húmeda (3)(4)(8)(10)(12)(13)(14)(23)(25)(26)(28).

Fig. 4

diagrama de flujo

beneficio húmedo del café



NOMENCLATURA

- |                                  |                             |
|----------------------------------|-----------------------------|
| ① Entrada y Panga de Café Verde. | ⑩ Transportador Helicoidal. |
| ② Bóveda de Plegas.              | ⑪ Vivero de Carga.          |
| ③ Despulperas.                   | ⑫ Secadora tipo Ovarialde.  |
| ④ Tanques de Fermentación.       | ⑬ Transportador Helicoidal. |
| ⑤ Bunka Lavadora.                | ⑭ Horno tipo Cápsula.       |
| ⑥ Bunka Lavadora.                | ⑮ Divisor de Corriéntes.    |
| ⑦ Bunka Transportadora.          | ⑯ Vivero de Resaca.         |
| ⑧ Vivero de Escarificación.      | ⑰ Excedente Pasaje.         |
| ⑨ Elevador de Cargamento.        | ⑱ Saca de Pergamino.        |
| ⑫ Ordenador tipo Cosecha.        | ⑳ Al Beneficio Seco.        |

#### 1.1.4.2 Vía Seca.

De este método proviene el café conocido como natural, fuerte o tipo brasileño, que se obtiene de la deshidratación y trillado de la cereza. La cual en su estado seco se conoce con los nombres de: capulín, cerezo o bola. En México, este tipo de café alcanza volúmenes del 15% de la cosecha anual (28), produciéndose en áreas de cultivo en donde la escasez de agua y la falta de recursos económicos del productor son notables. Las etapas que abarca son: 1) Recepción, 2) Desmielado y 3) Secado.

##### 1) Recepción.

Al igual que en el caso de la vía húmeda su función principal es la de pesado e inspección. (Así pues, se pasa la cereza, verificando su contenido de humedad, y la cantidad de impurezas que acompañan el grano, cuidando de no procesar junto a la cereza buena, la que venga verde, seca o dañada, ya que producen, un café de menor calidad).

##### 2) Desmielado.

El cual tiene por objeto retirar parte del agua disponible de la pulpa, como etapa previa al secado. (Para esta operación se pone la cereza madura en camas de 10 a 20 cm de espesor, en patios de cemento o ladrillo, durante dos a tres días. Debe cuidarse que la cereza no esté en contacto con tierra, lodo, estiércol o cualquier impureza que pueda contaminar con malos olores y sabores, al grano (3)(12)(13).

##### 3) Secado.

Durante esta etapa ocurre una pérdida de humedad muy importante, obteniéndose el capulín o cerezo, que no es más que la cereza seca del café. (Para esta etapa, se extiende la cereza desmielada en el patio, formando capas delgadas hasta de 10 cm. Sobre ellas se pasa un rastrillo o paleta de madera para mover periódicamente la masa. Por lo general, y a las condiciones donde se da este proceso, a los 10 días de iniciado el proceso de secado, las cerezas tienen el aspecto de "pasas" secas de color café oscuro a negro. El contenido de humedad del grano está alrededor de 10%; si se prosigue el secado, a los 15 días la masa de cerezas ha sufrido mayor deshidratación, habiendo podido bajar el contenido de humedad a 10 o 14%). En estas condiciones el capulín puede

trillarse con relativa facilidad, siendo éste el fin de la vía seca (3)(8)(10)(12)(13)(14)(25)(26)(28).

Una vez que se obtiene el café pergamino (producto de las dos vías) se pasa al Beneficio seco, propiamente dicho; y se procede con el Morteado que comprende el trillado o descascarado; que consiste en separar del grano, las cascarillas o caparazones que lo envuelven, ya sea por desgarrar (que es el más utilizado y que se realiza en las máquinas denominadas morteadoras) o por fricción (lo cual tiene la ventaja de pulir el café trillado resultante).

La pajilla o cascarilla que se quita del grano puede usarse como combustible en hornos y calderas, o bien deshecharse o incinerarse. Al grano que ha sido librado de las envolturas que lo cubren, se le conoce como "almendra desnuda", "café oro" o "café verde".

En la Clasificación y Desmanche, el café se separa con base a su tamaño, forma, peso y color.

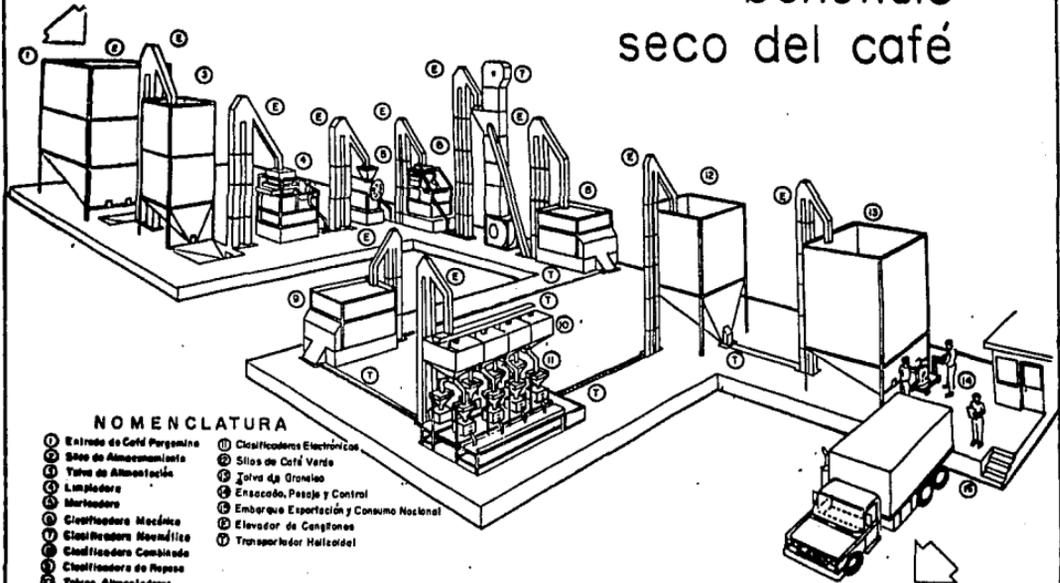
Respecto a los dos primeros, las máquinas que efectúan esta operación son las "clasificadoras".

De ahí pasan a las "catadoras" (que son máquinas neumáticas) donde se inyecta aire a través de ductos, por donde pasa el grano, separando en distintas partes: el café de primera, el café de segunda, las basuras y los granos de bajo peso. Estos grupos son mezclados posteriormente, para consumo nacional (28). La clasificación por color, conocida también por desmanche, se realiza por medio de máquinas electrónicas cromáticas o de blanco-negro, las cuales separan, mediante corrientes de aire, los granos cuyo color difiera del correspondiente para el grano bueno (verde); así es como son separados los granos negros, rojos, manchados y basuras en general, que forman parte del café desmanche destinado, como ya se dijo, al mercado interno (3)(8)(10)(12)(13)(14)(25)(26)(28).

Fig. 5

diagrama de flujo

beneficio  
seco del café



**NOMENCLATURA**

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| ① Entrada de Café Pergamino | ⑩ Clasificadores Electrónicos             |
| ② Silos de Almacenamiento   | ⑪ Silos de Café Verde                     |
| ③ Tapa de Alimentación      | ⑫ Tapa de Granelo                         |
| ④ Limpieza                  | ⑬ Envasado, Pesaje y Control              |
| ⑤ Moletores                 | ⑭ Embarque Exportación y Consumo Nacional |
| ⑥ Clasificadora Mecánica    | ⑮ Elevador de Congilones                  |
| ⑦ Clasificadora Rotatoria   | ⑯ Transportador Helicoidal                |
| ⑧ Clasificadora Combinada   |   |
| ⑨ Clasificadora de Peseo    |   |
| ⑫ Tapa Alimentadora         |   |

## 1.2 DEFINICIONES.

Para efectos del presente trabajo se han considerado las siguientes variables: Grano bueno natural, grano bueno lavado, grano bueno chico, grano manchado, capulín, grano negro, grano rojo y materiales extraños. Cada una de las cuales comprende un tipo específico de granos, de modo que durante el desarrollo de la tesis se entenderá por (1)(6)(7)(8)(11)(14)(17)(18)(25)(26)(28):

### 1.2.1 Grano verde bueno.

Todo aquel grano de café, variedad arábica, libre de manchas y daños físicos, de tamaño tal que sea retenido en malla #6 (US Standard) y cuyo grado de madurez sea el apropiado.

