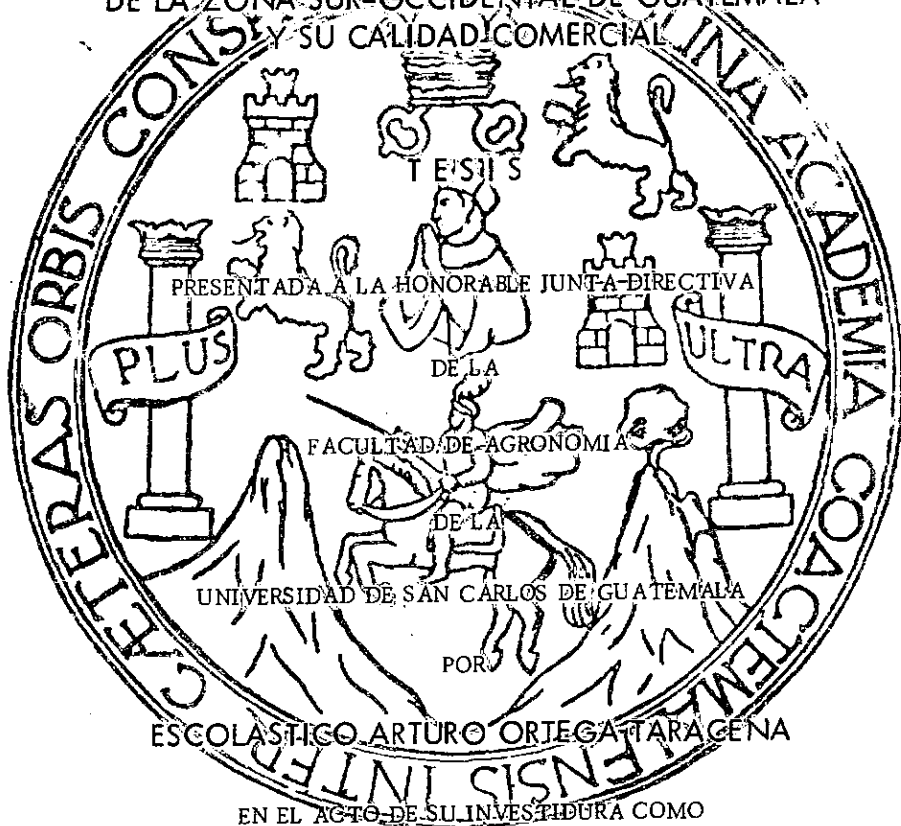


BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

CORRELACION
ENTRE ALGUNAS PROPIEDADES FISICAS
DEL CAFE EN ORO Y TOSTADO
DE LA ZONA SUR-OCCIDENTAL DE GUATEMALA
Y SU CALIDAD COMERCIAL



INGENIERO AGRONOMO

No. 78

XXXXXXXX

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1969

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

BIBLIOTECA

DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

PdeO. Guate, Oct., 27-1969 -

01
T(254)
C.3

RECTOR MAGNIFICO DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LIC. EDMUNDO VASQUEZ MARTINEZ

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	ING. AGR. RENE CASTAÑEDA PAZ
VOCAL I:	ING. AGR. EDGAR L. IBARRA A.
VOCAL II:	ING. AGR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
VOCAL III:	LIC. FERNANDO TIRADO BARROS
VOCAL IV:	BR. EMILIO ESCAMILLA
VOCAL V:	P.P. OSCAR GONSALEZ
SECRETARIO:	ING. AGR. FERNANDO LUNA ORIVE

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

DECANO:	ING. AGR. RENE CASTAÑEDA PAZ
EXAMINADOR:	ING. AGR. MARCO TULIO URIZAR
EXAMINADOR:	DR. JOSE DE JESUS CASTRO
EXAMINADOR:	ING. AGR. MARIO MARTINEZ
SECRETARIO:	ING. AGR. FERNANDO LUNA ORIVE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12

Apertado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

Guatemala,
13 de Octubre de 1969

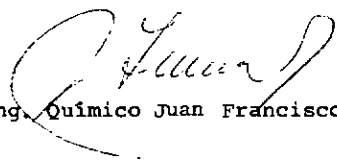
Sr. Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. René Castañeda Paz
Presente.

Señor Decano:

En cumplimiento a la designación que se sirviera hacernos, informamos a usted que hemos asesorado al Bachiller ESCOLASTICO ARTURO ORTEGA TARACENA, en la elaboración y presentación de su trabajo de tesis titulado "CORRELACION ENTRE ALGUNAS PROPIEDADES FISICAS DEL CAFE EN ORO Y TOSTADO DE LA ZONA SUR - OCCIDENTAL DE GUATEMALA Y SU CALIDAD COMERCIAL". Dicho trabajo llena los requisitos para su aprobación y constituye una contribución valiosa en el control de la calidad del café de Guatemala.

Sin otro particular, nos suscribimos atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Químico Juan Francisco Menchú.


Ing. Agr. Edgar Leonel Ibarra.

RECONOCIMIENTO

=====

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento especial al Departamento de asuntos agrícolas de la Asociación Nacional del Café, por haber facilitado el material y el equipo, así como a su Director Ingeniero Químico Juan Francisco Menchú por su valiosa asesoría y revisión de este trabajo.

Al centro de cálculo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Al Ingeniero Agrónomo Edgar Leonel Ibarra, Director del Laboratorio de Biometría del Departamento de Investigaciones de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, por sus especiales sugerencias y asesoría en el renglón estadístico.

