

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

CORRELACION ENTRE LA CALIDAD DEL CAFE
DE LA ZONA SUR-OCCIDENTAL DE GUATEMALA
Y ALGUNAS DE SUS CARACTERISTICAS FISICAS

CAFE EN PERGAMINO Y EN ORO

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

DE LA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DE LA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

TEODORO C. H. ENGELHARDT G.

INGENIERO AGRONOMO

No. 77

00000000

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1969

01
T(76)
C3.

RECTOR

LIC. EDMUNDO VASQUEZ MARTINEZ

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO: ING. AGR. RENE CASTAÑEDA PAZ

VOCAL 1o.: ING. AGR. EDGAR LEONEL IBARRA A.

VOCAL 2o.: ING. AGR. ANTONIO ANIBAL SANDOVAL S.

VOCAL 3o.: LIC. FERNANDO S. TIRADO BARROS

VOCAL 4o.: BR. EMILIO ESCAMILLA ESCAMILLA

VOCAL 5o.: P. A. OSCAR ALEJANDRO GONZALEZ H.

SECRETARIO: ING. AGR. FERNANDO LUNA ORIVE

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO EN
FUNCIONES: ING. AGR. ANTONIO ANIBAL SANDOVAL S.

EXAMINADOR: ING. AGR. MARCO TULIO URIZAR

EXAMINADOR: ING. AGR. MARIO MOLINA LLARDEN

EXAMINADOR: ING. AGR. EDGAR LEONEL IBARRA A.

SECRETARIO: ING. AGR. FERNANDO LUNA ORIVE



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

Guatemala, 13 de octubre de 1969.

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. René Castañeda
Presente.

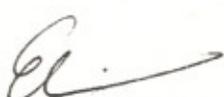
Señor Decano:

En cumplimiento a la designación que se sirviera hacernos, informamos a usted que hemos asesorado al Bachiller Teodoro C. H. Engelhardt G., en la elaboración y presentación de su trabajo de tesis titulado "CORRELACION ENTRE LA CALIDAD DEL CAFE DE LA ZONA SUR OCCIDENTAL DE GUATEMALA Y ALGUNAS DE SUS CARACTERISTICAS FISICAS, CAFE EN PERGAMINO Y EN ORO". Dicho trabajo llena los requisitos para su aprobación y constituye una contribución valiosa al mejoramiento del control de la calidad del café de Guatemala.

Sin otro particular, que manifestar al Señor Decano, nos suscribimos atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Químico Juan Francisco Menchú


Ing. Agr. Edgar Leonel Ibarra A.

RECONOCIMIENTO

El autor de este trabajo desea dejar constancia de la colaboración prestada por el Departamento de Asuntos Agrícolas de la Asociación Nacional de l Café por haberle proporcionado el material y parte del equipo para la ejecución del Proyecto, así como a su Director, Ingeniero Químico Juan Francisco Menchú, por sus valiosas sugerencias, asesoramiento y revisión del trabajo.

Así mismo el Ingeniero Agrónomo Edgar Leonel Ibarra, Director del Laboratorio de Biometría del Departamento de Investigaciones Agrícolas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala por su ayuda técnica, asesoramiento de la parte estadística y revisión.

Al personal de la Asociación Nacional de l Café que en una u otra forma contribuyeron para el mejor desarrollo del proyecto.

Al centro del Cálculo de la Facultad de Ingeniería por facilitar sus oficinas

DEDICO ESTA TESIS

AL CREADOR

A la Asociación Nacional del Café, como una contribución para crear normas, hasta donde sea posible, sobre la calidad del café en pergamino y oro.

A todas aquellas personas que estén involucradas en la investigación del café.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

A mi Patria "Guatemala".

DEDICO ESTE ACTO

A mis padres:

TEODORO ENGELHARDT

LILA DE ENGELHARDT

A mi hermano:

PETER ENGELHARDT

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad con lo estipulado por los Estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Tesis intitulado:

CORRELACION ENTRE LA CALIDAD DEL CAFE
DE LA ZONA SUR-OCCIDENTAL DE GUATEMALA
Y ALGUNAS DE SUS CARACTERISTICAS FISICAS.
CAFE EN PERGAMINO Y EN ORO

Al presentároslo como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO AGRONOMO, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, confío en que merecerá vuestra aprobación.

Aprovecho la oportunidad para presentaros mi respetuoso saludo, con muestras de mi distinguida consideración.

(f) Teodoro C.H. Engelhardt G.

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

CORRELACION ENTRE LA CALIDAD DEL CAFE
DE LA ZONA SUR OCCIDENTAL DE GUATEMALA
Y ALGUNAS DE SUS CARACTERISTICAS FISICAS

I. INTRODUCCION

El café que produce Guatemala, es cultivado principalmente en una faja que va de los 300 hasta los 1,500 metros sobre el nivel del mar. Sobre la costa del Pacífico, la producción se concentra en los departamentos de San Marcos y Quezaltenango y continúa a todo lo largo de la costa hasta el centro del país. En esta faja se produce café de siete diferentes tipos o calidades comerciales. Estos tipos están bien definidos por los catadores en base a la evaluación de sus cualidades organolépticas y de una manera muy empírica del tamaño del grano y características de material tostado. A parte de esto tradicionalmente las casas comerciales que preparan el producto de exportación, saben que los cafés más finos o de más altura producen mejores rendimientos. Sin embargo no se ha hecho una investigación a fondo de como varían estas y otras características del grano con la altura, ni siquiera con los principales niveles de calidad.