### 1.2.2 Grano natural.

Son aquellos granos que cumplen con el primer inciso y han sido beneficiados por vía seca.

### 1.2.3 Grano lavado.

Son aquellos que cumpliendo con el primer inciso han sido beneficiados por vía húmeda.

### 1.2.4 Grano chico.

Es aquel que cumple con el primer inciso y además, su tamaño le permite pasar a través de malla #4 (US Standard). [se considera imperfección en el mercado]

### 1.2.5 Grano manchado (dañado).

Incluye todos los granos, naturales o lavados, variedad arábica, que se encuentran enfermos y/o dañados y que en su aspecto presentan manchas que los caracterizan como tales. [imperfección]

### 1.2.6 Grano negro.

Aquí se incluyen todos aquellos granos que por diferentes causas (heladas, contaminación fúngica) presentan color negro en su superficie. [imperfección]

### 1.2.7 Grano rojo.

Son aquellos granos que independientemente de su beneficio son de color café-rojo, en tonalidades que van desde el naranja oscuro hasta el marrón. Suele considerarse, por lo general, como etapa previa a la coloración negra. [imperfección]

### 1.2.8 Grano oscuro.

Son todos aquellos granos naturales o lavados, de color que va

del café-rojo al negro oscuro (incluye grano negro y grano rojo). [imperfección]

1.2.9 Capulín (cereza o bolsa).

Abarca las cerezas secas, ya sea que contengan en su interior grano bueno o no. [imperfección]

1.2.10 Materia extraña.

En este grupo se incluyen los granos de cereal, ramas, piedras, cascavillas, metales, polvo y materiales diversos en general. [imperfección]

Sin embargo, tanto en la norma como en las operaciones comerciales comunes se consideran imperfecciones, además de las mencionadas, los granos cuyo forma no es la "habitual" (plano-conveca-chata); tal es el caso de la planchuela, el triángulo, el caracol, las conchas y el café burra o elefante; los cuales estando sanos no deterioran la bebida ni el rendimiento, (salvo que fueran de dimensiones muy reducidas, en cuyo caso corren el riesgo de ser separados por el ciclón de limpieza, o bien quemarse durante el tostado).

A continuación se presenta un esquema en el que se muestran las anomalías fisiológicas en el fruto del café (Fig. 6).

ANOMALIAS FISIOLÓGICAS  
EN LA SEMILLA  
DEL FRUTO DEL CAFETO



CAFE CARACOL

Fig.6



PLANCHUELA  
POSICION ANORMAL



POSICION NORMAL SIMETRICA



CAFE TRIANGULO  
( TRES OVULOS EN EL FRUTO )



CAFE BURRA O ELEFANTE  
( EL COTILEDON CHICO DE LOS CAFES CONCHAS )

### 1.3 Justificación del Trabajo.

En la actualidad México es uno de los productores de café más importantes del mundo, ocupa el tercer lugar después de Brasil y Colombia. Gran parte de su producción se exporta a E.E.U.U., Canadá y el continente Europeo (2)(10)(14)(28).

Por otro lado, el café representa para México, la segunda fuente de divisas más importante, superada en la actualidad, por el Petróleo, y a diferencia de éste, el café es un recurso renovable (2)(10)(14)(28), lo cual subraya la importancia económica y social de este rubro, el cual con la debida atención, proporcionará entre otras cosas:

- Generación de fuentes de trabajo. Debida al impulso y extensión del cultivo, transformación y manejo del café (2)(28).
- Mayor arraigo a la tierra. Al existir mejores ingresos y condiciones para el campesino en el lugar donde produce (2)(28).
- Incremento sustancial en el ingreso de divisas. Al atender la necesidad de competir en el mercado exterior con productos procesados y no solamente con materia prima, obteniendo así el beneficio del valor agregado (2)(28).
- Desarrollo de Tecnología. Al ampliarse los horizontes socio-económicos por las causas mencionadas, queda en los mexicanos y más específicamente en los investigadores mexicanos, el implementar nuevas y avanzadas tecnologías, así como el incrementar los estudios sobre el café mismo (Ingeniería Genética, Investigación de procesos, mejoramiento en el aprovechamiento de subproductos, etc...), lo cual abre las puertas a México (al manejar un café de muy buena calidad a un precio competitivo), no solo en el mercado interno sino a nivel mundial, donde ya hoy en día, juega un importante papel (2)(28).

Además el café: a) Ocupa tierras que no son competitivas con otros cultivos, b) Produce un volumen considerable de impuestos a la Federación, c) Promueve el desarrollo regional, propiciando la capitalización del sector en áreas generalmente muy mal comunicadas, d) Contribuye al crecimiento de la producción y a su desconcentración (28).

Por lo antes mencionado; el trabajo, si bien no viene a cubrir en su totalidad las demandas expuestas, si pretende de modo indirecto: estimular una mejor producción, así como fijar la atención en la importancia que tiene el mejorar la calidad en

todos los ambitos, (incluyendo el genetico), con el consecuente aumento en la productividad, (al hacer hincapie en la influencia que tienen las imperfecciones en el producto terminado). Tambien mediante el presente trabajo, se proporciona una herramienta mas, para evaluar los costos de transformacion y con ello la factibilidad de preferir entre un lote y otro en un momento dado, de acuerdo a su relacion costo-beneficio.

Sin embargo, su aplicacion inmediata estriba en optimizar las condiciones de comercializacion del grano, a traves de una metodologia segura, cuya adaptacion en norma (Norma Oficial Mexicana) y practicas mercantiles convencionales, sea sencilla, rapida y confiable; ya que en esencia, se trata de promover un pago mas fundamentado (justo) que redunde en beneficio de todos (campesino, industrial, consumidor, Mexico).

De igual manera, se intenta difundir la magnitud de las perdidas en rendimiento, producidas por el efecto de las distintas imperfecciones, a fin de controlar y disminuir su presencia.

Por ultimo; es a partir de este trabajo o similares, que es posible evaluar la merma debida a la naturaleza de las distintas imperfecciones y con ello controlar la eficiencia del proceso (en las plantas procesadoras de cafe), estimar los costos de produccion y fijar los precios sobre una base mas real y objetiva; asi como tambien, conocer que tipo de imperfecciones son mas frecuentes y cuales son mas criticas en la calidad y precio del cafe.

## 2 . O B J E T I V O S .

## 2.0 OBJETIVOS

Basado en los conceptos mencionados y dentro del marco de referencia expuesto, los objetivos de la tesis son:

2.1 Evaluar si hay diferencia significativa en el aporte de sólidos solubles por efecto del la vfa utilizada en el beneficiado.

2.2 Determinar si el tamaño del grano influye en el aporte de sólidos solubles (hasta un diámetro mayor de 3.36mm).

2.3 Obtener el aporte de sólidos solubles para las distintas imperfecciones seleccionadas, relacionándolas entre sí y reagrupándolas según este parámetro.

2.4 Elaborar una tabla de predicción de rendimientos que permita estimar la contribución de sólidos solubles; utilizando como datos, el aporte de sólidos encontrado para cada imperfección y la proporción en peso en que se encuentra cada una de éstas.

2.5 Proponer una revisión a la norma oficial mexicana DGN-F-157-1967, para su adaptación a las condiciones del mercado interno actual.

2.6 Proporcionar una herramienta mas para fijar políticas de aceptación-rechazo y costos, que se base en el aporte de sólidos solubles del café, y que resulte en un método práctico y confiable.

S . M E T O D O L O G I A .

### 3.0 METODOLOGIA

La metodología se orientó a la obtención de los sólidos solubles de las distintas imperfecciones.

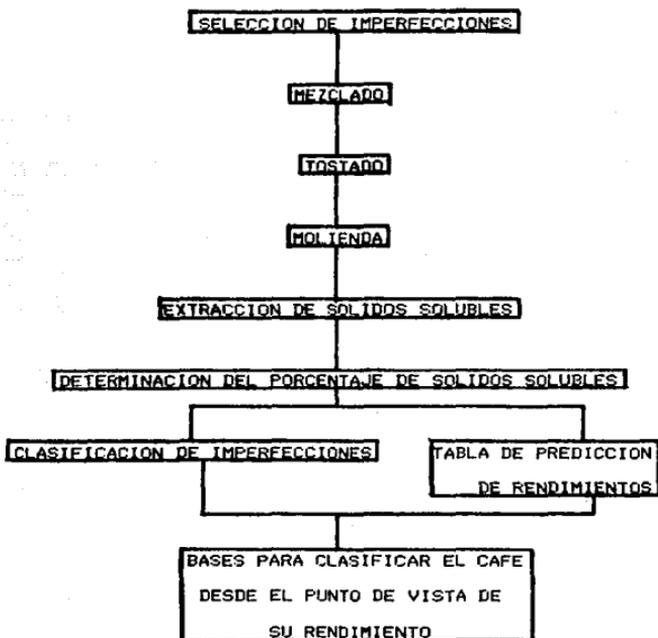
Todos los pasos se ajustaron con este fin; apoyándose en experimentos previos, métodos reconocidos, comportamiento de la planta de referencia y naturaleza de los recursos.