TESIS QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO

A GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVER -
SIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,

A LA ASOCIACION DE ESTUDIANTES DE AGRONO
MIA,

A LA ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE

A MI BISABUELO ESCOLASTICO ORTEGA ANTI-
LLON PIONERO DE LA EXPORTACION DE CAFE
EN GUATEMALA,

ACTO QUE DEDICO

=====

A MIS PADRES:

ESCOLASTICO ORTEGA PEÑA
HERMINIA TARACENA DE ORTEGA

A MI ESPOSA:

DAGMAR SCHLAFFKE DE ORTEGA

A MIS HIJOS:

ESCOLASTICO ARTURO
DAGMAR BEATRIZ

A MIS HERMANOS

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Por las normas que rigen los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

CORRELACION
ENTRE ALGUNAS PROPIEDADES FISICAS
DEL CAFE EN ORO Y TOSTADO
DE LA ZONA SUR-OCCIDENTAL DE GUATEMALA
Y SU CALIDAD COMERCIAL

Al presentarlo como requisito previo para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, confío en que merecerá vuestra aprobación

Reiterandoos las muestras de mi más alta consideración y estimo, me es grato suscribirme como vuestro servidor,

Escolástico Arturo Ortega Taracena

= CONTENIDO =

I	INTRODUCCION
II	REVISION DE LITERATURA
III	MATERIALES Y METODOS
	1. Materiales
	2. Métodos
	3. Metodología Estadística
IV	RESULTADOS
V	DISCUSION
VI	CONCLUSIONES
VII	RESUMEN
VIII	BIBLIOGRAFIA
IX	APENDICE

I INTRODUCCION

Como consecuencia de la Tercera Sesión Plenaria del Consejo Internacional del Café, celebrada en Londres el 30 de Agosto de 1966, en la que se aprobó la resolución que se refiere al establecimiento de un grupo de trabajo que estudie los medios para adoptar un código internacional de normas de calidad; algunos países cafetaleros han iniciado estudios preliminares tendientes a establecer las bases para el establecimiento eventual de normas de calidad en el producto destinado para la exportación. Guatemala cuenta con una serie o escala de tipos comerciales de café muy compleja, debido a las distintas condiciones de clima y geografía donde se produce café. Tradicionalmente se ha venido clasificando en base a la observación visual y evaluación de las características organolépticas de la bebida por parte de personal altamente especializado. Existen sin embargo, algunos hechos y propiedades físicas que podrían evaluarse para establecer las correlaciones del caso con los distintos tipos o calidades, por ejemplo, cuando el "Catador" o sea el calificador, tuesta la muestra para probarla, observa las características del grano tostado, de acuerdo con su aspecto general, el color del grano y grado de abertura de la hendidura, determina lo que se llama "carácter", y establece si se trata de un café de baja, mediana o mucha altura. Es indudable que un grano con la hendidura muy abierta, como ocurre con los cafés muy bajos, se ha hinchado más que uno que la presenta cerrada y además que se nota más compacto; es necesario por lo tanto, conocer o encontrar la medida de esos hinchamientos y otras propiedades físicas que pue

dan correlacionarse con la calidad intrínseca del grano.

En el presente trabajo se pretende correlacionar, la calidad del café de la Costa Sur-Occidental de Guatemala con:

- a) Su rendimiento en café tostado;
- b) La densidad aparente del grano tostado; y
- c) El grado de hinchamiento adquirido durante el tostamiento.

Se aprovechará la oportunidad para determinar el peso de 1,000 granos del café en oro y su densidad aparente.

Información como la antes mencionada es indispensable obtener para tratar de establecer en el futuro normas de calidad, que puedan ser aplicables a nuestro principal producto de exportación.

II REVISION DE LITERATURA

En la escasa literatura que existe sobre este tema no aparece hasta ahora ninguna referencia sobre estudios efectuados en este sentido en cafés producidos en Guatemala, al menos en trabajos que establezcan alguna correlación desde el punto de vista estadístico ya que, Menchú e Ibarra (4) hacen referencia únicamente al hecho conocido de que los cafés producidos en la Zona Sur Occidental de Guatemala tienen mayor densidad aparente y mayor tamaño a mayores altitudes.

En el Boletín No.8 de la Asociación Nacional del Café "La Determinación de la Calidad del Café" (3), aparece una tabla donde se exponen algunas características físicas del café del Departamento de Quezaltenango, entre ellas la densidad aparente del grano de café en oro, determinada durante tres años consecutivos encontrándose que 122 muestras de los tipos Bueno Lavado y Extra Bueno Lavado dieron un promedio de 71.98 kilos por hectolitro, mientras que 57 muestras del tipo Estrictamente duro, mostraron un promedio de 72.36 kilos por hectolitro. En la misma publicación se menciona que el peso del millar de granos de café en oro, aumenta sensiblemente con la altura de la plantación, ya que para el café Bueno Lavado se obtuvo un promedio de 140 gramos, mientras que para el Estrictamente duro de fantasía se alcanzó un promedio de 186 gramos.

Gordian (2) cita datos interesantes sobre el peso de 1,000 granos. Para 43 muestras de café de todo el mundo tanto Arábicas como Robustas. Para los Arábicas se encontró una muestra de Hawaii con 191.2 gramos, Costa Rica, con 180.3 gramos, como máximos; y muestras del Brasil con 121.6 gramos y de Etiopía con 124.2 como los que mostraron los menores pesos. Guatemala aparece con 152.9 gramos. Para los Robustas, se encontró que la muestra de Madagascar pesó 152 gramos, siendo la cifra máxima y la de Sumatra con 110 gramos como mínima.

De acuerdo con Sivetz y Foote (7) el peso específico del café de lotes que entran a los Estados Unidos, está para los brasileños alrededor de 1.20 para los centroamericanos cerca de 1.24 y para los colombianos en 1.27. En cambio para los cafés africanos-portugueses (P.W.A.) el peso específico está alrededor de 1.18; hacen notar los autores que este peso específico apenas varía entre lotes de 0.01 a 0.02. Según los mismos autores los cafés antes mencionados después de un tueste mediano y tueste oscuro dieron respectivamente los siguientes pesos específicos: 0.65/0.57; 0.67/0.58; 0.75/0.65 y 0.75/0.65.

Según René Coste (1) en su libro "Cafetos y Cafés del Mundo" las modificaciones físicas y mecánicas provocadas en el café por la torrefacción son:

"a) Pérdida de peso:

La pérdida de peso se debe esencialmente a la evaporación de agua que el café verde contiene

en proporción variable, generalmente comprendida entre 10 y 12%, tras permanecer almacenado en un clima moderado. El agua se evapora primero lentamente hasta 90 a 100°C, luego rápidamente entre 100 y 130°C. Después el porcentaje permanece estable alrededor del 3% disminuyendo entre 250 y 280°C., con desecación total a 300°C.

La pérdida de peso del café en la torrefacción varía dentro de los límites extremos de 14 y 23%. Este fenómeno está relacionado con el origen botánico del café, modo de preparación del grano en el lugar de la producción, etc. En las condiciones habituales de la torrefacción francesa, muy intensa, la pérdida de peso alcanza y a veces sobrepasa el 20%. Evidentemente, en las torrefacciones más moderadas (americanas, alemanas, etc.) la pérdida ponderal es inferior.

