

01
T(239)
C. 3

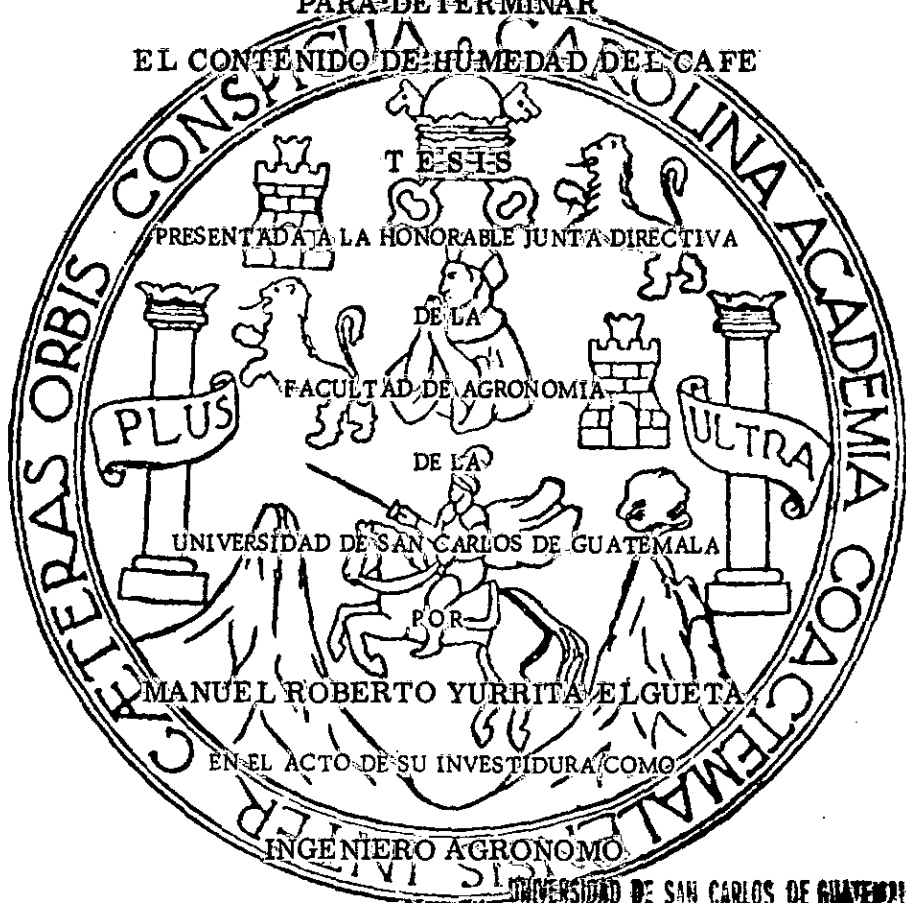
**BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE DOS METODOS RAPIDOS

PARA DETERMINAR

EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL CAFE

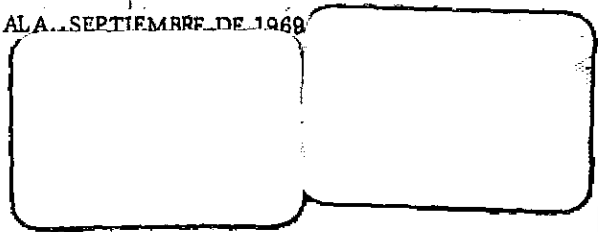


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
No. 74

**BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE TESIS REFERENCIA**

0000000

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 1989



P. de la. ... Oct. 1989

RECTOR
Lic. Edmundo Vásquez Martínez

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 BARRIOS**

VOCAL 4o. **BR. EMILIO ESCAMILLA ESCAMILLA**

VOCAL 5o. **P. A. OSCAR ALEJANDRO GONZALES H.**

SECRETARIO **ING. AGR. FERNANDO LUNA ORIVE**

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

DECANO :

EN FUNCIONES: **ING. AGR. EDGAR LEONEL IBARRA A.**

EXAMINADOR: **ING. AGR. MARIO MOLINA LLARDEN**

EXAMINADOR: **ING. AGR. GONZALO ARMANDO FLETES**

EXAMINADOR: **ING. QUIM. J. FRANCISCO MENCHU**

SECRETARIO: **ING. AGR. FERNANDO LUNA ORIVE**

Guatemala, 28 de Agosto de 1969

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

Señor Decano:

En cumplimiento a la designación que se sirviera ha
cernos, informamos a usted que hemos asesorado al Bachiller Ro-
berto Yurrita Elgueta, en la elaboración y presentación de su traba
jo de Tesis titulado "EVALUACION DE DOS METODOS RAPIDOS PA
RA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL CAFE". Dic
cho trabajo llena los requisitos para su aprobación y constituye al me
joramiento del control de la calidad del café en Guatemala.

Sin otro particular, que manifestar al señor Decano,
nos suscribimos atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Quím. J. Francisco Menchú

Ing. Agr. Edgar L. Ibarra A.

ELIA/jae

RECONOCIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento al Departamento de Asuntos Agrícolas de la Asociación Nacional del Café, por su alto espíritu de colaboración al haber proporcionado parte del material y del equipo para la ejecución del proyecto, así como a su director Ingeniero Químico J. Francisco Menchú por el asesoramiento y revisión del trabajo.

A la Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, por facilitar su laboratorio de Química Agrícola.

Al Ingeniero Agrónomo Edgar Leonel Ibarra Arriola, Director del Laboratorio de Biometría del Departamento de Investigaciones Agrícolas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala por el asesoramiento en la parte estadística y sus valiosas sugerencias.

DEDICO ESTA TESIS

A todos los que tengan que ver con la producción, industrialización y manejo del café.

Especialmente: a la Asociación Nacional del Café, como una pequeña contribución para poder crear normas de calidad y de control hasta donde sean posible, para las condiciones físicas del producto.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

DEDICO ESTE ACTO

A la memoria de mi padre:

MANUEL YURRITA NOVA

A mis padres:

BLANCA STELLA ELGUETA DE GARRIDO
RICARDO GARRIDO ACEVEDO

A mis hermanos:

OLGA KYRA
CARLOS EDUARDO
PEDRO FRANCISCO

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

"EVALUACION DE DOS METODOS RAPIDOS
PARA DETERMINAR
EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL CAFE"

Al presentároslo como requisito previo, pa-
ra optar al título de INGENIERO AGRONOMO, en el
grado académico de Licenciado en Ciencias Agríco
las, confío en que merecerá vuestra aprobación.

Aprovecho la oportunidad para presentaros
mi respetuoso saludo, con las muestras de mi distin
guida consideración.