Se le dió a las muestras un tratamiento similar al que tienen en la planta de Cafés de México (Planta de referencia) con el objeto de hacer comparables y extrapolables los resultados obtenidos.

Ello abarcó el tostado, la molienda y la extracción de los sólidos solubles, de acuerdo a condiciones determinadas que permitieron la congruencia con el escalamiento industrial.

## 3.1 Diagrama de flujo.

A continuación se muestra la secuencia de actividades llevadas al cabo en la realización de este trabajo:



### 3.2 Diseño experimental.

#### 3.2.1 Selección de imperfecciones y estándares.

Para desarrollar el experimento se prepararon las siguientes muestras por selección y mezclado manual:

##### A) Influencia del Beneficiado.

- Grano verde bueno natural al 100% (Referencia)
- Grano verde bueno lavado al 100%

##### B) Influencia del tamaño del grano.

- Grano verde chico natural al 30% en grano verde bueno natural
- Grano verde bueno natural al 100% (Referencia)

##### C) Influencia de la naturaleza de las imperfecciones.

- Grano dañado natural al 30% en grano verde bueno natural
- Grano negro natural al 30% en grano verde bueno natural
- Grano rojo natural al 30% en grano verde bueno natural
- Capulín natural al 30% en grano verde bueno natural
- Grano verde bueno natural al 100% (Referencia)

Además de las imperfecciones seleccionadas, existen otras, como son: grano vano, grano inmaduro y materia extraña (que comprende tanto pajillas y varas de diversos tamaños como granos de cereal, piedras y objetos metálicos, entre otros)(17)(20), que se encuentran normalmente, en menos del 0.5% del porcentaje en peso del total de imperfecciones. Por otro lado, la cascarrilla proveniente del café es una imperfección que si bien, puede hallarse en porcentajes apreciables (alrededor de un 4-5% del total de imperfecciones); no se consideró, debido a que se pierde más del 98% de ésta, durante las operaciones de limpieza y tostado en la planta de referencia.

Por otra parte, el grano pequeño y/o quebrado, que pasa a través de la malla #4 y no así la #6; se tomó en cuenta para observar si existía una pérdida significativa de sólidos solubles debida a su tamaño que, haría que se comportara distinto durante el tostado y la extracción.

Respecto a la posible diferencia entre grano natural y grano lavado, se evaluaron las distintas muestras al 100% de pureza con objeto de determinar al máximo, la posible variación de rendimiento por efecto de los distintos tratamientos post-cosecha.

Por otro lado, y refiriéndose al porcentaje en que se mezclaron

imperfecciones: grano verde- bueno. los criterios utilizados fueron los siguientes:

1) La imperfección sea cual fuere, no se va a tener en porcentajes individuales superiores al 60% del total, ya que dependiendo de la naturaleza de ésta, y de su porcentaje en el lote, va a ser rechazado o no este último.

2) Para medir el grado de tostado, se emplea como método, la determinación del "color" de tostado, el cual se mide por medio de un colorímetro que registra la cantidad de luz reflejada (Reflectancia) por la muestra, a cierto tamaño de partícula (tal que pase a través de malla #50 US Standard) sometida a presión con objeto de que presente una superficie lisa al reflejo de la luz. Debido a esto, el partir de una muestra en cuyo seno exista una proporción importante de granos o materiales coloridos, va a dar resultados en los que va a estar involucrado no solo el grado de tostado, sino también la naturaleza misma de la imperfección (con su respectivo color que la conforma como tal). Todo esto resulta mas comprensible si pensamos por ejemplo, en el grano negro, el cual por sí solo, daría una lectura que correspondería a un grado de tostado demasiado oscuro, interpretable como "quemado", ya fuera que estuviera este, tostado o no.

3) Para que los resultados del experimento fueran comparables entre sí era necesario que todas las muestras se sometieran a condiciones lo mas similares posibles; incluyendo el porcentaje al que se mezclaran con el grano de referencia; el cual además de considerar los puntos anteriores, debía tener en cuenta que mientras mas alta fuera la proporción en que se encontrara la imperfección, mas exactitud se tendría al evaluar la influencia de cada una de ellas; igualmente no se debía de perder la relación con la realidad, esto es que la proporción seleccionada, no estuviera disparada con respecto a los valores en que se pueden encontrar las imperfecciones en el mercado.

### 3.2.2 Tostado.

Se realizó esta operación en un tostador Jabez Burn Laboratory Roaster de 2 cámaras. El grado de tostado que se seleccionó fué claro-medio (en un rango de 60-65 unidades de reflectancia según el colorímetro Photovolt Reflectionmeter Mod. 670 y métodos empleados)(15)(18).

### 3.2.3 Molienda.

Se mollió a la máxima apertura del molino Marer de IHP de discos dentados empleado, separando la fracción que pasó la malla #30 (21), la cual se empleó en la determinación del color, ocupándose el resto en la extracción.

### 3.2.4 Extracción y determinación de sólidos solubles.

Los métodos empleados en la determinación de humedad (19) (5g de muestra en termobalanza Ultra-x empleada, a 65v), por ciento de sólidos solubles por hidrometría (22) (en una probeta se colocó el licor en cuestión y se introdujo un hidrometro Glass apparatus Co. # 53584, el cual dió una lectura que se registró en una tabla, donde se tienen las equivalencias a temperatura dada, de sólidos solubles) y el fundamento del método de extracción (16) (descrito en el inciso 3.3 en el equipo Pressure Reactor Parr Cat. # 4522), están basados en los estudios y la metodología, aprobados y reconocidos por Maxwell House de General Foods International, existiendo tablas y evaluaciones de confiabilidad conocida, para el cálculo e interpretación de resultados.

Se hicieron para cada "tratamiento" 4 series de extracciones, y se hizo el analisis estadístico por ANOVA en un sentido con 95% de confiabilidad ( $p < 0.05$ ) (9)(24). Para calcular el porcentaje de solidos solubles aportado por cada imperfeccion (al 100%), se obtuvo la contribución correspondiente al 70% del grano verde bueno en cada mezcla a partir de la media de resultados del primer tratamiento o referencia (46.47), y se sustrajo de los valores obtenidos para cada una de las mezclas, por último se refirió el aporte correspondiente a cada variable (30%), al 100% para permitir su comparación con el grano de referencia y calcular su eficiencia (tomando la media de los valores del grano de referencia, 46.47 como cifra límite cuya eficiencia fue de 100%) (3) (24) (25).

Por último se realizó una evaluación sensorial (1 juez entrenado y 2 semientrenados) con objeto de vigilar que no hubieran notas indeseables generadas por la naturaleza intrínseca de las imperfecciones, en cuyo caso se le daría diferente tratamiento a la imperfección que las presentara, y considerarlo al final del experimento.

### 3.3 Descripción del método.

3.3.1 Separar las distintas imperfecciones con base en su naturaleza y abundancia.

3.3.2 Mezclar en proporción conocida con grano verde bueno, cada tipo de imperfección (en este caso fué de 30% de imperfección por 70% de grano bueno).

3.3.3 Tostar aproximadamente 400 g de cada mezcla obtenida, al grado de tostado deseado, determinar color (para conocer la intensidad del tostado) y pesar para evaluar la eficiencia del mismo.

3.3.4 Moler el grano tostado.

3.3.5 Pesar 150 g de café tostado y molido, y colocarlos en un matraz erlenmeyer de vidrio (de capacidad superior a 2 l).

3.3.6 Añadir 2000 ml de agua destilada y calentar a ebullición durante 10 minutos; filtrar y regresar la granza al matraz, para continuar con la siguiente etapa; el licor filtrado se colecta en un recipiente por separado.

3.3.7 Agregar 1000 ml de agua destilada y calentar a ebullición durante 10 minutos; filtrar y transferir la granza al cartucho de reacción de la bomba Parr; colectar el licor junto con el anterior.