La evaporación de agua no es el único factor responsable de la pérdida de peso del café torrefacto. Cuenta también la eliminación de la película plateada, o sea, una pérdida de 0.2 a 0.4%.

b) Aumento de Volumen:

Se observa un importante aumento volumétrico entre 180 y 220°C. y aún más allá de estas temperaturas.

El aumento de los granos varía entre 30% y 100%, siendo lo más corriente del 50 al 80%. Esta es la razón por lo que las máquinas pueden ser utilizadas tan solo en el 40% de su capacidad.

El origen botánico y el lugar de procedencia son los elementos que parecen desempeñar el papel primordial. Es bien sabido que a las mismas condiciones de temperatura, los cafés de la especie Arábica aumentan mucho más que las de la especie Canephora. Los primeros acusan un aumento de volumen de 80 a 100% contra el 30 a 70% de estos últimos".

"La densidad aparente del café torrefacto disminuye correlativamente con el aumento de volumen. Como ejemplo veremos algunas variaciones en el café Colombiano:

215°C = 9.3% de expansión volumétrica en
relación al café verde y
0.662 de densidad aparente.

230°C = 58.5% de expansión volumétrica en
relación al café verde y
0.429 de densidad aparente.

242°C = 85.6% de expansión volumétrica en
relación al café verde y
0.352 de densidad aparente.

RECEIVED
JAN 10 1960
LIBRARY OF THE
U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
WASHINGTON, D.C.

c) Coloración del Grano:

El color de los granos es probablemente correlativo al tipo de café, pero depende sobre todo, de la intensidad y duración de la torrefacción.

La coloración de la superficie del grano se identifica rara vez con la del producto molido, siendo más clara en la mayoría de los casos. Por esta razón las pruebas de degustación son siempre acompañadas por la presentación del café verde, el torrefacto y el molido".

d) Textura Interna:

Hemos visto, que a un cierto grado de torrefacción el grano aumenta de volumen, y que esta expansión es acompañada, por una crepitación.

Este fenómeno, probablemente provocado por la presión de los gases internos, da lugar a la aparición de grietas y fisuras en el grano.

El café está tanto más tostado, cuanto es menos la diferencia entre la coloración de la superficie del grano y su corte".

e) Resistencia a la Presión:

Unos experimentos consistentes en la rotura de los granos mediante aparatos de percusión, inventados por Orosco E., han permitido a este último constatar una caída brusca de la resistencia del grano entre 170 y 180°C (Arábica). Más allá de esta temperatura se observan pocas variaciones. Parece que hay correlación entre el aumento de volumen del grano y la baja de su índice de resistencia a la presión."

El tueste que los catadores hacen para la determinación de la calidad, es distinto del tueste comercial ya que generalmente se tuesta un poco menos, por lo menos en la práctica seguida por los catadores de la Asociación Nacional del Café de Guatemala (3).

La muestra cuyo peso es de 250 gramos se coloca dentro del tostador que previamente ha sido calentado a una temperatura que oscila entre 240 y 250° C., al cargarlo con la muestra la temperatura baja a 200°C y después de aproximadamente 8 minutos que dura el procedimiento y antes de descargar el aparato para el rápido enfriamiento de la muestra tostada; el ambiente del tostador ha alcanzado temperaturas que oscilan entre 225 y 250°C. En estas condiciones el tueste se condensa hasta que la muestra empieza a crepitar; entonces el catador observa cuidadosamente el desarrollo del tueste sacando mues

tras repetidamente, hasta que se insinúa un ligero brillo sobre la superficie de los granos, entonces descarga rápidamente el aparato como antes se indicó. Este punto corresponde a una infusión que tiene alrededor del 45% de transmisión a una longitud de onda de 550 m en el filtrado diluido hasta una relación del 5% en peso del café en polvo al agua usada (3). Esto fue el procedimiento seguido para el tueste de las muestras de este trabajo.

Cuando se observa el café tostado, si las muestras proceden de distintos tipos de café comercial, por ejemplo, de un café bajo, un café de mediana altura o de mucha altura, esto se puede distinguir a simple vista. En primer lugar aparece una coloración más pálida en los cafés bajos; esta coloración resulta más oscura en los medianos y más pronunciada en los cafés altos, notándose a la vez que la superficie del grano aparece bastante lisa en los cafés bajos y conforme aumenta la altura de la plantación, se hace cada vez más corrugada; por otra parte, se nota que los cafés bajos se abren más, es decir, aparecen más reventados; esto también sucede con cafés procedentes de frutos verdes o de frutos enfermos, son los llamados "quakers". En cambio conforme aumenta la altura de la plantación la hendidura del grano se mantiene más cerrada dando la impresión de que el grano se hincha mucho menos.

Revisando los datos que presenta la publicación

de la Gordian (2) se nota que la pérdida de peso del café tostado en las muestras que se estudiaron es bastante variable, ya que por ejemplo, entre los Arábicas para una de las muestras de Colombia se tuvo una pérdida de peso de 16.9%, mientras que para una muestra de Java se tuvo una pérdida de peso de apenas 11.8%. Observando otros datos de dichas muestras, se encuentra que la muestra de Colombia tenía un contenido de humedad del 12%, mientras que la muestra de Java tenía un contenido de humedad apenas de 5.6%. Entre los estudios más completos sobre el fenómeno de la tostación del café están los de Rabechault (5) quien llega a conclusiones como las siguientes:

Los cafés más grandes y más húmedos se hinchan más que los menudos. Por esta razón considera que los Robustas de la Costa de Marfil hinchan más que los de Madagascar.

Según Sivets y Foote (7), cuando se tuestan juntos cafés brasileños y cafés suaves, los primeros tuestan más oscuro, por ser más pequeños y menos densos que los últimos.

Según los mismos autores, durante la tostación el grano es calentado lo suficientemente rápido para provocar la inmediata eliminación del agua libre y combinada, subiendo la temperatura del material seco hasta 180°C., ocurriendo entonces la descomposición térmica y cambios químicos dentro del grano. En la fracción de un minuto

ocurren cambios exotérmicos y la temperatura del grano sube hasta 200 o 210°C. con una pérdida de materia seca de 4 al 6 por ciento, la pérdida total si se supone una humedad inicial del 12% puede llegar a estar dentro del 16 y el 18 por ciento.