(f) Manuel Roberto Yurrita Elgueta

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE VESTIBULO

CONTENIDO

- I INTRODUCCION
- II REVISION DE LITERATURA
- III MATERIALES Y METODOS
 - a) Equipo y Materiales
 - b) Calibración del Medidor A
 - c) Medidor B
- IV RESULTADOS Y DISCUSIONES
 - a) Medidor A
 - 1) Café en pergamino
 - 2) Café en oro
 - 3) Discusión
 - b) Medidor B
 - 1) Café en pergamino
 - 2) Café en oro
 - 3) Discusión
- V CONCLUSIONES
- VI RESUMEN
- BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

El café constituye el renglón más importante de la economía nacional, ya que, anualmente las exportaciones de este producto representan para el país más del 45 por ciento de su comercio internacional.

En el mes de Septiembre de 1966 la Organización Internacional del Café (OIC), aprobó un sistema selectivo de precios en la oferta del café, estableciendo para ello cuatro grupos de países; Guatemala pertenece a uno de ellos, al que se le fijó los precios máximos y mínimos y una cuota determinada, al igual que los otros grupos restantes.

Este sistema de selectividad opera en la siguiente forma: Cuando durante 15 días consecutivos el promedio diario de precios en la bolsa de Nueva York baja del límite establecido se recorta en un 2.5 por ciento la cuota anual; de los cafés correspondientes a este grupo; estos recortes son hechos efectivos inmediatamente. Si por el contrario, durante 15 días consecutivos suben los precios arriba del límite máximo fijado, se concede un aumento automático de 1 2.5 por ciento a la cuota de los países que corresponden al grupo respectivo (2).

Por lo antes expuesto resulta impostergable la necesidad de adoptar medidas relativas al mejor control de la calidad de nuestro café. Es indudable que la calidad será un factor determinante para mantener o aumentar la cuota establecida para nuestro país.

Guatemala posee zonas ecológicas favorables

para la producción de cafés suaves, de excepcional calidad, sin embargo, es necesario admitir que la calidad del café de exportación salvo contadas excepciones no se ajusta a la que debiera poseer; pues ha sido particularmente notorio el número de casos de cafés con variaciones considerables en su contenido de humedad. Mucho de ello, indudablemente se debe a que los beneficios no están preparados para el manejo adecuado de las cosechas.

El "punto de secamiento", es uno de los eslabones más débiles del proceso de beneficio, a causa de la falta de medios adecuados para su control, como no sea la habilidad del encargado del beneficio para fijarlo.

La prueba del "punto de secamiento" la hace el encargado, en una muestra sacada de una secadora, o tomada en los patios de una partida que está al sol, por la sola observación del color y consistencia del grano. Esta como cualquier prueba personal, es tá sujeta a fallas, sobre todo cuando por alguna circunstancia se altera la rutina diaria de una cosecha normal.

El contenido de humedad del café pergamino debe dejarse entre el 9 y el 12 por ciento. El grado de humedad debiera seleccionarse de acuerdo con las condiciones climáticas del lugar de almacenamiento. Así por ejemplo, en la costa sur, con un ambiente de muy elevada humedad relativa, convendría dejar las partidas con un 9 por ciento. En cambio, en una finca de la Antigua, que está secando aun en el mes de Marzo, nunca debiera dejarse el contenido de humedad con menos del 11 por ciento. Se hace pues, necesario, refinar la habilidad de los encargados de bene

ficio, con el auxilio de aparatos determinadores de hu
medad que tiendan a facilitar y a hacer más precisa
la prueba tradicional.

Sin embargo no es exagerado decir que la me
dida del contenido de humedad del café por medio de
aparatos rápidos comercialmente utilizables, repre-
senta una de las más delicadas determinaciones, pues
to que es indispensable obtener resultados exactos y
comprobables.

El café puede ser adquirido por una casa ex-
portadora con un contenido de humedad del 10 p o r
ciento, sin embargo, con un almacenamiento de dos
o más meses puede dicho producto adquirir hasta un
2% más de la humedad sin haber perdido por ello su
calidad. Por otra parte es bien sabido las mermas
que ocurren entre el puerto de exportación y el mo
mento en que el importador recibe el producto para
ser tostado. Por todas estas razones, instituciones
como la ASIC (Association Scientifique Internationale
du Café) han tratado en primer lugar de encontrar
métodos de laboratorio que sirvan de referencia en
la determinación del contenido de humedad del café
y en segundo lugar y como es natural, investigar la
posibilidad de encontrar sistemas rápidos y con nivel
de exactitud tal, que puedan ser útiles tanto a los pro
ductores como a los exportadores y tostadores de ca
fé. Por otra parte las normas de calidad que tarde
o temprano se aplicarán en el mercado fijarán un már
gen definido en el contenido de humedad que debe te
ner el café de exportación, pues ya en la Tercera Se
sión Plenaria del Consejo Internacional del Café, ce-
lebrada en Londres el 30 de Agosto de 1966, se apro
bó la resolución No. 106, que se refiere a nombrar un
grupo de trabajo "encargado de estudiar los medi
os

para adoptar un código internacional de normas de calidad aplicables a las exportaciones de café, establecido sobre una base científica que complemente las apreciaciones organolépticas, con el fin de hacer más real y menos subjetiva la determinación de la calidad del café".

Las razones anteriores, sumadas a la falta de un método práctico y confiable para determinar el contenido de humedad del café, ha motivado el presente trabajo de tesis; orientado principalmente a resolver en parte el problema que afronta la Asociación Nacional del Café para poder implantar hasta donde sea posible normas de calidad y de control para el café de exportación.

II REVISION DE LITERATURA

La determinación de la humedad de un café pergamino, así como la de un café en oro, puede hacerse por diversos métodos. Dichos métodos pueden agruparse en: métodos de laboratorio, los cuales en manos de un personal calificado dan en un tiempo más o menos largo, unos resultados muy cercanos a la realidad, y métodos rápidos, llamados "industriales", aplicables fuera del laboratorio por un personal capacitado, pero sin experiencia de las manipulaciones científicas, las cuales dan en muy poco tiempo (unos minutos) resultados suficientemente exactos para los controles corrientes. (3).

Para los métodos de laboratorio, Smith (8) apunta que después de un estudio internacional en el cual tomaron parte 18 laboratorios, se conservaron tres métodos para continuar los trabajos.

El método de referencia de Guilbot en el cual la muestra triturada se seca bajo una presión de aire reducida en presencia de anhídrido fosfórico. Este método se basa sobre la definición siguiente del contenido de agua: "es la cantidad de agua que pierde un producto cuando se pone en equilibrio con una tensión de vapor de agua casi nula".