3.3.8 Adicionar 1000 ml de agua destilada y calentar a 180°C y 200 psi de presión, durante 30 minutos, a cuyo término, se separa la granza del licor, por filtración; pasar la primera a un vaso de precipitados de vidrio, en tanto el segundo se redne con los anteriores.

3.3.9 Añadir 750 ml de agua destilada y calentar a ebullición durante 10 minutos, filtrar y dejar la granza en el vaso; mezclar el licor con los otros.

3.3.10 Agregar nuevamente 750 ml de agua destilada, calentar a ebullición durante 10 minutos, filtrar, pesar la granza, determinarle contenido de humedad, y al licor de esta etapa, antes de mezclarlo con los otros, se le determina densidad.

3.3.11 Hacer los cálculos pertinentes y reportar de acuerdo al objetivo y finalidad del experimento (3)(8)(15)(16)(17)(18)(19)(20)(21)(22)(23)(25).

#### 4 . R E S U L T A D O S .

4.0 RESULTADOS

## 4.1 Descripción de resultados.

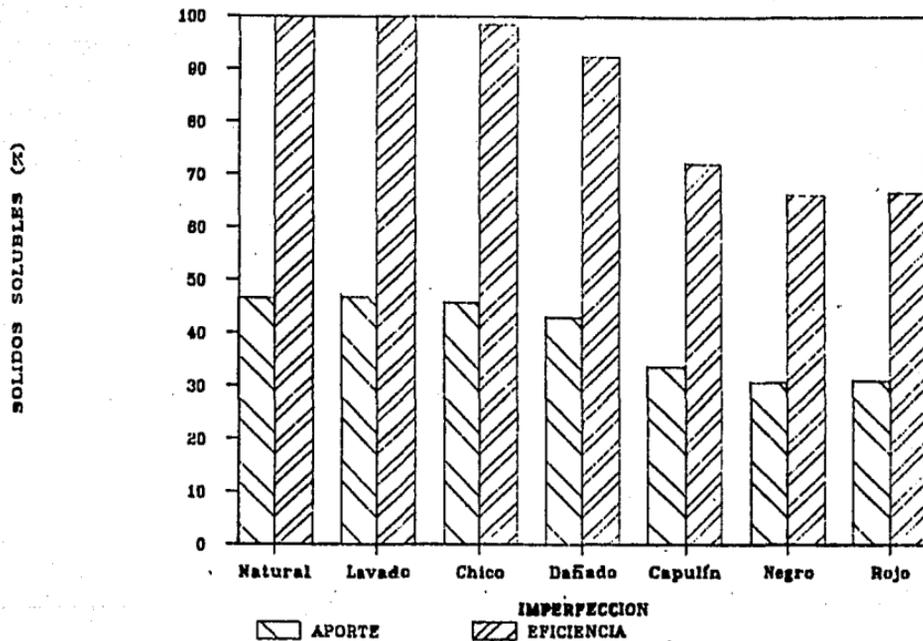
De la metodología, condiciones y muestras empleadas se obtuvieron los siguientes resultados (calculados de la forma mencionada en el inciso 3.2.4., al 100% de cada variable):

CUADRO 1.- APORTE DE SÓLIDOS SOLUBLES  
POR CIENTO DE SÓLIDOS SOLUBLES.

#	NATURAL	LAVADO	V A R I A B L E				NEGRO	ROJO
			CHICO	DARADO	CAPULIN			
1	45.15	44.75	43.93	36.23	31.90	26.57	28.07	
2	46.45	46.45	46.30	44.93	39.43	37.90	32.40	
3	47.20	48.10	48.47	43.60	34.80	31.73	31.07	
4	47.07	47.59	43.97	46.73	28.10	26.47	32.40	
#	4	4	4	4	4	4	4	
x	46.4675	46.7225	45.6675	42.8725	35.5575	30.6375	30.985	
DS	0.937	1.485	2.172	4.61	4.78	5.41	3.64	
EF	100%	100%	98.3%	92.2%	72.0%	66.0%	66.7%	

Estos resultados se encuentran representados en la siguiente figura, donde la primera columna representa la media de los valores de aporte de sólidos solubles para cada tipo de grano, y la segunda, muestra la eficiencia calculada de aporte de sólidos solubles de cada variable respecto al grano de referencia.

FIGURA 7.- RESULTADOS



A partir de los resultados anteriores y del análisis estadístico empleado (3)(5)(9)(24)(25) se agruparon las distintas variables o tratamientos en los siguientes grupos con base en su rendimiento y naturaleza :

GRUPO 1 : GRANO VERDE (EF= 100%).

Grano verde bueno natural, grano verde bueno lavado y grano verde chico.

GRUPO 2 : GRANO DAÑADO (EF= 92.2%).

Grano dañado.

GRUPO 3 : CAPULIN (EF= 72.0%)

Capulín.

GRUPO 4 : GRANO OSCURO (EF= 66.5%)

Grano negro y grano rojo.

Con las eficiencias calculadas para cada tipo de grano (EF<sub>i</sub>) como se mencionó, y con el dato de la proporción en peso en que se encuentra cada uno de ellos en la muestra representativa del lote (Y<sub>i</sub>), es posible estimar la cantidad de sólidos solubles que se obtendrán a partir de determinada cantidad alimentada de café tostado al 7-8% de humedad, sustituyendo los mencionados valores en la fórmula que se describe enseguida del cuadro 2.

En el cuadro 2, que a continuación se muestra, se registra la proporción en peso, en que se encuentra cada tipo de imperfección (Y<sub>i</sub>) que viene siendo el cociente de: el peso de la imperfección, entre el peso de la muestra tomada para su evaluación (por lo que Y<sub>i</sub> será siempre < 1; o Y<sub>i</sub>=1 en caso de ser el tipo de grano puro, ya sea imperfección o grano bueno).

CUADRO 2 .- TABLA DE PREDICCIÓN DE RENDIMIENTOS

TIPO DE GRANO (IMPERFECCIÓN)	PROPORCIÓN EN LA MUESTRA (Y <sub>i</sub> )	EFICIENCIA DEL GRANO (E <sub>i</sub> )
1) GRANO VERDE	Y <sub>1</sub>	100
2) GRANO DAÑADO	Y <sub>2</sub>	92.2
3) CAPULIN	Y <sub>3</sub>	72.0
4) GRANO OSCURO	Y <sub>4</sub>	66.5
5) MATERIA EXTRAÑA	Y <sub>5</sub>	00.0

Fórmula obtenida para fines de predicción :

FÓRMULA PARA CALCULAR EL RENDIMIENTO DEL CAFÉ.

$$\%S.S. = 0.4647 a \sum_{i=1}^{i=4} (Y_i E_i)$$

Donde:

a es el cociente que relaciona la eficiencia de la planta involucrada respecto al método, entre la eficacia del procedimiento, respecto al valor obtenido por otro método (puede tomarse como la eficiencia de la planta únicamente).

0.4647 es una constante tomada como valor máximo de sólidos solubles obtenibles mediante el método empleado (y que se obtuvo de la media de los valores del grano de referencia).

%S.S. es el porcentaje de sólidos solubles a nivel de extracto a partir de café crudo (café después de su beneficiado).

### Obtención de la Fórmula:

Se originó de la siguiente manera...

1) Objetivo (A dónde se quería llegar?) - %S.S. -

Se deseaba estimar la cantidad de sólidos solubles, en un lote determinado.

2) Datos disponibles (Con qué se contaba?) -  $Y_i$ ,  $EFI$  -

Mediante la evaluación de una muestra representativa del lote en cuestión, se podía conocer la proporción en que se encontraban los diferentes tipos de grano ( $Y_i$ ). Por otro lado, se contaba con el dato de eficiencia de aporte de sólidos solubles ( $EFI$ ) calculado del modo antes mencionado (inciso 3.2.4.).

3) Cálculos primarios (Qué se iba obteniendo?) -  $\text{SUM}(Y_i * EFI)$  -

Al multiplicar la eficiencia de cada tipo de grano por la proporción en que se encontraba cada uno de ellos, se obtenía la participación de cada grupo en la eficiencia de sólidos solubles del lote. Al sumar todas las participaciones se encontraba la eficiencia, en sólidos solubles, del lote.

4) Cálculos secundarios (Acercarse al objetivo) -  $0.4647 * \text{SUM}(\#)$  -

La eficiencia de sólidos solubles, en este trabajo, venía siendo el cociente del valor de la media de aporte de sólidos solubles de cada tipo de grano, entre la media correspondiente para el grano natural o de referencia (46.47) y multiplicado esto (el cociente) por 100%. Por eso si queríamos estimar el aporte de sólidos solubles en el lote (%S.S.) era necesario dividir la eficiencia en sólidos solubles del lote (cálculo primario) entre 100 y multiplicar el resultado por la media de referencia (46.47) : sea multiplicar el cálculo primario por 0.4647.