El objeto de este trabajo es por consiguiente el determinar como varía o si hay correlaciones definidas entre los rendimientos del café en pergamino a café en oro, en los siete tipos de café que son producidos en la zona sur occidental de la república y encontrar además las posibles correlaciones entre esos tipos y al

gunas propiedades físicas del grano como: su tamaño (análisis granulométrico), densidad permanente y peso específico.

En la tercera Sesión Plenaria del Consejo Internacional del Café, celebrada en Londres el 30 de agosto de 1966, se aprobó la resolución No. 106, que se refiere a nombrar un grupo de trabajo "encargado de estudiar los medios para doptar un código internacional de normas de calidad aplicables a las exportaciones de café, establecido sobre una base científica... etcétera".

Para el propio convenio no existe una definición precisa de lo que significa el término "café", ya que éste se aplica a un producto que comercialmente adopta las más variadas condiciones de preparación y conservación. Están incluidos allí desde las más finas calidades de Arábicas lavados, los Arábicas naturales en todos los grados de preparación, los Robustas, los Libéricas y otros, incluyendo productos para uso industrial, muchos de los cuales llegan a tener más de 20% en peso en defectos, formando todos estos productos la cuota mundial del café.

Para la adopción de un sistema de normas mínimas de calidades es indispensable previamente hacer una evaluación de las prácticas de calificación, así como una evaluación de las necesidades reales del mercado consumidor en cuanto a calidad se refiere.

Los actuales procedimientos de calificación

están basados principalmente en una serie de apreciaciones subjetivas por parte de expertos cuya habilidad debe crearse a través de muchos años de experiencia, ésta es la principal razón para regular rigurosamente tales procedimientos ya que tienen una base puramente empírica.

Por lo tanto es indispensable iniciar estudios para encontrar ensayos físicos y químicos que complementen las apreciaciones organolépticas, con el fin de hacer más real y menos subjetiva la determinación de calidad del café.

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 (6) en su trabajo "La Composición Química del Café de Guatemala" hacen referencia 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", (5) aparece una tabla con datos de muestras del departamento de Quezaltenango, donde aparecen tendencias interesantes que es necesario investigar.

De acuerdo con la información proporcionada por los catadores de distintas casas comerciales, en dicha zona el grano de café que corresponde a los tipos llamados semi-duro y extra-prima alcanzan los mayores tamaños. Estos tipos de café se producen a alturas comprendidas de 1,000 a 1,200 metros.

En el comercio internacional Brasil, fue el primer país que creó normas para controlar la calidad del producto para la exportación, luego han sido establecidas normas más elaboradas, como las que regulan los productos de los territorios franceses de ultramar que expone Coste (1); los de Tanganika y Kenya (1) (3), etc.

En general los productos de países que producen cafés naturales como el Brasil y los que producen cafés Robustas, han sido los que se han preocupado más por estas reglamentaciones, como consecuencia de la heterogeneidad de sus productos. Entre las determinaciones que han tomado en cuenta está el número de defectos o imperfecciones (granos negros, rojos, cáscaras, etc.) contados generalmente en base a 300 g. de muestra, el aspecto del grano en oro y la calidad de la bebida. El tamaño y la forma son las únicas características físicas que se toman en cuenta, pero siempre de una manera muy general y nunca son tan determinantes, como lo es el sabor de la bebida.

En los cafés lavados, tipo suave, como los que produce Guatemala es todavía menos importante el tamaño y la forma. En el comercio tradicionalmente se

ha venido preparando lo que se ha llamado "preparación europea" y la "preparación americana". En el primer caso se elimina grano pequeño y caracol, mientras que en segundo caso sólo se separan "rotos" y otras imperfecciones, no importando tamaño y forma.

Algunos países como Colombia, todavía preparan una calidad superior, cuyo grano plano (sin cacaroles) está sobre el tamiz No.17, comercialmente llamada "supremo", fuera de la cual el producto de exportación ordinario es el llamado "Excelso" que tiene café plano y caracol en tamaños retenidos por los tamices del 18 al 15 (3).

En realidad el tamaño y la forma del grano dependen básicamente de la variedad botánica y de las condiciones climáticas de la plantación. Se sabe por ejemplo que la variedad maragogipe produce los granos de mayor tamaño, así como el café "Moka" da los tamaños más pequeños. Según Coste (1) entre los Arabicas de Colombia y Centro América se encuentran relaciones de largo/ancho de 1.3 a 1.5. En el Brasil, Krug y sus colaboradores (4) encontraron esta relación para muchas variedades, entre las cuales como ejemplo se muestran las siguientes:

	<u>Largo mm.</u>	<u>Ancho mm.</u>	<u>Relación de largo/ancho</u>
Typica	8.74	6.48	1.35
Bourbón	8.09	6.14	1.32
Maragogipe	11.69	7.25	1.61
Angustifolia	10.23	6.95	1.47
Mokka	5.32	4.71	1.13

Entre las variedades producidas en Guatemala es conocido el hecho que la variedad de Typica producen grano de mayor tamaño y más alargadas que las variedades de Bourbon.

Entre estas últimas, hay algunas zonas que los producen más redondeados por ejemplos los Bourbones de Génova y Flores Costa Cuca, en Quezaltenango.