Es en este último período en que el grano se hincha casi al doble. Según el mismo autor, la densidad aparente del grano tostado varía con el grado de tueste, la velocidad del mismo y el contenido original de humedad, además, indica que la densidad aparente de las Robustas tostados varía de 33 a 23 libras por pie cúbico, mientras que una mezcla de suaves y brasileños, al 50% de muy buenos cafés varía de 23 a 18 libras por pie cúbico, determinaciones hechas llenando libremente un pie cúbico.

III MATERIALES Y METODOS

1. Materiales:

Se utilizaron muestras obtenidas en la Asociación Nacional del Café, de las que anualmente envían los caficultores de toda la república. Para este estudio se decidió tomar muestras de una zona cuyas características ecológicas son más uniforme o sea, la región productora de café de los Departamentos de San Marcos, Quezaltenango, Retalhuleu y Suchitepéquez, la cual es llamada en este trabajo "Zona Sur Occidental".

En la zona antes mencionada se producen siete (7) tipos bien definidos de café, estos son: Bueno Lavado, Extra Bueno Lavado, Prima, Extra Prima, Semi-Duro, Duro y Estrictamente Duro, los cuales se producen a alturas variables de alrededor de 500 metros hasta 1,500 metros sobre el nivel del mar.

El presente trabajo se hizo sobre veinte (20) muestras tomadas al azar de cada uno de los tipos antes señalados, procedentes de la mencionada zona. Las muestras corresponden a la variedad comercial conocida en Guatemala como Arabigo-Bourbon que botánicamente es una mezcla de Typica y de Bourbon.

Las muestras se tomaron del muestrario del Departamento de Catación de la Asociación Nacional del Café.

a. De la Muestra 1 a 20 del Tipo Bueno Lavado

b. De la Muestra 21 a 40 del Tipo Extra Bueno lavado.

c. De la Muestra 41 a 60 del Tipo Prima

d. De la Muestra 61 a 80 del Tipo Extra Prima

e. De la Muestra 81 a 98 del Tipo Semi Duro

f. De la Muestra 101 a 120 del Tipo Duro

g. De la Muestra 121 a 140 del Tipo Estrictamente Duro.

TIPOS DE CAFE DE GUATEMALA



BUENO LAVADO

Nótese
la amplitud
de la hendidura



EXTRA BUENO LAVADO

El tamaño crece en sentido de las cifras 1 al 8

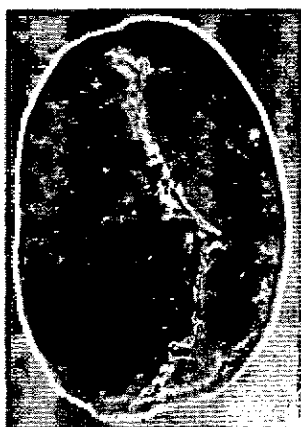


PRIMA

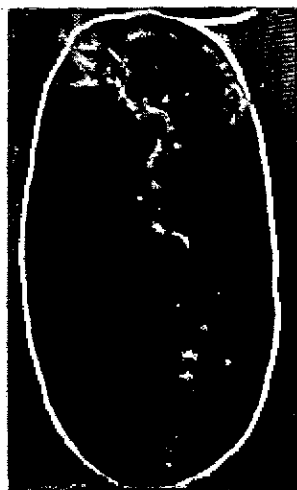


EXTRA PRIMA

Nótese la hendidura muy cerrada y el pliegue o dobléz más marcado.



ESTRICTAMENTE DURO

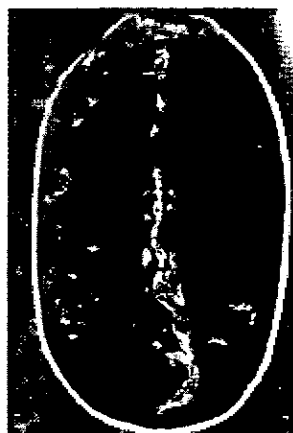


ESTRICTAMENTE DURO
(fantasía)

En la zona suroccidental llega a su máximo en los tipos
semiduro y duro.



DURO



SEMI DURO

2. Métodos:

Se utilizaron 250 gramos de café en oro de cada una de las muestras:

a. Determinación de Humedad:

Se pesan 100 gramos y se carga el aparato, luego se hace la lectura correspondiente, para enseguida corregir dicha lectura por la temperatura. Se calibró el aparato, cada 20 determinaciones.

b. Peso de 1,000 Granos:

De la muestra se toma al azar un puñado de granos de los cuales se seleccionan 100 con la tabla descrita en el apéndice. La cifra obtenida se multiplica por diez. Para obtener el peso de los 1,000 granos.

c. Densidad Aparente Oro:

Los 250 gramos se depositan en el embudo descrito en el apéndice (Equipo): un tapón adecuado, permite mantener la muestra uniformemente repartida en el embudo, el cual al ser removido, permite la caída libre del café. El conjunto está suspendido exactamente a cinco centímetros del borde superior de la probeta donde se recibe el café.

Al remover el tapón, el café cae libremente dentro de la probeta y se lee en ella la cantidad de mililitros alcanzados por la muestra, se calculan los resultados en kilos por hectolitro.

d. Torrefacción:

Las 138 muestras fueron tostadas en el Departamento de Catación de la ANACAFE, por los propios catadores, en las tostadoras descritas en el apéndice, habiéndoseles dado el tueste correspondiente al punto de catación, que como es sabido es un poco más claro que el tueste comercial.

e. Densidad Aparente del Tostado:

Se lleva a cabo usando los mismos medios y el mismo método de densidad oro.

f. Rendimiento: Oro, Tostado:

Se calculó a partir de los pesos de café en oro y del tostado, y se expresó en porcentaje.

g. Hinchamiento:

Se obtuvo así:

$$\frac{\text{Densidad aparente oro} \times \text{rendimiento}}{\text{Densidad aparente tostado} \times 100}$$

3. Metodología Estadística:

Se analizaron estadísticamente los resultados de seis determinaciones: Humedad del café en oro, densidad aparente del café en oro, densidad aparente del café tostado, rendimiento en café tostado, hinchamiento aparente del café tostado y peso del millar de granos del café en oro; para poner a prueba la hipótesis de que entre calidades no existen diferencias en dichas determinaciones.