5) Factores de ajuste (Extrapolabilidad. aplicación) - a -

Para estimar el "%S.S." a nivel de planta, era necesario considerar un factor de ajuste, ya que las condiciones, el equipo y sobretodo, las cantidades de materia (café) si bien parecidas o proporcionales, no son las mismas. Por esta razón se necesitaba

relacionar los resultados obtenidos en el laboratorio a los de la planta (en este caso, planta de referencia); un modo de lograr esto fue dividiendo los porcentajes de sólidos solubles obtenidos a nivel de extracto para diferentes lotes en la planta, entre los correspondientes obtenidos en el laboratorio, la media de estas operaciones se manejó como "eficiencia de la planta" (respecto al método). No estaba por demás el reconocer que el método no era absoluto, y por lo tanto sus valores tampoco lo eran; por lo que hubo que considerar la posibilidad de relacionar estos valores respecto a los obtenidos por algún otro método similar (que estuviese relacionado con alguna planta diferente a la que se consideró en este trabajo) con objeto de proporcionarle una aplicación mas amplia a la fórmula, y a lo cual se refirió con el nombre de "eficacia del método", consistente en la división (depende del tipo y características del procedimiento en comparación) de la media de valores obtenidos por el otro método entre la media obtenida para este trabajo (46.47% de sólidos solubles a nivel de extracto-percolación), el cual se multiplicaría por la "eficiencia de la planta" para dar : a .

Por último; y regresando a los resultados; al evaluar sensorialmente las mezclas de café tostado y molido correspondientes al grupo inicial de muestras, no se detectaron notas indeseables en ninguna de ellas.

## 5 . ANALISIS DE RESULTADOS .

## 5.0 ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1 Efecto de las imperfecciones.

De los resultados obtenidos podemos observar que, el tipo de beneficiado no influye de modo significativo; lo que deja a consideración que la diferencia de precios entre un grano lavado y uno natural, en igualdad de circunstancias (Humedad, número y tipo de imperfecciones), deba ser únicamente por el comportamiento en la taza (impacto, calidad de aromáticos, perfil, etc.).

Por otra parte, en el caso de grano pequeño la merma en rendimiento, no fué significativa respecto al de referencia, lo cual puede deberse a que su tamaño afecte solo en la transferencia de calor, que haga que su comportamiento sea diferente durante el tostado, la molienda e inclusive la extracción.

Respecto a la disminución en el aporte de sólidos de los granos negro, rojo y dañado puede deberse a que, las causas que provocan el daño, (enfermedades, heladas, deficiencias de nutrientes), impidan la formación de los componentes naturales que constituyen el grano del café (entre los que se encuentran: carbohidratos principalmente, como moléculas precursoras de sólidos solubles); o bien, que los microorganismos contaminantes, causantes del daño utilicen estos compuestos; manifestándose estos fenómenos como pérdidas en el rendimiento.

En el caso del capulín, la presencia de cascarrilla provoca la aparición de dos fenómenos importantes: 1) Protección del grano durante el tostado (las diferentes capas de cascarrilla funcionan como aislantes del grano, lo cual limita la pirólisis de determinados compuestos, lo cual nos va a reducir la formación de compuestos solubles); y 2) Buena parte de la cascarrilla se conserva incluso después de efectuado el tostado, lo cual contribuye al peso del grano, siendo menor el rendimiento de sólidos solubles respecto al mismo.

Refiriéndonos a la materia extraña: su presencia afecta, en el sentido de que contribuye al peso total, y sin embargo su contribución en sólidos solubles es nula y/o indeseable.

Cabe mencionar que los resultados expuestos en la Figura 7, a pesar de que están calculados al 100%, esto no indica que ese sea su rendimiento en caso de trabajar con la imperfección al 100% durante el tostado, molienda y extracción de sólidos solubles, ya que influyen muchos factores como son: el coeficiente de transferencia de calor, el grado de tostado, etc...

Respecto a la evaluación sensorial es importante destacar que en el café es posible detectar notas muy desagradables en lotes física y fisiológicamente buenos, así como también el contar con una muy buena resolución en taza en lotes de desmanche (con cantidad de imperfecciones mayores de 400/200g ) aparentemente malos (8), por lo que será siempre importante, evaluar de modo independiente, el comportamiento en taza (sabor-olor), respecto a la calidad visual, al precio y a su rendimiento potencial de sólidos solubles.

### 5.3 Comparación con la Norma Oficial Mexicana (DGN-F-157-1967).

En 1967 H. Wilbauk y col.(11), estudiaron los inconvenientes que tenía al enumerar los defectos, y encontraron que para 300 g de muestra, las cifras en número de granos estaban entre 1500 y 3000 según si éstos pesaban de 0.2 a 0.1 g cada uno; por ello no sería lo mismo detectar 50 granos negros en 1000 que el mismo número en 2000.

Por otro lado las imperfecciones tienen distinta densidad, además de que proporcionan un aporte de sólidos solubles diferente, lo cual cuestiona por sí solo que, por ejemplo un grano fermentado de igual tamaño que uno negro, o que un capulín, tengan la misma calificación; esto es, que los tres se consideran bajo la misma puntuación; un defecto (todo ello, sin tomar en cuenta que su comportamiento en taza sea distinto, lo cual enfatizaría todavía más, la inconveniencia de esta metodología de enumeración).

La Norma Oficial Mexicana para café crudo DGN-F-157-1967, (Véase apéndice I) propone entre otras cosas, para evaluar la calidad del mismo, el enumerar las imperfecciones que existan en una muestra de 1lb (454 g) y calificarlas a defectos según la tabla de defectos proporcionada por la Bolsa para el café y el azúcar de Nueva York (Fig. IA, Apéndice I). Además el número máximo de imperfecciones expuesto en la norma no es el usual en el mercado interno. (normalmente se tienen en el mercado nacional, por ejemplo, lotes de café prima lavado con números de imperfecciones que superan los 90 frente a los 10 que fija la norma; en tanto los lotes de café natural y el desmanche, llegan a presentar cifras que rebasan en muchas ocasiones las 400 y 700 respectivamente)(8), añadiendo que, la cantidad de muestra que mandan los proveedores suele ser de 200g frente a los 454g mencionados (8).

Sin embargo, el objetivo principal de este inciso, no es el hacer una crítica intensiva sobre la norma y el mercado en cuestión sino más bien, el tratar de exponer la importancia que tiene, el establecer congruencia entre una y otro (norma-mercado), en la medida en que esto sea posible.

Todo lo anterior nos lleva a proponer un método alternativo de evaluación que, subsane en lo posible los puntos mencionados; que se apoye en una base objetiva; que no dependa del tiempo para su vigencia; y que se fundamente en la pérdida de sólidos solubles, de modo que se fijen las condiciones comerciales, entre otras cosas, de acuerdo al rendimiento potencial que pudieran tener los lotes.

Visto de otro modo, se va a castigar el precio, si procede, no solo "ad libitum", sino también de acuerdo a la cantidad de sólidos solubles que se van a dejar de obtener por efecto de las imperfecciones.

A partir de los datos de eficiencia, se puede calcular el porcentaje de sólidos solubles que se van a dejar de obtener por la naturaleza de las imperfecciones, registrándose de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO 3.- PERDIDA DE SOLIDOS SOLUBLES

TIPO DE GRANO (IMPERFEC) :	gIMPERFEC/gMUESTRA :	MERMA <sub>i</sub>
1) GRANO VERDE	Y <sub>1</sub>	00.0
2) GRANO DAÑADO	Y <sub>2</sub>	7.8
3) CAFULIN	Y <sub>3</sub>	28.0
4) GRANO OSCURO	Y <sub>4</sub>	33.5
5) MATERIA EXTRARA	Y <sub>5</sub>	100.0

Donde la sumatoria del producto de cada renglón, nos va a dar un porcentaje estimado de sólidos solubles que se van a dejar de obtener sobre un potencial máximo concedido a un lote de grano bueno (verde).

$$\text{MERMA DEL LOTE} = \text{SUM} ( Y_i * \text{MERMA}_i )$$

Es entonces, a partir de estas pérdidas calculadas, que va a ser posible negociar objetivamente el precio de los lotes; si acaso no en la misma proporción en que se pierden los sólidos; pero sí será importante que se fijen rangos y límites a los cuales, mediante acuerdos proveedor-comprador, sean asignadas cantidades determinadas para castigar el precio; en los casos que lo requieran.