Harer citado por Sivetz y Foote (8), en 1962, encontró que en el grano de café de Kenya-Tanganika, el peso variaba de 0.10 a 0.20 con un promedio de 0.155 g. El margen de longitud de un grano procedente del mismo árbol variaba de 5.3 a 12.0 mm., promediando 9.8 mm., dependiendo del árbol y de la cosecha. Con relación al ancho del grano y esto, basado en el tamizado en zarandas con perforaciones circulares, se encontró que el 70% de granos eran mayores de 6.5 mm. y que el 30% eran mayores que 6.88 mm. En este mismo trabajo se encontró que el espesor a grueso de los granos, medido con zarandas (sloted holes) con perforaciones alargadas, demostraron que el 80% de los granos medía menos de 4.00 mm., estos resultaron más angostos que los del Brasil los cuales tienen un promedio de 6.00 mm., siendo los de Kenya más anchos por lo menos en un 10%. Según el mismo autor, estudios sobre el peso específico del grano indican que este varía de 1.14 a 1.40 y no se ha encontrado ninguna correlación entre este y la calidad de la taza.

En un trabajo de Sivetz y Foote(8) sobre ca

fé que entra a los Estados Unidos, el grano del Brasil promedió 1.20, el de Centro América 1.24 y de Colombia 1.27, mientras que los robustas, midieron 1.18, es de hacer notar que estos pesos específicos variaron en más o menos 0.01 a 0.02.

En una publicación de la Gordian (3) donde se exponen datos analíticos de 43 muestras de café de todo el mundo se muestra el peso de 1,000 granos, reportándose para los arábigos pesos máximos de 191.2, 180.3 y 178.8 gramos para muestras procedentes de Hawaii, Costa Rica y la República Dominicana respectivamente, siendo los valores mínimos de 121.6 para café del Brasil y 124.2 para café de Etiopía. Entre los Robustas, el más pesado resultó ser una muestra de Madagascar con 152.2 gramos y la menos pesada una de Sumatra con 110.8. Es conveniente señalar que en un trabajo del Departamento de Asuntos Agrícolas de la ANACAFE (5) se encontraron variaciones desde 140 gramos para los cafés bajos, cultivados hasta 600 metros, tipo Bueno lavado, hasta 186 gramos para los cafés Estrictamente duros de fantasía, producidos alrededor de 1,400 metros sobre el nivel del mar.

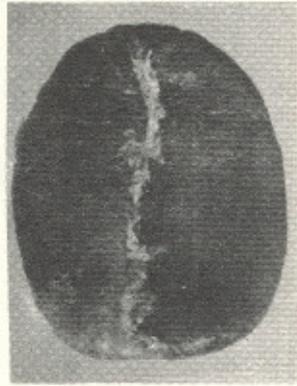
La práctica comercial ha determinado para la República de Guatemala el establecimiento de siete (7) tipos de café bien diferenciados por sus características físicas y su taza.

TIPO	CULTIVADO APROXIMADAMENTE	
1) Bueno Lavado (good washed)	Hasta 610 Mts.	2,000 pies
2) Extra bueno lavado (Extra good washed)	610 - 760 Mts.	De 2,000 a 2,500 pies
3) Prima lavado (Prime washed)	760 - 915 Mts.	De 2,500 a 3,000 pies
4) Extra prima lavado (Extra prime washed)	915 - 1060 Mts.	De 3,000 a 3,500 pies
5) Semi-duro (Semihard bean)	1060 - 1220 Mts	De 3,500 a 4,000 pies
6) Duro (hard bean)	1220 - 1375 Mts.	De 4,000 a 4,500 pies
7) Duro de fantasfa (Fancy hard bean)	1375 - 1460 Mts.	De 4,500 a 4,800 pies
8) . Estrictamente duro (Strictly hard bean)	1460 Mts.	De 4,800 arriba

TIPOS DE CAFE DE GUATEMALA



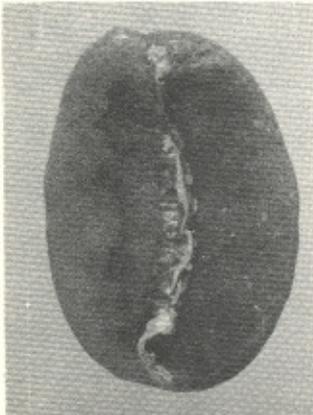
BUENO LAVADO



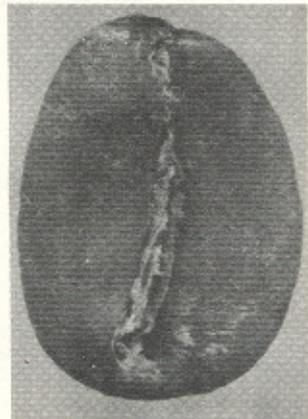
EXTRA BUENO LAVADO

Nótese
la amplitud
de la hendidura

El tamaño crece en sentido de las cifras 1 al 8

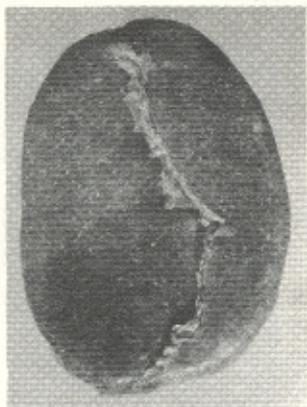


PRIMA

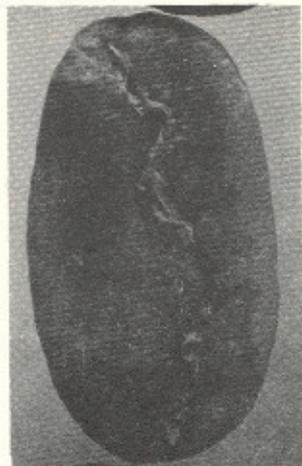


EXTRA PRIMA

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

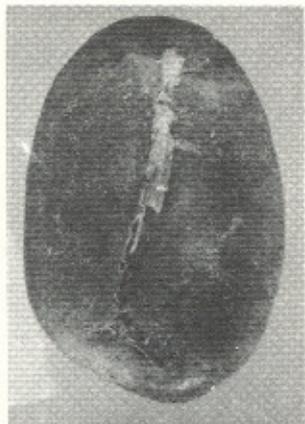


ESTRICTAMENTE DURO



ESTRICTAMENTE DURO
(fantasía)