Esto se hizo considerando a cada una de ellas por separado, mediante el análisis de varianza; y también simultáneamente considerando las seis (6) determinaciones en conjunto, mediante el criterio de WILKS para lo cual, la estadística de la prueba es:

$$V = -m \log e \Lambda \quad \text{donde:}$$

$$\Lambda = \frac{|T_e|}{|T|} \quad \text{siendo } T_e \text{ y } T = \begin{array}{l} \text{Determinantes} \\ \text{de las matrices} \\ \text{de covarianza} \\ \text{total y cova-} \\ \text{riancia del} \\ \text{error respectiva} \\ \text{mente.} \end{array}$$

$$\text{Asimismo: } m = n - \frac{P + Q + 1}{2}$$

donde $P = \#$ de variables

$Q = \#$ de tipos de café - 1

$N = \#$ Total de muestras - 1

Los cálculos se efectuaron con el auxilio de la computadora IBM - 1620 de la Facultad de Ingeniería.

También se determinaron los coeficientes de correlación entre los pares de determinaciones físicas.

IV RESULTADOS

En el Cuadro Número 1, se presentan los promedios aritméticos de las seis variables en los siete tipos de café examinados. El Cuadro Número 9 muestra los resultados de los análisis de varianza para cada una de las variables.

Para la variable X_1 , Humedad del Café en oro, (Cuadro Número 1) puede notarse que aunque no hay una tendencia definida y no resultó estadísticamente significativa; se notan ligeramente más secas las muestras de mayor altura, lo cual es natural ya que son cosechadas en épocas secas y tienen un período más corto de almacenamiento.

Para la variable X_2 , densidad aparente del café en oro, se aprecia una tendencia ascendente, desde el tipo Bueno Lavado con 70.08 kilos por hectolitro hasta llegar al tipo Estrictamente Duro con 73.31, existe una ligera desviación de la tendencia en el tipo Prima. Se observa (Cuadro Número 9) que esta variable difiere significativamente entre tipos al 0.05 de probabilidad.

Para la variable X_3 , densidad aparente del grano tostado (Cuadro Número 1) puede verse una notable tendencia ascendente, sin ninguna desviación,

desde 35.45 kg./Hl. en el tipo Bueno Lavado, hasta 41.08 kg/Hl. en el tipo Estrictamente Duro. Para el análisis de varianza (Cuadro Número 9) esta variable difiere en forma altamente significativa.

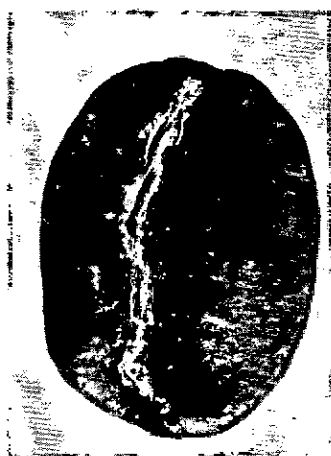
Para la variable X_4 , rendimiento del café en oro, en café tostado (Cuadro Número 1) observamos una ligera tendencia descendente, desde 87.01% en el Bueno Lavado, hasta 86.45% en el Estrictamente Duro, puede notarse una pequeña variación de la tendencia en los dos últimos tipos. Para el análisis de varianza (Cuadro Número 9) también resultó altamente significativa la diferencia entre tipos.

La variable X_5 , o sea el peso de 1,000 granos de café en oro, (Cuadro Número 1) se presenta con una tendencia ascendente bastante marcada, aunque hay cierto descenso al final en el tipo Estrictamente Duro que pesó 169.40 gramos contra 173.00 del tipo Duro, habiendo empezado el tipo Bueno Lavado con un peso de 142.45 gramos. En el análisis de varianza (Cuadro No.9) las diferencias entre tipos son altamente significativas.

Para la variable X_6 , hinchamiento del grano tostado, (Cuadro Número 1) se nota una tendencia descendente bastante marcada, que va desde 71.9% para el Bueno Lavado hasta 54.4% en el Estrictamente Duro, únicamente con una ligera nivelación entre el Semi Duro y el Duro.

Las diferencias para esta variable son altamente significativas en el análisis de varianza (Cuadro Número 9), siendo la más definida.

ESTRICTAMENTE DURO



BUENO LAVADO



TOSTADO

En el Cuadro No.10 se pueden apreciar los coeficientes de correlación entre cada par de variables. Entre las determinaciones de Humedad (X_1) y Rendimiento Oro-Tostado (X_4) (Cuadro No.10) hay una correlación significativa; lo mismo sucede entre la densidad aparente en oro (X_2) y densidad aparente del tostado (X_3); hay correlación también entre densidad aparente del café tostado (X_3) y el rendimiento (X_4); y entre densidad aparente del tostado (X_3) y el hinchamiento (X_6).

El peso de 1,000 granos (X_5) fue la determinación física que resultó más independiente de las restantes determinaciones.

R E S U L T A D O S

CUADRO DE PROMEDIOS

CUADRO N° 1

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
Bueno Lavado	12.80	70.08	35.41	87.01	142.45	71.9
Extra Bueno Lavado	12.79	70.78	36.63	87.19	148.10	68.3
Prima	12.59	69.36	36.86	87.12	154.00	64.05
Extra Prima	12.35	70.26	37.94	86.73	161.55	60.7
Semi Duro	12.63	70.99	39.37	86.45	163.88	55.7
Duro	12.36	72.40	40.12	86.25	173.00	55.8
Estrictamente Duro	12.47	73.31	41.08	86.45	169.40	54.4

MDS 5% + 0.35 + 0.75 + 0.80 + 0.50 + 8.83 + 2.95

X₁ = Humedad del café oro

X₂ = Densidad aparente del café en oro, Kg./Hlit.

X₃ = Densidad aparente del café tostado, Kg./Hlit.

X₄ = Rendimiento del café oro-tostado.

X₅ = Peso de 1,000 granos de café en oro.

X₆ = Hinchamiento.