## 6. CONCLUSIONES .

## 6.0 CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados, a la metodología y recursos utilizados, y a los resultados obtenidos, las conclusiones a las que se llegó son:

6.1 No se encontró diferencia significativa en el aporte de sólidos solubles, entre café proveniente del beneficiado por vía húmeda (café lavado) y el proveniente de vía seca (café natural). Considerándose por lo tanto, en un mismo grupo, para efectos de cálculo de rendimiento.

6.2 No se encontró tampoco, pérdida significativa en la contribución de sólidos solubles, por efecto del tamaño del grano. Incluyéndose, por tanto en el mismo grupo que los anteriores (grano verde).

6.3 Apoyados ampliamente en los resultados y las experiencias obtenidos, es posible clasificar las distintas imperfecciones, tipos de granos empleados, en 5 grupos de acuerdo al cuadro 2 de resultados (4.0) y según las definiciones expuestas en la Introducción (1.2).

6.4 A partir de la proporción en que se encuentra cada uno de los grupos mencionados y los factores de eficiencia de la planta, es posible estimar el rendimiento que tendrán los distintos lotes de café y con ello, contar con datos reales para calcular y/o controlar los costos y la eficiencia de producción.

6.5 De el presente estudio, parte una metodología que ofrece una alternativa en cuanto a la clasificación de los cafés en México, respecto a la cantidad y tipo de imperfecciones.

6.6 La importancia de México como país productor y exportador de café, lo compromete a permanecer siempre al día, tanto en legislación y comercialización, como en tecnología y conocimiento del café en todos los ámbitos. Siendo esto más notable si tomamos en cuenta la importancia socio-económica (entre otras) que el café tiene en nuestro país.

## 7. BIBLIOGRAFIA .

7.0 BIBLIOGRAFIA

- (1) ASIC. Illy E. y Ruzzier L. 1967. Proposition d' un nouveau système d' évaluation gravimétrique des défauts du café vert. Association Scientifique Internationale du Café. Memorias del "3ème Colloque International sur la chimie des cafés". Trieste, Francia. pp 24-45.
- (2) Casillas G.F.J. 1987. Comunicación personal. General Foods de México. México, D.F.
- (3) Cervantes C.E. 1987. Comunicación personal. General Foods de México. México, D.F.
- (4) Clifford M.N. y Wilson K.C. 1986. "Coffee: Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage". ed. The Avi Publishing Company Inc. Connecticut, U.S.A.
- (5) Cochran W.G. y Cox G.M. 1985. "Diseños Experimentales" pp 33-64 ed. Trillas. México, D.F.
- (6) DGN Anónimo. Norma Oficial Mexicana para café crudo DGN-F-157-1967. 1967. Dirección General de Normas. Secretaría de Industria y Comercio. México, D.F.
- (7) GFM Anónimo. "Anteproyectos de Norma Oficial Mexicana para café crudo" 1983-1985. General Foods de México, S.A. México, D.F.
- (8) González-García A. y Bañuelos O.P. 1987. Comunicación personal. Cafés de México. Ecatepec, Edo. de México.
- (9) Gustafson T.L. 1984. "EPISTAT". Programa Estadístico para computadora. Texas, U.S.A.
- (10) Guzmán-Cebreros R.J. 1987. "Anteproyecto de un sistema de control de calidad en el beneficiado del café". Lic. Tesis. U.N.A.M México, D.F.
- (11) IFCC Wilbaux R. y Hahn D. 1965. Les relations entre les défauts des cafés verts ou torréfiés et les qualités à la tasse. Institute Français du Café et du Cacao. Memorias del "Second Colloque International sur la chimie des cafés verts, torréfiés et leurs dérivés". Paris, Francia. pp 212-221
- (12) INMECAFE Anónimo. "Beneficio Húmedo y beneficio seco del café. Generalidades ". 1987. Instituto Mexicano del Café. México, D.F.

- (13) INMECAFE Anónimo. "Recomendaciones prácticas sobre el beneficio húmedo del café en México". s/f. Folleto. Instituto Mexicano del Café. México, D.F.
- (14) Leyva R. 1987. Comunicación personal. Instituto Mexicano del Café. México, D.F.
- (15) MH Anónimo. "Roast color determination". 1968. Method #5B. Maxwell House. U.S.A.
- (16) MH Anónimo. "Determination of soluble solids". 1959. Method #6.07. Maxwell House. U.S.A.
- (17) MH Anónimo. "Extraneous matter". 1971. Method #22A Maxwell House. U.S.A.
- (18) MH Anónimo. "Roast visual check". 1969. Method #5A. Maxwell House. U.S.A.
- (19) MH Anónimo. "Roasted coffee moisture". 1971. Method #6E. Maxwell House. U.S.A.
- (20) MH Anónimo. "Foreign matter test-metal, particles". 1969. Method #9E. Maxwell House. U.S.A.
- (21) MH Anónimo. "Grind analysis". 1968. Method #3B. Maxwell House. U.S.A.
- (22) MH Anónimo. "Determination of extract concentration by hydrometer. 1968. Method #2A. Maxwell House. U.S.A.
- (23) Nuñez M.M. 1987. Comunicación personal. General Foods de México. México, D.F.
- (24) Pablos-Haak L. 1987. Comunicación personal. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D.F.
- (25) Rodríguez Vélez M. 1987. Comunicación personal. General Foods de México. México, D.F.
- (26) Sievetz M. y Desrosier N. 1979. "Coffee Technology". The Avi Publishing Company, Inc. Connecticut, U.S.A.
- (27) SSA Anónimo. "Reglamentos de la SSA para café". s/f. Cap.VII Cacac, café, té y productos derivados. Secretaría de Salubridad y Asistencia. México, D.F.

(28) Villaseñor L.A. 1987. Producción Moderna de Café en México. Agrocomunicación Saenz-Colín y asociados. México, D.F.

(29) Winton A.L. y Winton K.B. 1939. " The Structure & Composition of Foods". pp 147-150. John Wiley & Sons, Inc. Vol. IV. Nueva York, U.S.A.

**B . A P P E N D I C E .**



SECRETARIA  
DE  
INDUSTRIA Y COMERCIO

C.G.-4

DEPENDENCIA	DIRE. ENAL. NORMAS.
	DEPTO. NORMALIZACION.
SECCION	JEFATURA.
MESA	
NUM. DEL OFICIO	4-F-VIII-
EXPEDIENTE	

En Norma Oficial Mexicana.

ASUNTO: solución que declara definitivamente aprobada, con las modificaciones que se indican, la Norma Oficial de Calidad para Café Crudo. DGN-F-157-1968.

Con fundamento en los artículos 1º., 2º., 4º., 6º., 23 y 29 de la Ley General de Normas y de Pesos y Medidas, así como en el acuerdo publicado en el "Diario Oficial" de la Federación, del día 22 de abril de 1965 y

**CONSIDERANDO:**

1º En el "Diario Oficial" del 22 de marzo de 1968 se publicó la Norma Oficial de Calidad para Café Crudo. DGN-F-157-1968 y se concedió un plazo de tres meses, a partir de la fecha de publicación, para que los particulares aportaran los datos necesarios e hicieran las observaciones pertinentes.

2º Dentro de dicho plazo se recibieron observaciones que, consideradas, en primer término, por el Comité Consultivo de Normalización respectivo, y en segundo término, por esta Secretaría, se acordó aprobar en definitiva la norma mencionada, que aparece publicada en el "Diario Oficial" ya precisado.

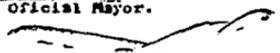
Se modifica la norma agregando el capítulo 3.

**3. METODOS DE PRUEBA.**

Los métodos de prueba para la comprobación de las especificaciones de esta norma, se encuentran en las Normas Oficiales de Métodos de Prueba correspondientes.

México, D.F., a 30 ABO. 1968

SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCION.  
El C. Oficial Mayor.

  
Lic. Francisco Rodríguez Gámez.

Al contestar este oficio, citarse los datos obtenidos en el cuadro del Anexo superior derecho.

SCP/mca.

**NORMA Oficial de Calidad para Café Crudo. DGN-F-157-1967.**

Al margen un sello que dice: Poder Ejecutivo Federal.—Estados Unidos Mexicanos.—México, D. F.—Secretaría de Industria y Comercio.—Dependencia: Dirección General de Normas.—Departamento de Normatización.—Sección: Biotécnica.