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



DURO



SEMI DURO

Según acuerdo de la Conferencia Técnica de la FEDECAME, celebrada en San José Costa Rica en junio de 1946 (7) los catorce países que componen esa federación se comprometieron a clasificar sus cafés de acuerdo con las siguientes denominaciones:

Buen Lavado	(Central)	Good washed
Primera lavado	(Central)	Prime washed
Altura	(Central)	High grown
Estrictamente altura	(Central)	Strictly high grown

Esta clasificación fué hecha por catadores y personas calificadas en el comercio del café pero sin tomar en cuenta características físicas definidas, ya que no se han hecho los estudios necesarios para pensar en una clasificación racional sobre bases científicas.

III. MATERIALES Y METODOS

1 MATERIALES

Se utilizaron muestras obtenidas en la Asociación Nacional del Café, de las que anualmente en vían los caficultores de toda la República. Para este estudio se decidió tomar muestras de la zona cuyas características ecológicas son más uniformes o sea de los departamentos de San Marcos, Quezaltenango, Retalhuleu y Suchitepéquez, o sea de la zona que llamamos en este trabajo "Zona Sur Occidental". En la zona antes mencionada se producen los siete (7) tipos de café que antes se señalaron.

El presente trabajo se hará sobre veinte (20) muestras tomadas al azar de cada uno de dichos tipos procedentes de la mencionada zona. Las muestras corresponden a la variedad comercial conocida en Guatemala como Arabico-Bourbón. Botánicamente es una mezcla de las variedades Typica y Bourbon, la primera predomina en plantaciones situadas de 1,200 m. para arriba.

2. METODOS

Las determinaciones a efectuarse son las siguientes:

- a. Los pesos de las muestras después de retri-llados darán los rendimientos.
- b. Densidad aparente: Esta se determinó utili-zando el aparato de la Asociación Nacional del Café (véase figura) para la determinación se encuentra el volumen ocupado por 500 gramos de café.
- c. Análisis granulométrico: Este se hizo utilizan-do los tamices números 19, 17 y 15 (medidas que corresponden al sistema comercial usado en el café que está dado en sesenticuatro a-vos de pulgada). Para la determinación se tomaron 500 gramos del material y se proce-dió a la agitación manual durante un minuto, hasta que después de una agitación de un se-gundo no se escuchara la caída adicional de granos; enseguida se pesaron las fracciones de material que quedaron sobre los tamices. Por cálculo se obtuvo la fracción que pasa el ta-miz número 15.
- d. Humedad: se determinó en un Steinlite, Tipo R.

ZARANDAS PARA GRANO PLANO-CONVEXO

Diámetros



19/64"



17/64"



15/64"

ZARANDAS PARA CARACOL

Medidas del ancho, largo de 3/4" (19 mm.)



12/64"



11/64"

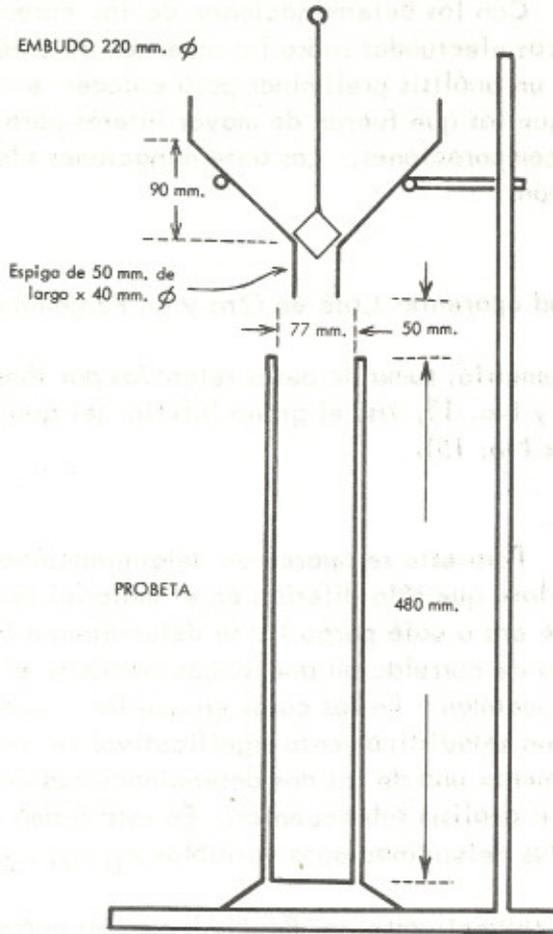


10/64"

CLASIFICACION COMERCIAL DEL CAFE POR TAMAÑO Y FORMA

1/64"	mm	Denominación	Forma	Clasificación Gral.	Centro América y México	Colombia	Africa del Este, India		
20	8	Grano muy grande	Grano plano o chato			Supremo (sin caracol)	"AA"		
19½	7¾								
19	7½								
18½	7¼	Grano grande		1as. plano	Superior	Excelsa (con caracol)	"A"		
18	7								
17	6¾								
16	6½	Grano mediano		2as. plano	Segundas (De Primera)		"B"		
15	6								
14	5½	Grano pequeño		3as. plano	Terceras		"C"		
13	5¼	Caracol	Caracol	1as. Caracol	Caracol		"pp"		
12	5								
11	4½							2as. Caracol	Caracolli
10	4							3as. Caracol	Caracolillo
9	3½								
8	3								

* Diámetro de la perforación del tamiz



DETERMINACION DE LA DENSIDAD APARENTE

3. METODOLOGIA ESTADISTICA

Con las determinaciones de las características físicas efectuadas sobre las muestras de café, se efectuó un análisis preliminar para escoger entre de ellas aquellas que fueran de mayor interés para establecer comparaciones. Las determinaciones efectuadas fueron:

Densidad aparente: Café en Oro y en Pergamino;

Granulometría: suma de pesos retenidos por tamices No. 17 y No. 15, vs. el grano inferior (el que pasó el tamíz No. 15).