Además, dos métodos prácticos para la desecación en la estufa: uno a la temperatura de 105 grados centígrados en dos etapas, antes y después de la trituración; el otro, sometido a la temperatura de 130 grados centígrados los granos enteros.

La Organización Internacional de Normaliza

ción o Estandarización (I. S. O) ha propuesto un método práctico para la determinación del contenido de humedad del café en oro, el cual consiste en secar la muestra en forma de grano a 130 grados centígrados a presión atmosférica en dos etapas con un período intermedio de descanso (9).

Menchú (7) informa que en Guatemala la ANACAFE (Asociación Nacional del Café), ha venido utilizando como método de laboratorio para las determinaciones del contenido de humedad, el método en estufa a 130 grados centígrados durante 8 horas para el café pergamino, y últimamente el método práctico en estufa a 130 grados centígrados en dos períodos propuesto por la I. S. O. para el café en oro. Mientras que para las determinaciones rápidas tanto para el café pergamino como para el café en oro, se utiliza un aparato Steinlite Modelo R.

D' Ornano (4) indica que recientemente se elaboraron varios métodos rápidos contrastados con un método de referencia y experimentados con cafés normalmente húmedos. Era preciso, pues, estudiar la aplicación de dichos métodos a los cafés con un contenido de agua superior a once por ciento. Revelándose muy satisfactoriamente el método de secado en estufa a la temperatura de 130 grados centígrados durante 6 a 10 horas, así como el aparato basado en la determinación de la constante dieléctrica HYB-21.

Guilbot (6) hace notar que actualmente, en Francia solo el HYB-21 del cual el principio está basado en la relación existente entre el contenido de humedad del café y su constante dieléctrica en alta frecuencia, ha proveído resultados prometedores.

Wilboux (10) menciona que el aparato MARCONI, construido por la Marconi Instruments Ltd., de Inglaterra, calibrado con resultados obtenidos en estufa a 105 grados centígrados, da resultados cuya aproximación es de 0.5 por ciento, poco más o menos, mientras que el aparato K. P. M., construido en Alemania por K. P. Mundiger tiene una aproximación de 0.2 a 0.3 por ciento, con café de 6 a 12 por ciento de humedad, siendo indispensable calibrarlo frecuentemente.

Como resultado de la inspección llevada a cabo, a nivel mundial, por la junta de café de Kenya, se llegó a la conclusión de que todos los tipos medidores de humedad podían ser aplicables al café, pero que el que más convenía era el medidor de humedad Kappa Moisture-Meter, puesto en el mercado por la firma Messrs. Kappa Moisture-Meters, Ltd. (1).

Boyce (1) dice que después de considerar el reporte anterior, el Departamento de Ingeniería Agrícola de Puerto Rico ordenó un medidor similar (Kappa Moisture-Meter). El cual al llegar fue calibrado para café pergamino y oro, habiéndose obtenido muy buenos resultados.

El medidor Kappa Moisture-Meter es satisfactorio para medir el contenido de humedad tanto para café pergamino como para oro y es capaz de proporcionar datos exactos más o menos 0.4 por ciento de humedad en el 95 por ciento de las pruebas de café pergamino y más o menos 0.7 por ciento de humedad en el 95 por ciento de las pruebas de café en oro. (11).

Goto y Fukumaga (5), mencionan el uso de

medidores eléctricos para determinar humedad, pero no dan detalles acerca del equipo usado o de su conveniencia.

III MATERIALES Y METODOS

a) EQUIPO Y MATERIALES

En Guatemala se han venido utilizando para la determinación de la humedad del café, los distintos modelos producidos por la Steinlite, uno de estos aparatos pertenece al Departamento de Asuntos Agrícolas de la Asociación Nacional del Café; el cual se consideró necesario revalorar, en vista de que la Junta de Café de Kenya y el Departamento de Ingeniería Agrícola de Puerto Rico han considerado el aparato Kappa Moisture-Meter como el más indicado para las determinaciones rápidas del contenido de humedad en cafés pergamino y oro.

En el laboratorio de química agrícola de la Dirección General de Investigación y extensión Agrícola existe un aparato Kappa Moisture-Meter, el cual fue traído al país con el fin de que constituyera por así decirlo, un aparato patrón para las determinaciones de humedad en granos y otros productos similares. Por ello se consideró lógico y conveniente evaluar dicho aparato y al mismo tiempo compararlo con el aparato Steinlite usado actualmente por el Departamento de Asuntos Agrícolas de la Asociación Nacional del Café.

Al usar métodos rápidos, para determinar la humedad de un producto, no es el contenido real de humedad del material el que se mide, sino que algunas otras propiedades tales como la resistencia o la conductividad eléctrica; como en el caso del medidor Kappa que lo que se mide es la constante dieléctrica o capacitancia. En consecuencia, estos aparatos mi

den factores secundarios que dependen de la humedad, por lo que deben calibrarse por un método analítico o primario de determinación de la humedad, de modo que, el factor secundario, pueda ser expresado en términos de contenido de humedad.

La elección de los métodos analíticos o primarios que se utilizaron para la calibración del aparato Kappa Moisture-Meter para cafés pergamino y oro, así como para la comprobación y rectificación del aparato Steinlite, con los mismos materiales, se hizo basada en los métodos más recientes que han sido aprobados por instituciones como en el caso del método en estufa a 130 grados centígrados para café pergamino mencionado por Menchú (7), el cual ha sido aprobado por la Asociación Nacional del Café; y el método práctico propuesto por la I. S. O. Organización Internacional para Estandarizar (9) para el café en oro, aprobado internacionalmente.

Las determinaciones de humedad analíticas o primarias, por los métodos, se hicieron únicamente después de que las lecturas del aparato Kappa Moisture-Meter Modelo AB-55, Serie 3436, el cual de ahora en adelante llamaremos medidor A; así como las lecturas del aparato Steinlite, Modelo R, serie R-300, el cual será llamado medidor B; habían sido hechas a dos diferentes temperaturas usando una porción del material de cada sub-muestra.

Todo el café utilizado fué Arábigo de la variedad comercial llamada "Arábigo Bourbon", procedente de los Municipios de San Vicente Pacaya del Departamento de Escuintla, a 1,540 metros sobre el nivel del mar, y del Municipio de Villa Canales del Departamento de Guatemala, a 1,216 metros sobre el

nivel del mar. Se obtuvo en dos formas: como pergamino húmedo, fermentado y lavado, y como pergamino semi-seco.

Para preparar las diferentes muestras necesarias para la calibración del medidor A, así como para las determinaciones de diferentes lecturas en el medidor B para su comprobación; el pergamino fué secado por simple exposición al sol. En ningún caso fué necesario humedecer el pergamino artificialmente. El café en oro, se obtuvo del pergamino que tenía el contenido de humedad apropiado, usando una retrilla de laboratorio. Cuando fué necesario se redujo el contenido de humedad, exponiéndolo al sol y se elevó el contenido de la misma, cuando se necesitaba por exposición al ambiente de la noche.