**AVISO AL PUBLICO**

Se hace del conocimiento de los particulares, que con fundamento en el Artículo 29 de la Ley General de Normas y de Pesas y Medidas, se les concede un plazo de tres meses, contados a partir de la fecha de publicación del presente aviso para que aporten a esta Dependencia Oficial los datos necesarios y hagan las observaciones pertinentes para la fijación de la Norma que a continuación se expresa, apercibidos que de no hacerlo esta Secretaría aprobará dicha Norma en los términos que considere procedentes.

**NORMA OFICIAL DE CALIDAD PARA "CAFÉ CRUDO". DGN-F-157-1967**

**1.—GENERALIDADES Y DEFINICION.**

**1.1.—Generalidades.**

La presente Norma tiene por objeto definir las características y establecer las condiciones que debe presentar el Café Crudo con fines de facilitar cualquier transacción comercial antes de su industrialización, este producto debe cumplir con las disposiciones que emanan del Instituto Mexicano del Café.

**1.1.1.—Usos.**

Es la materia prima, básica y esencial para la preparación de la bebida que lleva su nombre.

**1.1.2.—Alcance.**

Esta Norma de Calidad es aplicable exclusivamente al Café Crudo.

**1.2.—Definición:**

**1.2.1.—Café Crudo.**

Para los efectos de la presente Norma, el Café Crudo es la materia prima constituida por las semillas o almendras de las frutas maduras de plantas de la especie arábica, familia de las rubiacas, al que se le han quitado las capas que lo cubren, con el fin de estar listo para su industrialización.

**2.—CLASIFICACION Y ESPECIFICACIONES.**

**2.1.—Clasificación.**

El Café Crudo en grano se clasifica en dos tipos: A y B.  
Tipo "A", café lavado  
Tipo "B", café no lavados o naturales.

**2.1.1.—Tipo "A" o café lavados.**

Este tipo comprende cuatro grados de Calidad: A1, A2, A3 y A4.

**2.1.1.1.—A1 o de altura.**

Son los cafés de la especie arábica de altura o cuyas características sean de altura.

**2.1.1.2.—A2 o prima lavado.**

Son los cafés de la especie arábica, de mediana altura.

**2.1.1.3.—A3 o buen lavado.**

Son los cafés de la especie arábica de poca altura.

**2.1.1.4.—A4 o café lavados no exportables.**

Son todos los cafés que no se ajustan a ninguno de los tipos descritos en los incisos que anteceden.

**2.1.2.—Tipo "B", café no lavados o naturales.**

Este tipo comprende dos grados de calidad: B1 y B2.

**2.1.2.1.—B1 o café natural crudo.**

Son los cafés ya limpios de la pulpa seca.

**2.1.2.2.—B2 o café defectuoso.**

Son los cafés dañados, pudiendo ser agrios, fermentados, mohosos, terrosos, etc.

**2.2.—Especificaciones.**

**2.2.1.—Físicas.**

Los cafés crudos, descritos anteriormente deberán cumplir con las indicaciones de la Tabla 1.

**2.2.1.1.—Forma y tamaño.**

La forma y el tamaño del grano del café están en función de la variedad y de las condiciones climáticas vigentes en las diversas áreas productoras, durante el ciclo cafetero.

**2.2.2.—Organolépticas.**

**2.2.2.1.—A1 o de altura.**

Deben ser de muy buena presentación y de tasa fina, con acidez, buen aroma y cuerpo, así como los cafés finos (Fancy) y los amocidos por estratificación de altura.

**2.2.2.2.—A2 o prima lavado.**

Deben tener buena presentación y una tasa agradable, tanto en lo que se refiere a

**TABLA 1**

Grados de calidad	Producción a alturas sobre el nivel del mar, metros.	% Humedad		Núm. máximo defectos por cada 454 g (1 lb)	% máximo de granos vanos después del tostado
		Mínimo	Máximo		
A1 De altura.....	800 en adelante	9	12	7	—
A2 Prima lavado.....	700 — 800	9	12	10	2
A3 Buen lavado no exportables.....	100 — 700	9	12	10	—
A4 Café lavado no exportables.....	—	9	12	—	—
B1 Café natural, crudo.....	—	9	12	—	—
B2 Café defectuoso.....	—	9	12	—	—

soma como a cuerpo de tal manera que cumpla con lo establecido por la Bolsa de Café y del Azúcar de New York, para los cafés americanos certificables.

**2.2.2.3.—A3 o buen lavado.**

Son los que no tengan méritos especiales, tanto en la tasta como en su presentación, siendo el único requisito estricto que el café sea sano y que esté bien desmanchado.

**2.2.2.4.—A4 o cafés lavados no exportables.**

Dentro de este grupo se incluyen los que no entran en los tres grupos anteriores y son los que presentan desmanches, separaciones, dañados, etc.

**2.2.3.—Muestreo.**

**2.2.3.1.—Muestreo de aceptación.**

**2.2.3.1.1.—Lote.**

Estará constituido por la cantidad de unidades de producto, motivo de la transacción comercial.

**2.2.3.1.2.—Lote de prueba.**

El lote de prueba estará formado por el total de unidades de producto de un mismo grado de calidad.

**2.2.3.1.3.—Unidad de producto.**

Se considerará como unidad de producto un saco de 69 kg.

**2.2.3.1.5.—Criterio de aceptación.**

Cuando el número de unidades de producto que no cumplan con una o varias de las especificaciones que la Norma indica, sea igual o menor al número de aceptación se acepta el lote.

Si el número de unidades de producto que no cumplan con una o varias de las especificaciones de la Norma es igual o mayor al número de rechazo, el lote de prueba se rechaza.

**2.2.4.—Marcado.**

El envase del Café Crudo debe llevar un rotulado impreso permanente sobre el mismo.

Las inscripciones deberán ser fácilmente legibles a simple vista, redactadas en español o en otro idioma, si las necesidades así lo dispusieran y hechas en forma tal que no desaparezcan bajo condiciones de uso normal.

La impresión deberá llevar los siguientes datos: Nombre y marca registrada, grado de calidad, número de unidades, peso expresado en kg., número del lote, nombre o razón social del productor, la leyenda "PRODUCIDO EN MÉXICO" y el Sello Oficial de Garantía, cuando la Secretaría de Industria y Comercio así lo autorice.

**2.2.5.—Envasado.**

El Café Crudo para exportación debe ser envasado en sacos nuevos de fibra y otro material que facilite la manipulación del mismo. En lo que se refiere a consumo nacional, cuando los sacos sean usados, éstos deben ser remarcados y deben coincidir con la calidad contenida.

**2.2.6.—Aptodice.**

Lista de los defectos completos para el café de los Contratos "M", Bolsa de Café y Azúcar de New York.

Equivalen a un defecto completo:

Un grano completamente sobrefementado.

Una cresta seca.

Cinco conchas.

Cinco granos quebrados o partidos.

De dos a cinco granos parcialmente negros y sobrefementados, dependiendo de la extensión de la mancha o daño.

Cinco granos verdes (flotadores).

Tres palos pequeños.

Un palo mediano.

Dos o tres cáscaras dependiendo del tamaño.

Equivalen a dos o tres defectos completos:

Un palo grande de acuerdo con el tamaño, las piedras entran también en la misma clasificación.

**T A B L A I I**

**AQL = 2.5 (Defectos por 100 unidades)**

Tamaño del lote (Núm. de sacos de 69, 690 a 6 900 kg) (N)	Tamaño de muestra (Núm. de sacos muestreados) (n)				Criterio de acepta- ción	
	I	II	III	Ac	Re	
2 a 8	8	2	3	0	1	
9 a 15	7	3	5	0	1	
16 a 25	5	5	8	0	1	
26 a 50	5	8	13	0	1	
51 a 80	5	13	20	0	1	
81 a 150	8	20	32	1	2	
151 a 200	13	32	50	2	3	
201 a 300	20	50	80	3	4	
301 a 500	32	80	125	5	6	
501 a 800	50	125	200	7	8	
801 a 1000	80	200	315	10	11	
1001 a 35 000	125	315	500	14	15	
35 001 a 150 000	200	500	800	21	22	
150 001 a 500 000	315	800	1 250	31	32	
Más de 500 000	500	1 250	2 000	31	32	

**2.2.3.1.4.—Procedimiento.**

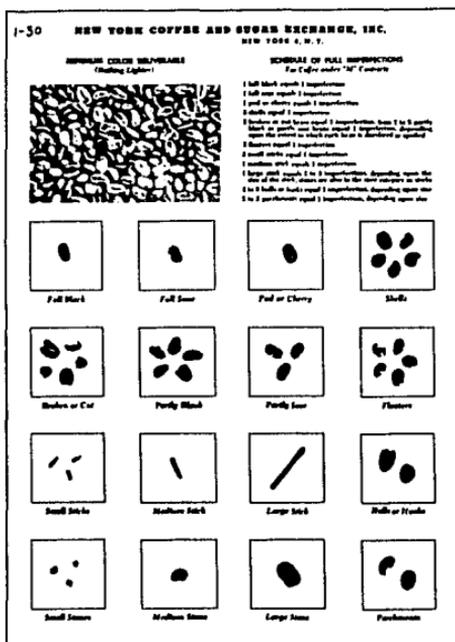
Se separa el lote en lotes de prueba de acuerdo con 2.2.1.2., del número de unidades de producto que constituyen el lote de prueba (N) se toma una muestra al azar constituida por (n) unidades de producto, se les extrae una cantidad necesaria y se procede a verificar su calidad, haciendo uso de los métodos oficiales de prueba.