Para esto se aparearon determinaciones de la misma clase que sólo diferían en el material de la muestra (café oro o café pergo.) y se determinaron los coeficientes de correlación por rangos mediante el método de Spearman. En los casos en que los coeficientes fueron estadísticamente significativos se seleccionó solamente una de las dos determinaciones de cada par, para análisis subsecuentes. En esta forma se eligieron las determinaciones variables x_1, x_2, x_3, x_4, x_5

que son respectivamente: Rendimientos en porcentaje; densidad aparente en gramos por libra; porcentaje sumados del peso retenido por los tamices No. 17 y No. 15, porcentaje o peso que pasó el tamíz No.15; y porcentaje de humedad del café en oro.

Pruebas discriminatorias entre los siete (7) tipos de café fueron establecidas, tanto para cada variable en particular como para las cinco (5) variables simultáneamente. En el primer caso se utilizó el análisis de varianza y en el segundo caso se utilizó el criterio de Wilks para determinar si las cinco medidas en conjunto podrían discriminar significativamente entre tipos, dicho criterio utiliza la estadística.

$$\Lambda = \frac{|T_e|}{|T|}$$

$$V = -m \log_e \Lambda$$

En la cual:

$$m = n - \frac{p + q + 1}{2}$$

n = # total de muestras - 1

p = # de variables

q = # de calidades - 1

Y
 $\Lambda = \frac{|T_e|}{|T|}$, siendo T = determinante de la matriz de covarianza total

T_e = determinante de la matriz de covarianza del error

La función de frecuencia de la estadística de la prueba, fue aproximada mediante la distribución de Chi cuadrado. La computación de este análisis multivariado se llevó a cabo mediante el auxilio de la computadora I.B.M. 1620 de la Universidad de San Carlos.

$$\frac{\chi^2}{T} = \lambda$$

$$\chi^2_{\alpha} = -m \log_e \lambda$$

En la cual:

$$m = n \frac{p+q+1}{2}$$

n = total de muestras

q = de variables

p = de categorías

T = determinante de la matriz de covarianza total

Ta = determinante de la matriz de covarianza del error

ANALISIS DE LA INFORMACION

Primera Parte:

Determinación de la correlación existente entre pares de variables (determinaciones) en cada calidad de café.

Método:

Coefficiente de correlación por rangos de Spearman.

Segunda Parte:

Comparación entre calidades de café; utilizando varias variables simultáneamente.

Método:

Análisis de variables *p/q* criterios de Wilks y Mahalanobis.

IV. RESULTADOS

Después de haber efectuado el análisis estadístico y según el Cuadro No.9, se encontraron diferencias significativas al nivel de 0.05 de probabilidad, en las variables siguientes:

Densidad aparente del café en oro (x_2); % de peso retenidos por los tamices No. 17 y No.15 (x_3); % de peso que pasó al tamiz No.15 (x_4).

En el cuadro No.1 se nota claramente que la densidad aparente del café en oro, expresada en gramos por litro, aumenta conforme aumenta la altura y aumenta conforme aumenta la calidad del tipo de café, pues para un Bueno Lavado se tiene una densidad aparente de 698.63 gramos por litro y al llegar al Estrictamente Duro se alcanza una densidad aparente de 737.99.

Con respecto al porcentaje de grano retenido sobre los tamices No.17 y No.15 se puede señalar lo siguiente:

Del Bueno Lavado al Prima, se nota un aumento del grano sobre los tamices citados, luego se nota un ligero descenso en el Extra Prima; para luego seguir ascendiendo del Semi Duro al Estrictamente Du

ro. En resumen se puede decir que, conforme aumenta la calidad del café por su altura aumenta el número de grano retenido por los tamices 17 y 15; viéndose claramente que en las calidades Prima y Extra Prima, es donde existe la mayor proporción de grano retenido por dichos tamices y hasta cierto punto mayor uniformidad en el tamaño.

Con respecto al porcentaje de grano que pasan a través del tamiz No.15, o sea el grano de tamaño inferior, se nota que en los tipos bajos hay una mayor proporción, disminuyendo rápidamente conforme aumenta la calidad, en el tipo Bueno Lavado se obtuvo un 18.89%, mientras que el tipo Estrictamente Duro apenas alcanzó un 4.74%, por otra parte y en forma complementaria se puede notar en la tabla de la granulometría que se presenta en el apéndice, un aumento marcado en grano grande, el que fue retenido por el tamiz No.19.

Al observar los resultados obtenidos en el Cuadro No.10, coeficientes de correlación entre los pares de variables, se nota que existe una relación entre el rendimiento café en oro y el porcentaje sobre los tamices No. 17 y 15; además, existe una relación bien definida entre el citado rendimiento con el porcentaje de grano que pasó a través del tamiz No.15 o sea el tamiz inferior.