Cuando se estimaba que una muestra de café en pergamino o en oro había alcanzado el contenido de humedad deseado, se sellaba en una bolsa de plástico y se guardaba durante una o dos semanas, cerca del medidor A. Se hizo esto para permitir que el contenido de humedad se fuera haciendo uniforme y su temperatura se aproximara a la del cuarto.

b) CALIBRACION DEL MEDIDOR "A"

Con una serie de muestras ya preparadas se emprendieron los primeros ensayos, presentándose inmediatamente los obstáculos encontrados por Boyce (1), siendo éstos: el no poder usar en cada muestra un peso constante como lo especifican las instrucciones del fabricante, y el otro problema era si se llenaba el recipiente sin comprimir o comprimiéndolo. El recipiente de muestra usado tenía una capacidad

util de 1,030 centímetros cúbicos y era designado como recipiente No. 2, por el fabricante.

Las razones anteriores motivaron realizar previamente una investigación de los problemas. En el primer caso se descartó la posibilidad de usar un peso constante en la muestra, ya que se observó que llenando el recipiente de 1.030 centímetros cúbicos del medidor con café pergamino de 5.46 por ciento de humedad, se necesitaban 468 gramos de muestra, mientras que usándolo con un café de 48.33 por ciento de humedad, se necesitaban 726 gramos de muestra. Para el café en oro se observó que llenándolo con un café de 6.95 por ciento de humedad se necesitaban 819 gramos de muestra mientras que con uno de 22.45 por ciento de humedad se necesitaban 705 gramos.

Esto es, porque, el aumento de la densidad aparente está asociada al aumento del contenido de humedad, en el café pergamino; mientras que en el café en oro, el aumento de la densidad aparente está asociada con la disminución del contenido de humedad.

En el segundo caso se observó que si llenaba el recipiente sin comprimir el material las lecturas del medidor para el café pergamino variaban hasta en 14 unidades, con un promedio de 10 unidades para la misma muestra. Mientras que comprimiéndola, la máxima diferencia encontrada fué de 4 unidades con un promedio de 2.5 unidades para una misma muestra. Es preciso hacer notar que las lecturas del medidor varían de cero a mil unidades. También resultó más efectivo el comprimir las muestras del café en oro; en la misma forma que para el café pergamino, por lo que se decidió adoptar este sistema.

Una vez salvados los obstáculos anteriores, se procedió a determinar las lecturas correspondientes para cada muestra en la forma siguiente: Se llenó el recipiente plástico de 1030 centímetros cúbicos del medidor, hasta un 40 por ciento de su volumen y este fue sacudido suavemente 3 veces en forma vertical, con el objeto de proporcionar un acomodamiento uniforme del grano, y luego se comprimió dándole 4 o 5 golpes suaves con un trozo de madera que ajustaba exactamente en el recipiente; después se llenó hasta un 80 por ciento del volumen y se comprimió dándole 4 ó 5 golpes suaves con el trozo de madera, el resto del volumen se llenó comprimiéndolo como en la forma anterior.

Si la masa se sobre comprimía, el recipiente plástico se deformaba ligeramente (notándose resistencia al tratar de colocarlo en su sitio), si esto sucedía, se vaciaba y se volvía a llenar.

Las lecturas del medidor fueron tomadas tan rápido como fue posible. Todas las lecturas para el café pergamino se hicieron a la temperatura ambiente de 25 grados centígrados, y las del café en oro a 26 grados centígrados. Después las muestras individualmente, se sellaron en bolsas de plástico y se pusieron durante 24 horas en una incubadora a 31 grados centígrados y a 32 grados centígrados para el café pergamino y el café en oro respectivamente. Aumentada la temperatura de las muestras, se llevaron a cabo nuevamente lecturas con el medidor para cada una de las muestras. Se hizo esto con el propósito de poder determinar un factor de corrección por temperatura.

Fueron examinadas un total de 15 muestras

de café pergamino, cada una dividida en 5 sub-muestras, que variaban de un contenido de humedad registrado de 5.46 a 49.42 por ciento. Igualmente se usaron 10 muestras de café en oro divididas en 5 sub-muestras, variando de 6.97 a 22.45 por ciento.

Todos los resultados se sujetaron hasta donde fué posible el análisis estadístico. Este consistió básicamente en calcular las ecuaciones de regresión lineal entre las determinaciones de humedad por el método analítico y las lecturas del medidor, así como la determinación del coeficiente de correlación entre ambas variables.

c) MEDIDOR "B"

La escala del medidor B fue calibrada por sus fabricantes en el "porcentaje de humedad" para cafés pergamino y oro. Es evidente que los métodos de referencia usados para calibrarlo proporcionaron resultados muy parecidos a los métodos utilizados en esta investigación para poderse llevar a cabo una evaluación del mismo.

El procedimiento seguido para determinar el porcentaje de humedad de una muestra de café pergamino u oro en el medidor B, fué el mismo que especifica el fabricante y que se practica en el Departamento de Asuntos Agrícolas de la Asociación Nacional del Café, el cual consiste en pesar 100 gramos de la muestra, determinar la lectura en la escala y la temperatura de la misma, y con estos datos se lee en una tabla ya establecida el porcentaje de humedad que corresponde a dicha muestra. Las tablas utilizadas son las que oficialmente se emplean en la Asociación Nacio-

nal del Café.

El análisis estadístico consistió únicamente en determinar el coeficiente de correlación.

IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

a) MEDIDOR "A"

Las cifras mostradas en los cuadros No. 1 y No. 2 son los resultados de los promedios de las cinco lecturas tomadas de cada muestra. Los datos del porcentaje de contenido de humedad, reportados por los métodos analíticos mencionados, representan los valores medios de las cinco determinaciones análogas llevadas a cabo en cada muestra de café. Cuando una determinación presentaba un error evidente (esto solo ocurrió en dos ocasiones en la determinación analítica) se descartaba, y los datos reportados por estas muestras son los promedios de las determinaciones aceptadas.

CUADRO No. 1

Porcentaje de humedad determinado por el método analítico y promedios de las cinco lecturas tomadas de cada muestra en el medidor A, a 25 y 31 grados centígrados, en quince muestras de café pergamino.