CUADRO N° 2

PROMEDIOS POR ALTURAS

TIPO # 1 BUENO LAVADO

Altura : Metros	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	No. Muestras
1) 100- 400:	11.79	69.44	35.44	87.77	137.	71.33	3
2) 401- 800:	13.03	70.25	35.36	86.79	144.	72.22	16
3) 801-1200:	12.16	69.44	36.11	88.12	134.	69.	1
General :	12.80	70.08	35.41	87.00	142.45	71.90	20

CUADRO N° 3

TIPO # 2 EXTRA BUENO LAVADO

Altura : Metros	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	No. Muestras
2) 401- 800:	12.91	70.96	37.89	87.09	149.	68.93	15
3) 801-1200:	12.44	70.23	36.93	87.48	145.8	66.66	5
General:	12.79	70.78	36.63	87.19	148.1	68.3	20

CUADRO N° 4

TIPO # 3 PRIMA

Altura: Metros	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	No. Muestras
2) 401- 800	12.78	70.10	36.75	86.92	153.6	65.16	6
3) 801-1200	12.51	69.04	36.92	87.20	154.1	63.57	14
General:	12.59	69.36	36.86	87.12	154.00	64.05	20

TIPO # 4 EXTRA PRIMA

Altura : Metros	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	No. Muestras
2) 401- 800:	12.41	70.01	37.56	87.06	153.00	62.00	2
3) 801-1200:	12.34	70.29	37.98	86.70	162.27	60.61	18
General:	12.35	70.26	37.94	86.73	161.55	60.70	20

CUADRO N° 6

TIPO # 5 SEMI DURO

Altura : Metros	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	No. Muestras
3) 802-1200:	12.63	70.99	39.37	86.45	163.88	57.8	18
General:	12.63	70.99	39.37	86.45	163.88	57.8	18

CUADRO N° 7

TIPO # 6 DURO

Altura Metros	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	No. Muestras
3) 801-1200:	12.31	71.11	39.22	86.49	162.66	57.00	6
4) 1201-1600:	12.39	72.99	40.51	86.14	177.42	55.35	14
General:	12.36	72.40	40.12	86.25	173.00	55.8	20

CUADRO N° 8

TIPO # 7 ESTRUCTAMENTE DURO

Altura: Metros	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	No. Muestras
4) 1201-1600:	12.46	73.28	41.01	86.50	168.55	54.77	18
5) 1601-2000:	12.51	73.52	41.74	86.00	176.50	51.50	2
General	12.47	73.31	41.08	86.45	169.40	54.40	20

CUADRO N° 9

COMPONENTES DE VARIANCIA DE LAS DETERMINACIONES FISICAS QUE SE INDICAN :

D E T E R M I N A C I O N E S							
Fuente de variación	Grados de libertad	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
Total	137	0.33	3.11	5.25	0.72	299.91	69.05
Entre Tipos	6	0.73	38.29*	84.18*	2.71*	2495.30*	971.30*
Dentro de Tipos	131	0.31	1.49	1.64	0.63	199.36	22.49

* Significativo a : 0.05 de probabilidad.

X₁ = Humedad del café en oro.

X₂ = Densidad aparente del café en oro.

X₃ = Densidad aparente del café tostado.

X₄ = Rendimiento del café oro-tostado.

X₅ = Peso de 1,000 granos del café en oro.

X₆ = Hinchamiento.

CUADRO N° 10

COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LOS PARES DE
DETERMINACIONES FISICAS QUE SE INDICAN

Determinaciones	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
X ₁	- - -	.01	.18	.60*	.21	.03
X ₂	- - -	- - -	.32*	.06	.05	.20
X ₃	- - -	- - -	- - -	.34*	.02	.81*
X ₄	- - -	- - -	- - -	- - -	.02	.12
X ₅	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	.01

* Significativo a 0.05 de probabilidad.

ANALISIS SIMULTANEO DE LAS SEIS VARIABLES

$$V = -m (\log e \lambda)$$

$$\lambda = \frac{|Te|}{|T|} = \frac{271.74 \times 10^9}{408.71 \times 10^{12}} = 0.664 \times 10^{-3}$$

Estadística de la Prueba =

$$V = -131.5 (\log e \lambda) = 962.21^*$$

* Significativo al 5% de Probabilidad

La variación entre tipos de café considerando las seis (6) determinaciones físicas en conjunto es estadísticamente significativa. Dichas determinaciones pueden servir de base en forma simultánea para discriminar entre los tipos de café.

V DISCUSION DE RESULTADOS

Es evidente que entre los resultados obtenidos en este trabajo los que se refieren al hinchamiento aparente, son espectaculares, ya que de un hinchamiento aparente de 71.9% para los cafés bajos del tipo Bueno Lavado, se alcanza un hinchamiento aparente de 54.4% en los Estrictamente Duros, en contraste con el rendimiento de café tostado a partir de café en oro que es la variable más constante y que resulta afectada en forma similar, es decir, que a mayor rendimiento mayor grado de hinchamiento sufre el grano.

El grado de hinchamiento como es natural se refleja marcadamente en la densidad aparente del grano tostado, la cual va de 35.41 kilos por hectolitro en el Bueno Lavado, hasta 41.08 en el café Estrictamente Duro. Todo lo anterior confirma plenamente el hecho que los cafés de tipos inferiores se "abren más" en contraposición con el marcado "carácter", como lo llaman los catadores, de los finos cafés de altura.

Resulta interesante observar que de acuerdo con Sivetz y Foote (7) una mezcla de café tostado del Brasil y suaves (50%) de densidades aparentes que oscilan entre 23 y 18 libras por pie cúbico, o sea 37 y 29 kilos por hectolitro, si tomamos en cuenta que nuestras más altas cifras tienen como promedio 41.8 y que los bajos están alrededor de 35.4, vemos que evidentemente nuestros cafés tostados, así como los colombianos, poseen densidades aparentes superiores a los de los brasileños. Se ve también, en los datos de los an-

tes mencionados autores, que con los Robustas se obtienen densidades aparentes muy altas, probablemente como consecuencia de su forma y granulometría.

Es interesante notar una aparente contradicción con los resultados obtenidos por Rabechault (5) (6) quien trabajando con Robustas de la Costa de Marfil y de Madagascar encontró una estrecha relación entre el tamaño del grano y el hinchamiento, ya que nuestros cafés más altos, o sea los que se hinchan menos son los que tienen el grano de mayor tamaño, según los datos que figuran en la tabla del Boletín No. 8 de ANACAFE (3) y en la tabla que figura en el Apéndice.

En lo que se refiere a las determinaciones de densidad aparente del café en oro y del peso del millar de granos, se confirman los resultados obtenidos antes en el Departamento de Asuntos Agrícolas de la ANACAFE, en el sentido que la densidad aparente crece conforme sube la altura de la plantación, de la misma manera, pero en forma más definida el peso del millar de granos crece también. De los datos que en el estudio de la Gordian (2) se dan para la muestra del café de Guatemala, con un peso de 152.9 gramos, podemos inferir que se trata probablemente de un café del Tipo Prima. Conviene hacer notar que esta fue la determinación que estadísticamente resultó más independiente.