También puede comprobarse como es natural, que existe correlación entre el porcentaje de granos que quedaron sobre los tamices 17 y 15 con el porcen

taje de granos del tamiz inferior.

En el análisis simultáneo de las cinco (5) variables determinados en este trabajo, se pudo establecer que en conjunto pueden constituir un criterio para discriminar entre los siete (7) tipos de café.

CUADRO No. 1

MEDIAS PARA LAS DETERMINACIONES (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
BUENO LAVADO	80.79	698.63	78.31	18.89	12.81
EXTRA BUENO LAVADO	81.22	719.75	81.22	14.63	12.77
PRIMA	83.21	720.85	85.58	8.79	12.49
EXTRA PRIMA	82.65	726.32	85.30	8.17	12.28
SEMI DURO	83.14	735.67	84.33	6.42	12.57
DURO	83.07	736.45	84.16	4.84	12.40
EXTRICTAMENTE DURO	82.54	737.99	84.68	4.74	12.50

x_1 = Rendimiento bruto en %, café oro.

x_2 = Densidad aparente del café en oro, gramos por litro.

x_3 = Porcentaje sobre tamices, # 17 y # 15.

x_4 = Porcentaje de granos que pasaron a través del # 15.

x_5 = Porcentaje contenido de humedad café en oro.

MEDIAS PARA LAS DETERMINACIONES (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) SEGUN ALTURA

CUADRO No. 2

BUENO LAVADO

Alt. m. s. n. m.	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
1	71.74	714.58	79.93	17.38	13.11
2	81.84	696.68	78.31	18.82	12.97
3	81.06	700.00	75.10	23.03	12.41
Media	80.79	698.63	78.31	18.89	12.81

CUADRO No. 3

EXTRA BUENO LAVADO

Alt. m. s. n. m.	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
1	81.03	720.63	81.43	14.80	12.83
2	81.92	721.72	82.87	13.94	12.27
Media	81.22	719.75	81.22	14.63	12.77

CUADRO NO. 4

PRIMA

Alt. m. s. n. m.	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
2	82.83	626.50	86.19	8.87	12.62
3	83.42	780.07	85.26	8.75	12.40
Media	83.21	720.85	85.58	8.79	12.48

CUADRO NO. 5

EXTRA PRIMA

Alt. m. s. n. m.	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
2	83.35	721.73	88.21	7.81	12.33
3	82.57	726.83	82.39	8.21	12.28
Media	82.65	726.32	85.30	8.17	12.28

CUADRO NO. 6

SEMI DURO

Alt. m. s. n. m.	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
3	83.14	735.67	84.33	6.42	12.57
Media	83.14	735.67	84.33	6.42	12.57

-35-

CUADRO No. 7

DURO

Alt. m. s. n. m.	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅
3	83.12	737.94	86.41	6.73	12.28
4	83.05	735.82	83.20	4.03	12.46
Media	83.07	736.45	84.16	4.84	12.40

CUADRO NO. 8

EXTRICTAMENTE DURO

Alt. m. s. n. m.	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅
3	82.74	744.68	90.46	2.28	12.11
4	82.71	736.81	84.76	5.10	12.53
5	80.93	744.68	81.11	2.92	12.46
Media	82.54	737.99	84.68	4.74	12.50

CUADRO NO. 9

COMPONENTES DE VARIANZA INDIVIDUAL PARA LAS VARIABLES QUE SE INDICAN:

Fuente	G.L.	Rendimiento x_1	Den. Ap. Oro x_2	%Tamiz (17+15) x_3	%Tamiz inf. x_4	Humedad Oro x_5
Total	137	10.63	1110.13	48.66	60.71	0.37
Entre tipos	6	18.96	3813.23*	136.82*	565.20*	0.64
Dentro de tipos	131	10.24	935.47	44.62	37.61	0.36

* Significativo al nivel de 0.05 de probabilidad

CUADRO NO. 10

COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LOS PARES DE VARIABLES
QUE SE INDICAN

	x_2	x_3	x_4	x_5
x_1	0.013	0.914*	0.224*	0.046
x_2		0.040	0.018	0.023
x_3			0.532*	0.176
x_4				0.065

* Significativo al nivel de 0.01 de probabilidad.

ANALISIS SIMULTANEO DE LAS 5 VARIABLES

$$\lambda / T_e / \therefore T_e = - 105.9550 \times 10^{15} \text{ y}$$
$$T = - 275.1694 \times 10^{15}$$

$$\lambda = \frac{- 105.9550 \times 10^{15}}{- 275.1694 \times 10^{15}} = \underline{\underline{0.3850}}$$

$$V \approx X$$

$$V = - m \log_e \lambda$$

$$m = n - \frac{p+q+1}{2} = 137 - \frac{5+6+1}{2} = 137-6 = \underline{\underline{131}}$$

$$V = - 131 \log_e 0.3850 = - 131 \times -0.95 = 124.45$$

significativo

El valor máximo significativo dado por las tablas fue 43.77

Las cinco (5) determinaciones tomadas simultáneamente en conjunto pueden constituir un criterio para discriminar entre los siete (7) tipos de café.