Muestra:	% del contenido de Humedad Met. Analítico	Lectura de Escalas	
		Medidor A	
		25° C	31° C
1	5.46	282	287
2	8.08	307	312
3	9.13	325	330
4	11.79	354	360
5	13.56	384	390
6	14.79	399	405
7	20.61	474	481
8	22.43	494	501
9	26.21	534	540
10	31.24	575	581
11	33.15	596	601
12	35.56	525	630
13	42.90	720	720
14	48.35	795	795
15	49.42	845	843

CUADRO No. 2

Porcentaje de humedad determinado por el método analítico y promedio de las cinco lecturas tomadas de cada muestra en el medidor A, a 26 y 32 grados centígrados, en 10 muestras de café en oro

Muestra	% del contenido de humedad met. Analítico	Lectura de Escalas Medidor A	
		26° C.	32° C.
1	6.97	417	427
2	8.66	457	467
3	9.53	484	494
4	11.56	522	532
5	13.18	567	578
6	14.05	592	604
7	14.94	618	630
8	16.69	661	673
9	19.22	720	732
10	22.45	785	797

1) CAFE EN PERGAMINO:

Como resultado del análisis estadístico de la información obtenida, se calculó la ecuación de la línea de regresión:

$$1) Y_1 = 0.0828 X - 17.74$$

De donde Y_1 representa el porcentaje estimado de humedad de la muestra; mientras que "X" representa la lectura del medidor. El coeficiente de correlación entre las lecturas del medidor A y las determinaciones de humedad mediante el método analítico, tiene un valor de 0.99698.

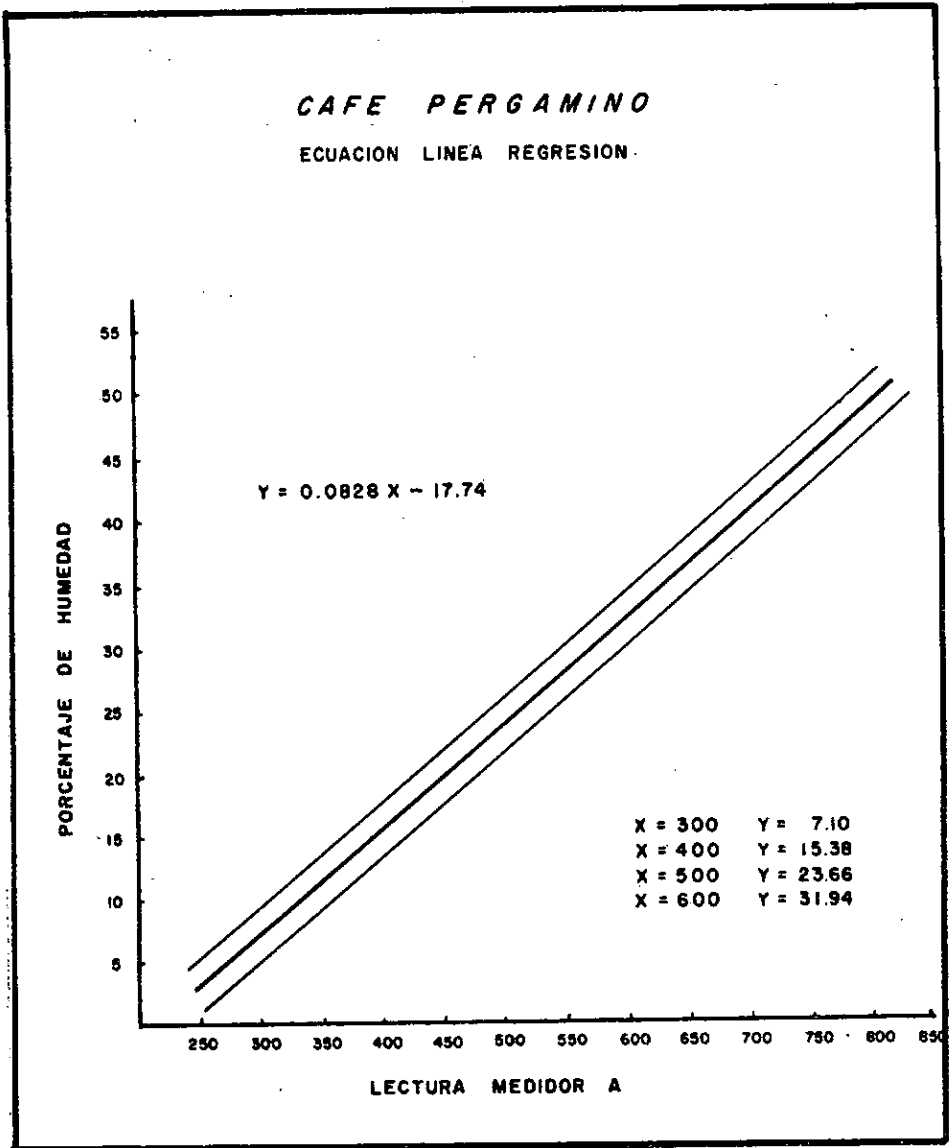


Fig. No. 1.- Línea de regresión para el café pergamino obtenida de la relación entre las lecturas del medidor A y el porcentaje de humedad por el método analítico. Las líneas laterales indican los máximos y mínimos valores para un límite de confianza al 95% de probabilidad. Esto a 25 grados centígrados.

Las estimaciones de humedad mediante la anterior ecuación (No. 1) están sujetas a un error típico de más o menos 1.17 por ciento.

Un intervalo de confianza al 95 por ciento de probabilidad, para la humedad verdadera de la muestra, está dado por:

$$Y_1 \pm 2.50\%$$

Para la determinación del factor de corrección por temperatura se obtuvo la siguiente ecuación:

$$2) C = -0.90 + 0.0089X - 0.00001X^2$$

En donde "C" representa el valor que será necesario restar a la lectura del medidor A, por cada grado centígrado que aumente la temperatura de la muestra; sobre la base de 25 grados centígrados y hasta un límite de 31 grados centígrados, mientras que "X" representa la lectura del medidor, así por ejemplo:

<u>Lectura del Medidor A</u>	<u>Valor de C</u>
300	0.87
400	1.06
500	1.05
600	0.84
700	0.43

2) CAFE EN ORO:

Para el café en oro también se obtuvo una ecuación de regresión lineal para las estimaciones del

porcentaje de humedad:

$$3) Y_1 = 0.0412X - 10.28$$

En donde: Y_1 representa el porcentaje estimado de humedad de la muestra; mientras que " X " representa la lectura del medidor.

El coeficiente de correlación entre las lecturas del medidor A, y las determinaciones de humedad mediante el método analítico, tiene un valor de 0.99890.

Las estimaciones de humedad mediante la ecuación anterior (No. 3) están sujetas a un error típico de más o menos 0.24 por ciento.