México, D. F., diciembre de 1957. El C. Oficial Mayor, Lic. Francisco Rodríguez Gómez.—Rubrica.

TABLA DE DEFECTOS PARA EL CAFE, PROPORCIONADA POR LA BOLSA PARA

EL CAFE Y EL AZUCAR DE NUEVA YORK

Fig.1A



## 8.2 EJEMPLO DE UTILIZACION DE LA TABLA DE PREDICCIÓN.

Para corroborar la tabla de predicción propuesta, se muestreó un lote determinado; se obtuvo la proporción en que se encontraban los 5 grupos destacados y con los datos, se corrió un programa para computadora similar al anexo (8.3). Por otro lado se tomó una fracción tostada del mismo lote, en la Planta de referencia y se le extrajeron los sólidos solubles por el método utilizado en el laboratorio, en tanto que en la planta se le extraían, al mismo lote-corrída, los suyos.

Al final se compararon los datos obtenidos por las tres vías, encontrándose que eran semejantes entre sí con una  $p < 0.05$ .

A continuación se cita un ejemplo apoyado en datos reales a la fecha de su elaboración (ago-sep '87).

Llegaron 4 lotes al almacén acompañados de la siguiente información:

* CLAVE DEL LOTE:	A	B	C	D
* TIPO DE LOTE :	PRIMA LAVADO	NATURAL 1a	DESMANCHE	DESMANCHE
* PRECIO :	2,300.00	1,900.00	1,400.00	1,350.00
* g MUESTRA :	200	200	200	200
* g G. VERDE :	180	140	120	80
* g G. DAÑADO :	10	35	40	70
* g G. CAPULIN :	--	2	5	10
* g G. OSCURO :	10	23	32	34
* g MAT. EXT. :	--	--	3	6

EFICIENCIA DE LA PLANTA (MOLIENDA A PERCOLACION) : 0.9

Al correr el programa se obtuvieron los siguientes resultados:

RESULTADOS POR LOTE

CLAVE DEL LOTE	%SOL. SOLUBLES	%MERMA	RELACION COSTO/BENEFICIO
A	40.9596	2.06	56.1532
B	39.5237	5.49	48.0722
C	38.0087	9.12	36.8336
D	36.4592	12.82	37.0277

Donde se interpreta lo siguiente:

La columna: %SOL. SOLUBLES, se refiere al rendimiento que tendrá el café tostado alimentado del lote en cuestión, a nivel de percolación; con un coeficiente de correlación (eficiencia de la planta en esta etapa respecto al método utilizado) de 0.9 .

La columna: %MERMA, nos habla de la proporción de sólidos solubles menor; que se va a obtener respecto un lote que se encuentre al 100% de grano verde, sin incluir la eficiencia de la planta; por lo que es posible, a través de este dato, negociar los precios entre las distintas partes involucradas, ya que solo va de por medio la calidad intrínseca del café que se está manejando.

La columna: RELACION COSTO/BENEFICIO, se traduce como el precio por cada 1% de sólidos solubles obtenibles, el cual (el porcentaje de s.s.) al ser multiplicado por la magnitud del lote (en su forma fraccionaria) nos dará el precio por kilogramo de café potencialmente aprovechable, lo que permite evaluar la conveniencia de adquisición de los lotes (por parte del consumidor de café verde: Industrial) o bien la fijación de precios mas justos (por parte del productor o vendedor).

### 8.3 PROGRAMA PARA COMPUTADORA.

El siguiente, no es más que un simple programa cuyo objetivo es ilustrar la mecánica y aplicación de lo expuesto con anterioridad es por ello, que puede implementarse y con toda seguridad perfeccionarse para los fines que a los usuarios convengan.

Su función básica es estimar a priori, el rendimiento de los diferentes lotes que se reciban, basándose en el número y tipo de imperfecciones, así como en los resultados obtenidos durante el transcurso del trabajo.

El programa fué desarrollado en el Departamento de Investigación y Desarrollo de General Foods de México por el:  
Ing. Eduardo Molina C.

A continuación se presenta el mencionado :

```

10 CLS
20 DIM P(50)
30 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT TAB(30);"          ==
=====
40 PRINT TAB(30);"          PROGRAMA PARA LA EVALUACION DEL REND
MIENTO DEL CAFE VERDE"
50 PRINT TAB(30);"          =====
=====
60 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT: A=.95
70 PRINT "EL FACTOR DE LA EFICIENCIA DE LA PLANTA ES ";A;;INPUT
"DESEA MODIFICARLO (S/N) "; A#
80 IF A#="S" OR A#="s" THEN INPUT "CUAL ES EL NUEVO VALOR DE LA E
FICICIENCIA: ";A
90 CLS
100 REM ***** ENTRADA DE DATOS *****
110 INPUT "CANTIDAD DE LOTES A EVALUAR"; N
120 CLS
130 FOR I=1 TO N
140 IF I=1 THEN INPUT "CLAVE DEL PRIMER LOTE: ";C*(I); INPUT "PR
ECIO DEL LOTE "; P(I); GOTO 170
150 PRINT "CLAVE DEL ";I;". LOTE: ";;INPUT C*(I)
160 INPUT "PRECIO DEL LOTE ";;P(I)
170 CLS ;

```

```

180 NEXT I
190 FOR I=1 TO N
200 PRINT:PRINT:PRINT "LOTE  "C$(I)
210 PRINT:PRINT:PRINT
220 REM ***** CALCULOS *****
230 INPUT "FRACCION DE GRANO VERDE      : ";GV(I):EV(I)=GV(I)*100
240 INPUT "FRACCION DE GRANO MANCHADO  : ";GM(I):EM(I)=GM(I)*92.2
:MM(I)=GM(I)*7.8
250 INPUT "FRACCION DE GRANO OSCURO    : ";GO(I):EO(I)=GO(I)*66.5
:MO(I)=GO(I)*33.5
260 INPUT "FRACCION DE GRANO CAPULIN   : ";GC(I):EC(I)=GC(I)*72:M
C(I)=GC(I)*28
270 INPUT "FRACCION DE MATERIA EXTRAÑA : ";GE(I):ME(I)=GE(I)*100
280 PRINT:PRINT:INPUT "ESTAN CORRECTOS ESTOS DATOS (S/N)  ":D$:
IF D$="n" OR D$="N" THEN CLS:GOTO 200
290 SU(I)=EV(I)+EM(I)+EC(I)+EO(I)
300 SS(I)=.4647*A*SU(I)
310 MA(I)=MM(I)+MC(I)+MO(I)+ME(I)
320 CB(I)=P(I)/SS(I)
330 CLS
340 NEXT I
350 REM ***** SALIDA DE DATOS *****
360 PRINT "          RESULTADOS POR LOTE":PRI
NT
370 PRINT "-----"
"
380 PRINT "CLAVE DEL LOTE" ; TAB(20) ; "% SOL. SOLUBLES" ; TAB(42
) ; "MERMA" ; TAB(54) ; "RELACION COSTO BENEFICIO"
390 PRINT "-----"
"
400 FOR I=1 TO N
410 PRINT C$(I) ; TAB(22) ; SS(I) ; TAB(41) ; MA(I) ; TAB(61) ; CB(I
)
420 NEXT I
430 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
440 INPUT "DESEA REALIZAR ALGUNA OTRA DETERMINACION (S/N) " ; B$
IF B$="S" OR B$="s" THEN 90
450 CLS
460 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT "FIN DEL PROGRAMA..."
470 END

```