La correlación significativa entre la humedad del grano y el rendimiento de café tostado resulta natural como consecuencia de la mayor pérdida de peso del grano que contiene mayor humedad. Esta probablemente es una de las causas por las cuales existe una

marcada diferencia en la pérdida de peso de la muestra de Colombia en comparación con la Java, que aparecen en el trabajo antes mencionado de la Gordian y señalado en nuestra revisión de literatura.

Como era de esperarse se encontró una estrecha correlación entre la densidad aparente del café oro y en la del tostado y; entre la densidad aparente del tostado con su rendimiento y además, entre la densidad aparente del tostado con el hinchamiento.

VI CONCLUSIONES

1. Para los cafés producidos en la Costa Sur Occidental de Guatemala, el hinchamiento del grano, calculado en función del rendimiento oro-tostado, densidad aparente del grano en oro y densidad aparente del grano tostado, es definitivamente el mejor índice de calidad encontrado en este trabajo.
2. Entre las determinaciones efectuadas, individualmente consideradas, la densidad aparente del grano tostado es la que más contribuye a discriminar entre tipos comerciales.
3. Los rendimientos en café tostado, aunque estadísticamente significativos entre tipos, contribuyen menos a establecer diferencias entre ellos.
4. En lo que se refiere a las determinaciones efectuadas sobre el grano en verde o café en oro, se nota que tanto la densidad aparente, como el peso del millar de granos, aumentan conforme aumenta la altura de la plantación, siendo entre los dos mejor índice de calidad el peso del millar de granos.

- 5) La determinación del peso de millar de granos mostró ser la variable más independiente. Se encontró correlación entre humedad oro y el rendimiento, así como entre la densidad aparente tostado, con densidad aparente oro, rendimiento y el hinchamiento.

VII RESUMEN

En el presente trabajo se pretende correlacionar, la calidad del café de la Costa Sur Occidental de Guatemala con: Su rendimiento de café tostado, la densidad aparente del grano tostado; y el grado de hinchamiento adquirido durante el tueste.

Se aprovechó la oportunidad para determinar el peso del millar de granos en oro y su densidad aparente.

Persiguiéndose obtener información más específica sobre los cafés de Guatemala para que sirvieran de base para establecer en el futuro normas de calidad, que puedan ser aplicables a nuestro principal producto de exportación.

En la revisión de literatura no se encuentra hasta ahora ninguna referencia, sobre esta clase de estudios, en cafés producidos en Guatemala, al menos en trabajos que establecen alguna correlación estadística.

Para este estudio se decidió usar muestras de una zona cuyas características ecológicas fueran lo más uniformemente posibles, tomándose los departamentos de (San Marcos, Quezaltenango, Retalhuleu, Su-

chitepéquez. En estos departamentos se producen siete (7) tipos bien definidos de café que son: Bueno, Lavado, Extra Bueno, Lavado, Prima, Extra Prima, Semi Duro, Duro, Estrictamente Duro, los cuales se producen a alturas que varían entre los 500 metros a los 1,500 metros sobre el nivel del mar.

Todos los métodos que se usaron en las diferentes determinaciones, tanto para el café oro como el tostado, son los utilizados por ANACAFE. El dato de hinchamiento, se calculó relacionando densidad aparente oro, rendimiento oro tostado y densidad aparente tostado.

Se analizaron estadísticamente los resultados de las seis determinaciones obtenidas. Esto se hizo considerando a cada una de ellas por separado, por medio del análisis de varianza; y también simultáneamente considerándolas las seis determinaciones en conjunto mediante el criterio de WILKS.

Se encontraron las cinco últimas determinaciones físicas significativas para análisis de varianza individual y considerando las seis determinaciones en conjunto como estadísticamente significativas. Dichas determinaciones pueden servir de base en conjunto para discriminar entre los tipos de café.

Escolástico Arturo Ortega Taracena

Vo. Bo.:

(f) Ing. Quim. J. Francisco Menchú E.

(f) Ing. Agr. Edgar Leonel Ibarra A.
Asesores

IMPRIMASE:

Ing. Agr. René Castañeda Paz
Decano

BIBLIOGRAFIA CITADA Y CONSULTADA

1. - COSTE, RENE. Cafetos y Cafés del Mundo. Paris, G - P Maison Newve & Larouse, 1954, T. 2, Vol. I pp. 157-161.
2. - HAMBURG, (Alemania) GORDIAN PUBLISHING HOUSE. Green and Roasted Coffee Tests, 1963. pp. 168-169.
3. - MENCHU, JUAN FRANCISCO. Determinación de la calidad del Café. Guatemala, ANACAFE, Bol. No. 8, 1966.
4. - ----- 'e' IBARRA ARRIOLA EDGAR LEO NEL. The Chemical composition and quality of Guatemalan coffee. Troisieme Colloque International sur la Chimie des Cafes Verts, Torrefies et leurs derives, Trieste, 2-9 juin 1967. Paris, Association Scientifique Internacional du Cafe, 1968. 's. p.'
5. - RABECHAULT, H. Contribution a l'etude technologique du gonflement du cafe au curs de la torrefaction. CAFE, CACAO, THE (Paris, 7 (4): 379 - 383. 1963.

6. - ----- Note préliminaire sur les studes du gonflement du cafe au cours de la torrefaction. CAFE, CACAO, THE (Paris), 2 (3): 139-152. 1968.
7. - SIVETZ, M., 'and' FOOTE, H. E. Coffee procesing technology. Wesport, connecticut, USA; The AVI Publishing Co., Inc, 1963, Vol. 1, pp. 235-239.

Vo. Bo.