Un intervalo de confianza al 95 por ciento de probabilidad que incluye a la humedad verdadera está dado por:

$$Y_1 \pm 0.54\%$$

El factor de corrección por temperatura resultó ser de un valor constante de 1.85, el cual deberá restarse a la lectura del medidor por cada grado centígrado que aumente la temperatura de la muestra; sobre la base de 26 grados centígrados hasta un límite de 32 grados centígrados, así por ejemplo:

Lectura del Medidor A a 27° C	Lectura corregida del Medidor	Lectura del Medidor A a 30° C	Lectura corregida del Medidor
300	298.15	300	292.60
400	398.15	400	392.80
500	498.15	500	492.60
600	598.15	600	592.60
700	698.15	700	692.60

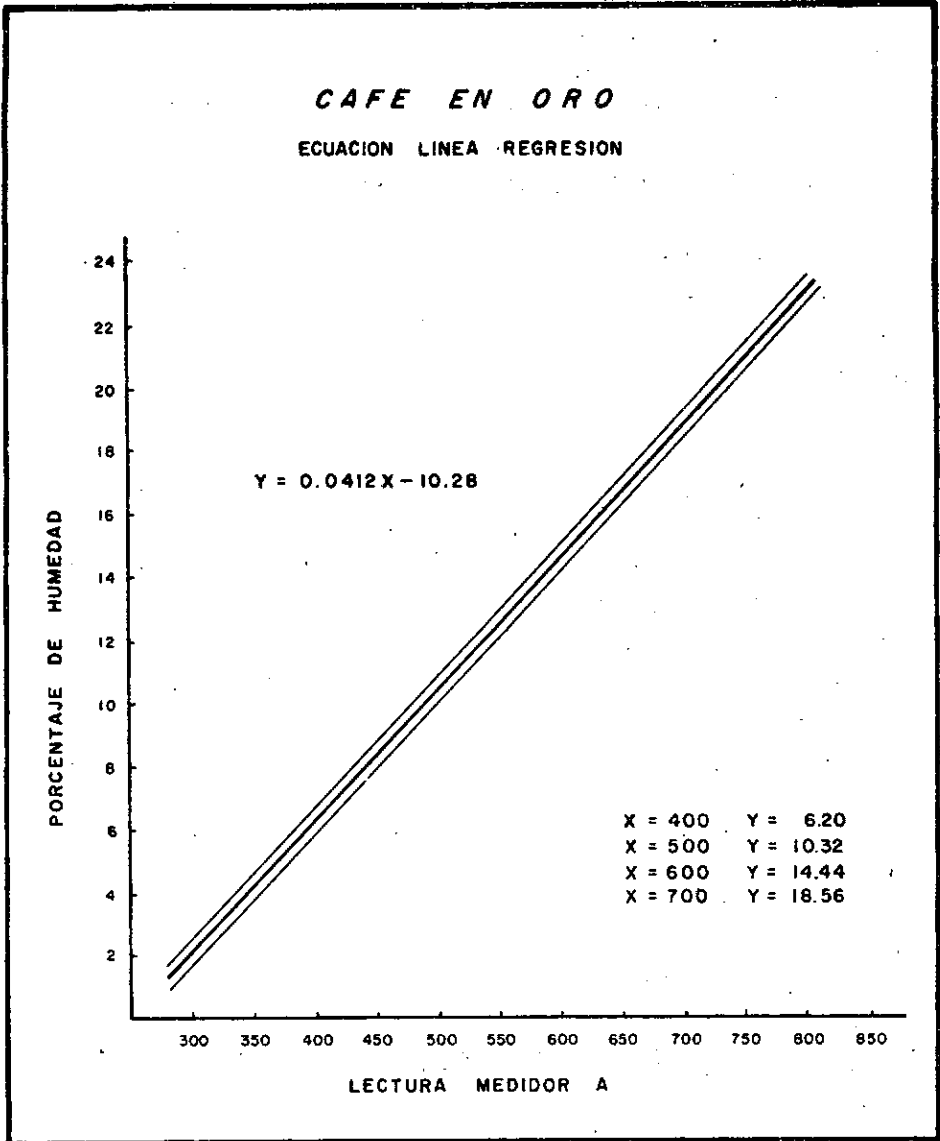


Fig. No. 2.- Línea de regresión para el café en oro, obtenida de la relación entre las lecturas del medidor A y el porcentaje de humedad por el método analítico. Las líneas laterales indican los máximos y mínimos valores para un límite de confianza al 95% de probabilidad. Esto a 26 grados centígrados.

Además de las ecuaciones del uno al tres que muestran los resultados de estas investigaciones, en la figura 1 aparece el diagrama de la línea de regresión de los valores de X, y de los correspondientes valores de Y_1 , así como las líneas de máximos y mínimos valores del intervalo de confianza al 95 por ciento de probabilidad, para la humedad verdadera de la muestra; ésto para el café pergamino. Mientras que la figura 2, muestra el diagrama correspondiente a los valores obtenidos para el café en oro.

3). DISCUSION:

Para el café en pergamino, se asumieron relaciones lineales entre los valores de las determinaciones de humedad mediante el método analítico y las lecturas de la escala del medidor A. El rango de los primeros estuvo entre 5.4 y 49.4 por ciento, mientras que el rango correspondiente a las lecturas del medidor estuvo entre 282 y 845; a la temperatura de 25 grados centígrados. Valores similares para el café en oro proporcionaron un rango de 6.9 a 22.4 por ciento para el contenido de humedad (base húmeda), correspondiendo en las lecturas del medidor a 417 y 785 respectivamente; a la temperatura de 25 grados centígrados. La escala del cuadrante del medidor tiene 1,000 divisiones.

De la ecuación No. 1 se deduce que para el café pergamino un cambio de uno por ciento de humedad equivale aproximadamente a 12 divisiones en la escala del medidor, y de acuerdo con la ecuación No. 3, para el café en oro el valor correspondiente es de aproximadamente 24.4 divisiones del medidor. Por lo tanto el valor del contenido de humedad se puede determinar directamente de las lecturas del medi

... algunos de los valores por lo ...

dor con dos cifras decimales por lo menos.

Con los valores de la desviación estándar, esto es más o menos 1.17 por ciento para el café pergamino y más o menos 0.24 por ciento para el café en oro; se puede deducir que para el café en oro resulta muy favorable el uso del medidor, si se compara con valores similares obtenidos por otros experimentadores usando diferentes medidores. Según Wilbaux (10) valores representativos de la desviación estándar obtenidos con cafés de 6 a 12 por ciento de humedad, variaron de 0.2 a 0.3 por ciento en el aparato K. P. M., el aparato MARCONI, dió resultados cuya aproximación es de 0.5 por ciento poco más o menos para café (no indica si para café en pergamino o para café en oro).