DISCUSION DE RESULTADOS

Con relación a la primera de las variables o sea el rendimiento, llama la atención el hecho que no variaron significativamente entre tipos aun cuando es aparente una tendencia, en el sentido de aumentar conforme sube la altura de la plantación. Comercialmente se conoce que los cafés más finos es decir, los producidos a mayor altura producen en los beneficios secos los mejores rendimientos, es necesario tomar en cuenta que en el comercio el rendimiento significa la eliminación de café muy pequeño, café anormal y las llamadas cataduras dentro de las que están contenidas de cierta proporción de granos rotos, en cambio, el rendimiento que se reporta en este trabajo se refiere a todo el material obtenido después de retriillar las muestras de café en pergamino, es decir, se trata de lo que podríamos llamar "rendimiento bruto". Las circunstancias anteriores probablemente hicieron que desde el punto de vista estadístico no resultaran altamente significativas las diferencias entre tipos. Si consideramos rendimiento comercial al café en oro menos la fracción que en los ensayos de granulometría pasa el tamiz No. 15, entonces los rendimientos serían definitivamente muy altamente significativos ya que podemos ver en el cuadro No. 1 que las medias del porcentaje de material que pasa dicho tamiz para el tipo "Bueno Lavado" resultó ser de 18.89% mientras que el mismo porcentaje para el café "Estrictamente Duro" se redujo hasta un 4.74%.

Los resultados obtenidos en cuanto se refiere

a la granulometría de café en oro, concuerdan definitivamente con la experiencia que se tiene en el comercio ya que las diferencias entre tipos fueron en este caso, estadísticamente significativos, en el sentido de que a las mayores alturas se producen los granos de mayor tamaño. El análisis estadístico se hizo reuniendo las fracciones que quedaron sobre los tamices números 19 y 17 por un lado, y sobre la fracción de material que pasó el tamiz número 15, a esta última ya nos referimos anteriormente; en lo que se refiere a las primeras fracciones sumadas, podemos ver que en el café "Bueno Lavado" esta fracción alcanza un 78.31% - mientras que en el café "Estrictamente Duro" sube hasta 84.68%.

Otra observación que puede hacerse con relación al tamaño es que pudieran agruparse ciertos tipos de café, pues su proporción en grano de los distintos tamaños es bastante parecido; como por ejemplo: El Prima y Extra Prima pues su porcentaje con 8.79 y 8.17 respectivamente; y la otra agrupación pudiera hacerse con los tipos Duro y Estrictamente Duro siendo sus porcentajes respectivos de 4.84 y 4.74 respectivamente, quedando también en un grupo el Bueno Lavado y Extra Bueno Lavado.

Podría argumentarse el hecho de que en muchas fincas de la zona media y alta todavía se tiene una cantidad apreciable de café de la variedad "Típica", sin embargo, el hecho es que esta variedad produce granos más alargados ya que su relación largo ancho es mayor que en los Bourbones, sin embargo, las mediciones de tamaños se hicieron usando zarandas con

perforaciones circulares, de manera que el diámetro de la perforación nos está indicando prácticamente el ancho del grano por lo tanto, consideramos que nuestros resultados si son válidos para las variedades de café que se cultivan en Guatemala.

La otra variable que resultó altamente significativa fue la densidad aparente, esta varió de tal manera que para el café más bajo se obtuvo un valor de 698.63 gms. por litro hasta alcanzar 737.99 gms. por litro en el tipo Estrictamente duro, estos resultados concuerdan perfectamente, en primer lugar con el peso del millar de granos que fuera reportado por la Asociación Nacional del Café (5) según dicho trabajo, el tipo "Bueno Lavado", alcanzó un peso de 140 gramos, subiendo conforme se variaba el tipo de tal manera que en el café "Estrictamente Duro de Fantasía" se llegó a alcanzar un promedio de 186 granos, por otra parte, aumenta paralelamente el tamaño del grano por lo tanto, es natural que la densidad aparente tenga que aumentar también. Podemos decir que además del tamaño del grano, es esta determinación otra de las que pueden considerarse como mejores índices de calidad para el café de Guatemala.

Conviene hacer notar que estos resultados concuerdan con los obtenidos antes por el Departamento de Asuntos Agrícolas de la ANACAFE resultados reportados en el informe anual de 1963/64 y en el boletín No. 8 (5).

VI. CONCLUSIONES

- 1) La granulometría del grano es el mejor índice de calidad, ya que el tamaño aumenta en forma significativa y progresiva de los tipos producidos a menor altura hasta los producidos a las mayores alturas.
- 2) De acuerdo con los resultados obtenidos y en función del tamaño, podrían agruparse los tipos: Bueno Lavado y Extra Bueno Lavado en uno solo. Los Prima y Extra en otro, luego el Semiduro puede constituir un tipo intermedio, para finalmente agrupar en un solo tipo al Duro con el Estrictamente Duro.
- 3) Aun cuando con menos precisión, se encontró que la densidad aparente constituye también, un buen índice de calidad, mientras más alta es la plantación, mayor es la densidad aparente del café en oro producido.
- 4) El rendimiento bruto de café en oro, a partir de café en pergamino, no fué estadísticamente significativo entre tipos; sin embargo, si consideramos que resultó altamente significativa la proporción de material que pasó el tamiz No. 15, (grano muy pequeño, roto, etc.) con una tendencia bien definida creciendo conforme baja el tipo, llegamos a la conclusión que si es-

ta proporción se deduce del rendimiento bruto, los rendimientos que pueden llamarse comerciales, resultan además otro índice de calidad muy significativo.

- 5) Las determinaciones de rendimiento bruto, densidad aparente de café en oro y granulometría de tamices No. 17 y No. 15, son variables mutuamente correlacionadas. El contenido de humedad por otra parte parece ser independiente de los anteriores.

VII RESUMEN

Este trabajo tuvo por objeto correlacionar algunas determinaciones físicas sencillas, con los tipos comerciales producidos en la zona Sur-Occidental de Guatemala.