Palmira R. de Quan
Bibliotecaria

APENDICE
=====

- 1) EQUIPO
- 2) CLASIFICACION POR VARIEDAD
- 3) GRANULOMETRIA
- 4) MATRICES DE COVARIANCIA

EQUIPO

a. Determinación de la humedad:

Determinador de la humedad marca "Steinlite", Tipo R, funciona por magneto, puede ser calibrado en cualquier momento, y posee termómetros para correcciones por temperatura.

b. Peso de 1,000 granos:

Tabla contadora de 100 granos. Posee 100 agujeros con la forma del café, al usarla con el movimiento de saranda, selecciona el grano que se tomará en cuenta.

c. Densidad aparente:

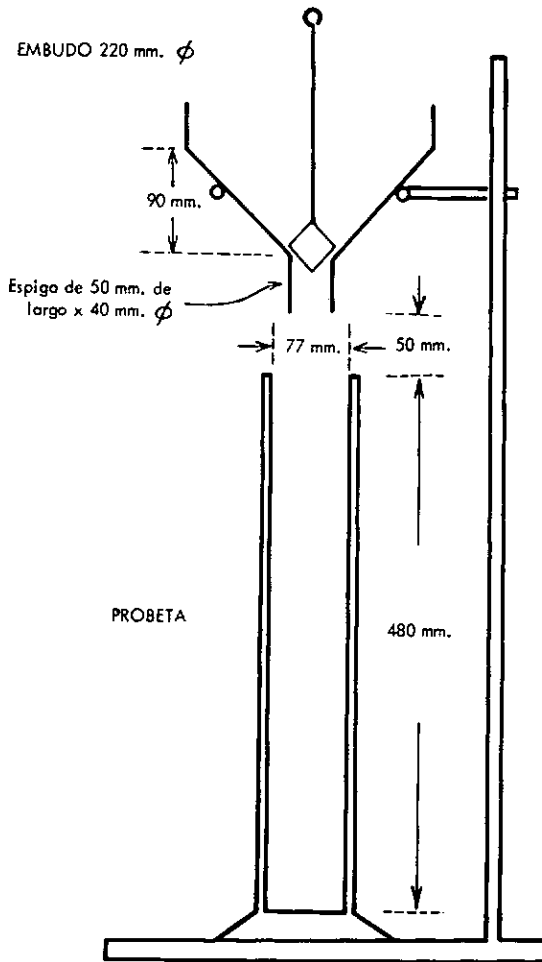
Embudo de hojalata de las siguientes medidas: en su diámetro superior 13 cms., diámetro inferior 4 cms., 19 cms. de altura total, tomando en cuenta el tallo y 14 cms., altura del embudo. Probeta de vidrio de 2,000 c.c. para recibir el grano previamente pesado. (véase gráfico)

d. Balanza:

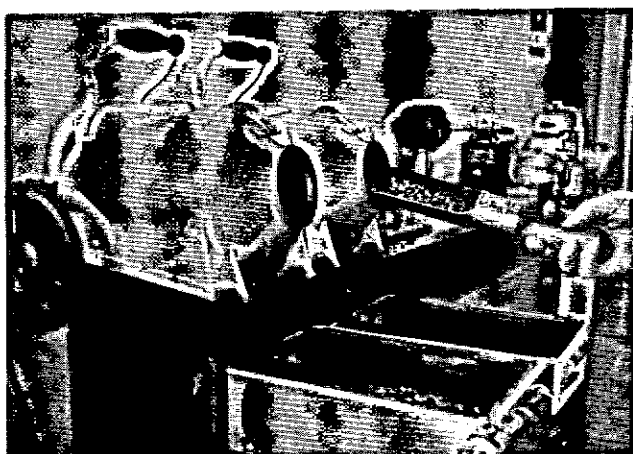
"Seedburo" de tres brazos. Con una capacidad de 610 gramos máximos y un (1) décimo de gramo mínimo.

e) Tostadoras:

De gas propano, marca "Jabez Burns" para muestras de catación. (Ver fotografía en página 48).



DETERMINACION DE LA DENSIDAD APARENTE



TOSTADORES USADOS EN ESTE TRABAJO

NUMERO DE MUESTRAS POR VARIEDAD

T I P O S

VARIEDAD *	BL	EBL	P	EP	SD	D	Ex. D
TYPICA	2	2	4	6	4	8	11
BOURBON	9	5	3	6	1	2	3
MEZCLA	9	13	13	8	13	10	6
TOTAL	20	20	20	20	18	20	20

Los datos de este cuadro se obtuvieron de los archivos de ANACAFE. Los expertos catadores, por varios años han calificado muestras procedentes de las fincas de las cuales se tomó material para este trabajo. La clasificación está basada únicamente, en la forma y proporción del grano, inclinándose hacia una u otra variedad según su predominio o mayor proporción. El Typica tiene una relación L/a de 1.5 a 1.8 y el Bourbon de 1.2 - 1.3.

GRANULOMETRIA DE LAS MUESTRAS EXAMINADAS

PROMEDIO EN PORCENTAJES

T A M I C E S

T I P C S	19	17 + 15	Inferior (-15)
Bueno Lavado	2.75	78.31	18.89
Extra Bueno Lavado	3.63	81.22	14.63
Prima	5.79	85.58	8.79
Extra Prima	9.05	85.30	8.17
Semi Duro	9.06	84.33	6.42
Duro	10.88	84.16	4.84
Estrictamente Duro	10.58	84.68	4.74

NOTA: Se usaron tamices comerciales para café con perforaciones circulares dadas en 1/64 de pulgada (datos tomados de la tesis de Teodoro Engelhardt) Correlaciones entre la calidad del café de la Zona Sur-Occidental de Guatemala y algunas de sus características físicas.

DATOS OBTENIDOS DE MAQUINA 1620 I B M

MATRIZ DE COVARIANCIAS TOTAL

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
X_1	45.04	- 11.46	- 49.07	- 28.88	12.64	165.28
X_2	-11.46	426.17	360.85	-54.95	1219.90	-414.48
X_3	-49.07	360.85	720.26	-34.61	2582.93	-2137.71
X_4	-28.88	-54.95	-34.61	99.80	-475.70	460.05
X_5	12.64	1219.90	2582.93	-475.70	41088.40	-8446.20
X_6	165.28	- 414.48	-2137.71	460.05	- 8446.20	8775.33

MATRIZ DE COVARIANCIAS DEL ERROR

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
X_1	40.65	0.92	-17.65	-35.49	221.67	11.41
X_2	0.92	196.41	67.29	8.10	108.10	153.93
X_3	-17.65	67.29	215.13	46.05	-40.46	- 651.92
X_4	-35.49	8.10	46.05	83.50	27.30	- 62.50
X_5	221.67	108.10	- 40.46	- 27.30	26116.60	- 128.80
X_6	11.41	153.93	- 651.92	- 62.50	- 128.80	2947.48