Sin embargo, para el café pergamino el valor de la desviación estándar, resulta un poco elevado si se compara con valores obtenidos por otros investigadores. Pero si se considera que en el presente trabajo las determinaciones fueron hechas sobre un margen de variación mucho más grande, este valor resulta bastante favorable.

Es evidente que dos tercios de los resultados obtenidos del medidor deben recaer dentro de las variaciones de más o menos 0.24 por ciento del contenido de humedad para el café en oro, y de más o menos 1.17 por ciento del contenido de humedad de los verdaderos valores para el café pergamino, con la condición, por supuesto, de que se siga el mismo procedimiento para usar el medidor. El intervalo dado por la humedad estimada, más o menos 0.54 por ciento, da un intervalo para incluir a la humedad verdadera en un 95 por ciento de las pruebas con café en oro.

En café pergamino, este intervalo corresponde a la humedad estimada más o menos 2.50 por ciento.

De la ecuación No.2 se deduce que pueden haber variaciones de 1.05 divisiones de la escala para una lectura de 500 en el medidor, esto por cada grado centígrado de temperatura que aumente la muestra sobre la base de 25 grados centígrados, lo cual indica que en un aumento de 5 grados centígrados en la temperatura de la muestra ejercería un cambio de 5.25 divisiones en la lectura del medidor, las cuales representan el 0.44 por ciento de humedad para el café pergamino.

Para el café en oro, este cambio sería de 9.25 divisiones que corresponden a 0.38 por ciento de contenido de humedad, por lo tanto, si ocurren variaciones, en la temperatura de la muestra, cuando se hacen las lecturas, los resultados obtenidos serían erróneos y engañosos, a menos que se tomaran en cuenta los efectos de la temperatura.

Observando los coeficientes de correlación, esto es, 0.99698 para el café pergamino y 0.99890 para el café en oro se confirma la habilidad del medidor para proporcionar datos bastante cercanos a los proporcionados por el método analítico, tanto para café en pergamino como para café en oro.

b). MEDIDOR "B"

Los porcentajes de humedad que se detallan en los cuadros No.3 y No.4, representan los valores promedios de las cinco determinaciones llevadas a cabo en el medidor B, para cada muestra de café tan-

to en pergamino como en oro, y también los reportados por los métodos analíticos utilizados, en cinco determinaciones análogas en cada una de las muestras.

CUADRO No. 3

Porcentaje de humedad determinados en 13 muestras de café Pergamino.

Muestra	% de Humedad método analítico	% humedad Medidor B
1	5.46	S.L
2	8.08	S.L
3	9.13	10.24
4	11.79	12.36
5	13.56	13.80
6	14.79	17.20
7	20.61	20.71
8	22.43	22.09
9	26.21	25.36
10	31.24	N.D
11	33.15	N.D
12	35.56	N.D
13	42.90	S.L

S.L. = sin lectura, N.D = no determinada

CUADRO No. 4

Porcentajes de humedad determinados en 10 muestras de café en oro

Muestra:	% de Humedad método Analítico	% Humedad Medidor B
1	6.97	S.L
2	8.66	N.D
3	9.53	N.D
4	11.56	10.37
5	12.45	11.87
6	13.18	12.86
7	14.05	14.38
8	14.94	N.D.
9	16.69	N.D
10	19.22	N.D

S.L. = sin lectura, N.D = no determinada

1). CAFE EN PERGAMINO:

El coeficiente de correlación entre los porcentajes de humedad determinados en el medidor B, y las determinaciones del porcentaje de humedad mediante el método analítico, tiene un valor de 0.88286.

2) CAFE EN ORO:

El coeficiente de correlación entre los porcentajes de humedad determinados en el medidor B, y las determinaciones del porcentaje de humedad mediante el método analítico, tiene un valor de 0.99680.

3). DISCUSION:

En el cuadro No.3 se puede observar que el medidor no proporciona lecturas para un café en pergamino con un contenido de humedad menor del 9 por ciento; y únicamente se encuentra calibrado del 10 al 25.50 por ciento en contenido de humedad para el café pergamino.

Del cuadro No.4 podemos decir que solo aparecen determinaciones comprendidas entre el 10 y el 14.50 por ciento de contenido de humedad para el café en oro, lo que hace que el margen de determinaciones sea muy limitado. Esto se debe a que las tablas disponibles, solo permitan hacer determinaciones dentro de los márgenes que comercialmente se encuentran.

El coeficiente de correlación 0.88286 para el café pergamino no resulta muy alto, pues si se com

para con valores similares obtenidos por otros experimentadores usando diferentes medidores como los que indica Wootton (11) que obtuvieron coeficientes de 0.99392 y 0.99858, con cafés pergamino de 6.56 a 19.06 por ciento de contenido de humedad, como se ve, el valor de 0.88286 resulta debajo de éstos y por consiguiente de la unidad, con lo que se considera la mayor precisión. Mientras que el coeficiente de correlación de 0.99680 para el café en oro, sí resulta comparable a los indicados por Wootton de 0.99821 y de 0.99509 para cafés en oro, de 6.33 a 19.77 por ciento de contenido de humedad, los cuales resultan bastante parecidos y con un valor aceptable para determinaciones confiables.

V CONCLUSIONES

El medidor A (Kappa Moisture Meter) es satisfactorio para medir el contenido de humedad tanto para café en pergamino como para café en oro, y es capaz de proporcionar datos con una exactitud comprendida dentro de un intervalo de confianza de más o menos el 2.50 por ciento de humedad en el 95 por ciento de las pruebas con café pergamino y de más o menos 0.54 por ciento de humedad en el 95 por ciento de las pruebas con café en oro.

Al establecer comparaciones entre los resultados obtenidos del medidor Kappa Moisture-Meter de este trabajo, con respecto a lo que han obtenido otros investigadores trabajando con medidores del mismo tipo; es importante señalar lo siguiente: en primer lugar en nuestro trabajo se obtuvo un intervalo de confianza con margen de más o menos 0.54 por ciento para el café en oro, y en los trabajos de Boyce (1) y Wootton (11) dicho margen de intervalo es de más o menos 0.77 y más o menos 0.70 respectivamente; en consecuencia nuestra calibración es ligeramente más precisa. Por otra parte y hablando de intervalo de confianza a 95 por ciento de probabilidad para las estimaciones de humedad en café pergamino, el valor que se obtuvo en nuestro trabajo resulta un poco elevado si se compara con los valores obtenidos por los autores antes indicados, pero sí se considera que en el presente trabajo las muestras de café tenían variaciones en el contenido de humedad con que entraron a la prueba más amplios que los que tuvieron las muestras utilizadas por los investigadores antes mencio nados, este valor resulta favorable. Posiblemente es

debido a ello, que en este caso la precisión observada en nuestro trabajo es ligeramente menor en comparación con la de ellos.