Los trabajos efectuados hasta ahora sobre el asunto, son escasos teniéndose muy poca información sobre él. Las determinaciones efectuadas sobre muestras de diferentes tipos de café de esa zona, se hicieron tanto sobre muestras de café en pergamino, como sobre el café en oro resultante.

Los resultados se correlacionaron por pares en lo que respecta a humedad y la densidad aparente del café en pergamino y del café en oro, para determinar si era necesario efectuar el análisis estadístico, en todos los datos se obtuvo una correlación no significativa, lo cual significó que podía trabajarse indistintamente con los resultados del café en pergamino o del café en oro.

Se tomaron cinco (5) variables, las cuales se sometieron a un análisis estadístico que consistió en la determinación del coeficiente de correlación por rangos de Spearman; la comparación entre calidades de café utilizando las variables simultáneamente y el análisis de variables según el criterio de Wilks y Maholonobis.

Las determinaciones físicas efectuadas, dieron resultados que pueden en el futuro utilizarse para discriminar entre los diferentes tipos de café. La densidad aparente aumenta conforme crece la altura de la plantación y constituye un buen índice de calidad.

La Granulometría resultó ser el mejor índice para la diferenciación entre los siete (7) tipos comerciales de café de la zona estudiada, puesto que las diferencias obtenidas son bien definidas pudiéndose afirmar que el tamaño del grano aumenta conforme crece la altura de la plantación.

Teodoro C. H. Engelhardt G.

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

1. COSTE RENE, Cafetos y Cafés del Mundo, Paris, G. P. Maisonneuve & Larose, Vol. 1, 1954, 336 p.
2. GUATEMALA, Informe Anual del Departamento de Asuntos Agrícolas 1963/1964, Asociación Nacional del Café, 1964, p. 5
3. HAMBURGO (ALEMANIA, Gordian Publishing House, Green and Roasted Coffee Tests, 1963, 168 p.
4. KRUG et-al, Taxonomía de Coffea Arabica L., Campinas Brasil, Inst. Agr. do Estado, 1939, p.
5. MENCHU JUAN FRANCISCO, La Determinación de la Calidad del Café, Guatemala, ANACAFE, Boletín No.8, 1966, 51 p.
6. MENCHU JUAN F. e IBARRA EDGAR LEONEL, The Chemical Composition and the Quality of Guatemalan Coffee, Paris, Troisieme Colloqué Inter-Scientifique Internationale du Café, 1958, pp. 144 - 153.

7. ROCHAC A., Diccionario del Café, México, Ed. RABASA, S. A., 1954, p. 79.
8. SIVETZ M. and FOOTE H. E. Coffee Processing Technology, Westport, Connecticut, U. S. A., The AVI Publishing Company Inc., Vol. I, 1963, 583 p.

Vo. Bo.

Palmira R. de Quan
Bibliotecaria

= A P E N D I C E =

- I) COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE
LOS PARES DE DETERMINACIONES QUE
SE INDICA.
- II) MATRIZ DE COVARIANCIA TOTAL
- III) MATRIZ DE COVARIANCIA DEL ERROR
- IV) NUMERO DE MUESTRAS POR VARIEDAD
- V) GRANULOMETRIA DE LAS MUESTRAS

COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LOS PARES DE DETERMINACIONES QUE SE INDICA

TIPO	Humedades	D. qp. Muestra T.	D. ap. O. Granulometría	Granulometría
	HP. vrs. H.O.D.	ap. P. vrs. Dap. O.	D. ap. O(17) vrs. D. ap. O(15)	(17+15) vrs. Inf.
G.W.	0.7592*	0.7222*	0.1925	-0.9564
E.G.W.	0.7399*	0.6602*	0.3985	-0.7583
P.	0.7926*	0.6019*	0.5248*	-0.6862
E.P.	0.5931*	0.7673*	0.6060*	-0.2316
S.	0.5996*	0.7405*	0.2879	0.4510
H.	0.6697*	0.7748*	0.2496	0.2587
S.T.H.	0.9030*	0.7124*	0.1143	0.1444

* = Significativo

MATRIZ DE COVARIANCIAS TOTAL

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
x_1	1,456.46	1,082.90	680.09	-1,135.33	-5.23
x_2	1,082.90	145,427.00	4,445.80	-7,910.71	-135.88
x_3	680.09	4,445.80	6,666.93	-4,267.73	-57.28
x_4	-1,135.33	-7,910.71	-4,267.73	8,318.17	63.19
x_5	-5.23	-135.88	-57.28	63.19	50.99

MATRIZ DE COVARIANCIAS DEL ERROR

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
x_1	1,362.45	-162.30	-2,581.28	-576.13	11.55
x_2	-162.30	122,547.60	1,093.02	448.31	51.05
x_3	-2,581.28	1,093.02	5,946.00	-2,877.31	-21.13
x_4	-576.13	448.31	-2,877.31	4,926.97	-27.34
x_5	11.55	51.05	-21.13	-27.34	47.12

NUMERO DE MUESTRAS POR VARIEDADT 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 calificación 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
PROMEDIO DE LOS PORCENTAJES

T A M I C E S

TIPOS	19	17 + 15	Interior (-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 los tamices comerciales, con perforaciones circulares dadas en 1/64 de pulgada

FE DE ERRATAS

1	15	de material	del material
2	24	calidades	calidad,
37	4	progresiva	progresiva,
37	10	Extra	Extra Prima
41	7	(ALEMANIA	(ALEMANIA)
46	11	calificación	clasificación
46	13	predomineo	predominio
47	4	interior (-15)	inferior (-15)