Aunque las ecuaciones establecidas por el medidor de humedad Kappa, serie 3436, no son aplicables a otros medidores de humedad del mismo tipo, si se necesitan medidores adicionales, éstos pueden calibrarse según el medidor original en vez de hacerlo mediante métodos primarios de laboratorio que son más tediosos y requieren personal especializado.

El medidor B (Steinlite) puede utilizarse para pruebas de café en oro, pero se limita a medidas entre el 10 y 14.5 por ciento de humedad y no tiene una exactitud superior a la del medidor Kappa. Este medidor es muy inferior cuando se usa para pruebas en café pergamino, teniendo un coeficiente de correlación de 0.88286 para una variación comprendida entre el 10 y el 25 por ciento de humedad; mientras que el medidor Kappa, tiene un coeficiente de correlación de 0.99698 con una variación de 5.4 a 49.4 por ciento de humedad.

Resulta aparente que el medidor Kappa proporciona resultados más exactos que el medidor Steinlite, en vista de que su escala tiene un margen de variación mucho mayor.

Será muy importante notar, sin embargo, que el tamaño de la muestra requerida para el medidor Steinlite es de 100 gramos solamente, contra los 470 a 800 gramos requeridos por el medidor Kappa. Por esta razón, los resultados obtenidos con el medidor Steinlite para muestras tomadas de un volumen de café que tiene distribución de humedad variable, están destinadas a proporcionar un porcentaje de error más

elevado que el medidor Kappe.

VI RESUMEN

El presente proyecto tuvo por objeto como su nombre lo indica, evaluar 2 métodos rápidos para determinar el contenido de humedad del café.

Una revisión de la literatura indica que mucho se ha hecho en cuanto a la determinación de humedad de semillas comerciales, pero aparece poca información sobre este aspecto en lo concerniente al café.

Se decidió usar el medidor Kappa Moisture-Meter para humedad, ya que otros investigadores lo han encontrado como el más indicado para este propósito, y el medidor Steinlite porque hasta ahora es el usado en Guatemala.

Como paso inicial se decidió usar métodos de referencia propuestos por instituciones internacionales y nacionales, como base para establecer la relación entre el contenido de humedad del material y las lecturas de los medidores.

El medidor Kappa se calibró tanto para café en pergamino como para café en oro, cubriendo el más amplio alcance de variación en contenido de humedad pudiera encontrarse. Se estableció que no era tan solo necesario determinar la lectura del medidor sino que también la temperatura ambiental y la temperatura de la muestra. El medidor Steinlite se comprobó dentro del alcance de variación de las tablas empleadas en la Asociación Nacional del Café; tanto para café en pergamino como para café en oro.

Se evaluaron estadísticamente todos los resultados del medidor Kappa. Se encontró que el error estandar de la estimación o error típico para el café pergamino era comparable a valores similares obtenidos para otros medidores dieléctricos de humedad usados por otros investigadores, dentro de un alcance de variación mucho más limitado, mientras que el error típico estimado para el café en oro resultaba mucho más favorable que los obtenidos para otros medidores de humedad, e inclusive de los obtenidos por otros investigadores trabajando en medidores Kappa.

Se determinó el coeficiente de correlación con los resultados obtenidos del medidor Steinlite, encontrándose el coeficiente para café en pergamino muy por debajo de los obtenidos por otros investigadores en diferentes medidores; mientras que el coeficiente del café en oro era bastante similar a los obtenidos por otros investigadores en diferentes medidores, pero con un alcance de variación muy limitado.

Manuel Roberto Yurrita Elgueta.

Vo. Bo.

- (f) Ing. Quim. J. Francisco Menchú
- (f) Ing. Agr. Edgar Leonel Ibarra A.

A s e s o r e s

IMPRIMASE:

Ing. Agr. René Castañeda Paz.
Decano

BIBLIOGRAFIA

- 1) BOYCE, D.S.
The Determination of Moisture in Parchment Coffee and Green Coffee Beans with a Dielectric-type Moisture Meter. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 44 (4) pp 176-192, October 1960.

- 2) COMO OPERA EL SISTEMA DE SELECTIVIDAD O REDUCCION DE CUOTA.
Revista Cafetalera. Guatemala, (72): pp 11. 1967.

- 3) COSTE, RENE
Cafetos y Cafés en el Mundo. Paris, Maisonneuve & Larose. 1969. Tomo segundo, Vol.1, pp 204-206; 207-210.

- 4) D'ORNANO, M.
La détermination de la teneur en eau du café vert. Café, Cacao, Thé, Paris, 8 (2): pp. 132. 1964.

- 5) GOTO, BARCON Y., and FUKUMAGA, EDWARD T.
Coffee Harvesting and processing for Top Quality Coffee, University of Hawaii, ext. Cir. 358. 1956.

- 6) GUILBOT, A.
Détermination de la teneur en eau des cafés: Méthode de référence et méthodes pratiques.

Paris. Ier. Colloque Int. Chim. Cafes 1963.
Café, Cacao, Thé (Paris) 7 (3): pp 192-200.
1963.

7) **MENCHU, J. FRANCISCO**

Curso de Industrias Agrícolas. Guatemala,
Universidad de San Carlos, Facultad de
Agronomía. 1968. s.p.

8) **SMITH, R. F.**

A report on the determination of moisture in
raw coffee beans. Second Colloque Internatio-
nal sur Chimie des Cafés Verts, Torréfiés
et leurs Dérivés, Paris, 3(7) mai 1965.
(Paris. I. F. C. C. p.37. 1966.

9) **SUIZA, (GENEVE)**

I.S.O. Central Secretariat. Draft ISO
Recomendation No. 1447, green coffee beans
determination of moisture content (Practical
method). Suiza, ISO/TC 34 (GS-57) 464 E.
-A:15587 - 1/E., Secretariat-270, November
1967. 4.p.

10) **WILBAUX, RENE**

El beneficio del café. Roma, FAO; Subdirec-
ción de Ingeniería Rural. Dirección de Fo-
mento de Tierras y Aguas. Boletín no ofi-
cial de trabajo No. 20, 's. f.' pp 204-206

11) **WOOTTON, A. E.**

A comparison of methods for the measurement
of moisture content in parchment and green
coffees. Troisieme Colloque International sur

la Chimie des Cafés Verts, Torréfiés et leurs Dérivés. Tieste, 2-9 juin 1967. (Paris), A.S. I.C. pp 92-99. 1968.

Vo. Bo.

Palmira R. de Quan
Bibliotecaria

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GI
B.BLIOTECA
DEPART. DE TESIS-REFERENCIA