

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
"FACULTAD DE AGRONOMIA"

ESTUDIO DE LA APLICACION DE DISTINTOS NIVELES DE CAL Y AZUFRE  
EN BOLSAS DE ALMACIGO DE CAFE, COMO CORRECTORES DE pH DEL  
SUELO.

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva

de la

Facultad de Agronomía

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

por

FRANCISCO ANZUETO RODRIGUEZ

En el acto de Investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Noviembre de 1978



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. Saúl Osorio Paz

JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| DECANO EN FUNCIONES: | Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.  |
| VOCAL 1o.            | Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.  |
| VOCAL 2o.            | Dr. Antonio Sandoval S.       |
| VOCAL 3o.            | Ing. Agr. Sergio Mollinedo B. |
| VOCAL 4o.            | Br. Juan Miguel Irias         |
| VOCAL 5o.            | P. A. Giovanni Reyes          |
| SECRETARIO           | Ing. Agr. Leonel Coronado C.  |

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

|            |                              |
|------------|------------------------------|
| DECANO     | Ing. Agr. Rodolfo Estrada G. |
| EXAMINADOR | Ing. Agr. Ricardo Millares   |
| EXAMINADOR | Ing. Agr. Rolando Aguilera   |
| EXAMINADOR | Dr. Antonio Sandoval S.      |
| SECRETARIO | Ing. Agr. Leonel Coronado C. |

Ref.:

No.:

Noviembre 7, 1978

Sr. Decano de la  
Facultad de Agronomía  
Ing. Agr. Rodolfo Estrada González  
Su Despacho

Señor Decano:

De la manera mas atenta me dirijo a usted para hacer de su conocimiento, que he cumplido con la designación que ese Decanato me hiciera para asesorar al universitario Br. FRANCISCO ANZUETO RODRIGUEZ, en la elaboración y ejecución de tesis de grado que se presenta con el título: "ESTUDIO DE LA APLICACION DE DISTINTOS NIVELES DE CAL Y AZUFRE EN BOLSAS DE ALMACIGO DE CAFE, COMO CORRECTORES DEL pH DEL SUELO".

Dicho trabajo de investigación, al concluir mi asesoramiento, ha llenado satisfactoriamente todos los requisitos y lo considero calificado para su aprobación correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme del señor Decano, con las muestras de mi mas alta consideración,

  
Ing. Agr. Edgar E. López de León  
Asesor

EEL:ndel

Guatemala, Noviembre de 1978

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador.

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas tengo el honor de someter a vuestro criterio el trabajo de tesis intitulado:

"ESTUDIO DE LA APLICACION DE DISTINTOS NIVELES DE CAL Y AZUFRE  
EN BOLSAS DE ALMACIGO DE CAFE, COMO CORRECTORES DE pH DEL  
SUELO".

En espera que el presente trabajo merezca vuestra aprobación me es grato suscribirme muy respetuosamente.

FRANCISCO ANZUETO RODRIGUEZ

## AGRADECIMIENTO

Deseo dejar constancia de mi agradecimiento al Laboratorio de Suelos y Nutrición Mineral de la Asociación Nacional del Café, y al personal que en él labora que de una u otra forma colaboraron en la elaboración de este trabajo.

Al Sr. Abelardo Morales propietario de la finca "El Recreo".

Al Licenciado Oscar Ortíz Mayén que sin su participación no hubiera sido posible realizar el presente estudio.

A mi asesor Ing. Agr. Edgar López de León, por sus observaciones y colaboración que me prestó. Mismo que hago extensivo al Ing. Agr. Victor Aragón.

A la Señorita Marilyn Paúl por su participación desinteresada en la transcripción mecanográfica.

## DEDICATORIA

QUIERO DEDICAR ESTE ACTO DE UNA MANERA  
MUY ESPECIAL A LA MEMORIA DE MIS ABUE-  
LOS LIC. FRANCISCO E. RODRIGUEZ Y  
JOSEFINA VIUDA DE ANZUETO.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES

LIC. LUIS EMILIO ANZUETO LOPEZ

LIGIA RODRIGUEZ DE ANZUETO

A MIS HERMANOS

LUIS EMILIO

GONZALO

LIGIA PATRICIA

A MI ABUELITA

HORTENCIA VIUDA DE RODRIGUEZ

A MI NOVIA

SILVIA PERUSSINA

## TESIS QUE DEDICO

A: LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

AL: DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

A: MI ASESOR ING. AGR. EDGAR LOPEZ

A: MIS COMPAÑEROS DEL GRUPO "LA MAJADA"

A: LA MEMORIA DEL AMIGO LUIS ALFREDO CASTILLO

## CONTENIDO

|                                        | Pag. |
|----------------------------------------|------|
| 1. Introducción                        | 1    |
| 2. Revisión de Literatura              | 3    |
| 3. Materiales y Métodos                | 9    |
| 3.1 Localización                       | 9    |
| 3.2 Clima                              | 9    |
| 3.3 Suelos                             | 10   |
| 3.4 Materiales                         | 10   |
| 4. Métodos                             | 15   |
| 4.1 Diseño Experimental                | 15   |
| 4.2 Datos para el Análisis Estadístico | 16   |
| 4.3 Manejo del Experimento             | 17   |
| 5. Resultados y Discusiones            | 19   |
| 6. Conclusiones                        | 31   |
| 7. Bibliografía                        | 34   |

El cultivo del café constituye en Guatemala la principal fuente de divisas que genera el país, como resultado de la exportación del grano. Sostiene a 343,688 familias con un volumen humano de - - 1,718,000 personas, a las que se paga Q. 66 millones en salarios anualmente. También se paga Q. 24 millones en impuestos al fisco y Q. 475,000 al Instituto de Fomento Municipal. (11) Esto hace notar claramente la importancia, que en lo económico y social tiene la actividad cafetalera.

Actualmente los rendimientos promedio a nivel nacional, oscilan alrededor de 8 quintales por manzana de café oro, lo cual se considera bajo, y además teniendo latente el peligro que representan plagas y enfermedades, principalmente en los casos de la Broca del fruto del café (*Hypothenemus Hampei* Ferr), y el ataque inminente de la Roya del cafeto (*Hemileia Vastatrix* Berk) el panorama se ve sombrío.

Ante estas perspectivas de producción y eventualidades, la manera de hacerles frente será con cafetales altamente productivos, lo que dará capacidad económica al caficultor, y una tecnología bien desarrollada, lograda a través de la investigación en los seis factores principales de producción, que son: 1) Uso de variedades de alta producción; 2) Poda y repoblación; 3) Manejo de la sombra; 4) Control de malezas; 5) Fertilización, factor al cual está ligado el

presente estudio y 6) Control de plagas y enfermedades.

El trabajo que se presenta tiene por objeto estudiar aspectos del cultivo en su fase de almácigo, relacionados con el renglón que ocupa la nutrición vegetal y el estado de fertilidad del suelo - en forma coadyuvada con la reacción del mismo, que es conocida como pH o potencial de hidrógeno, el cual es un índice de la acidez o alcalinidad que posea. Sobre este aspecto cabe hacer notar que ese índice representado por un valor de pH va a ejercer su influencia, aumentando o disminuyendo la asimilación, solubilidad y disponibilidad de los elementos que la planta toma del suelo en su proceso de nutrición.

Por la importancia de las consideraciones contenidas en el párrafo anterior, se llevó a cabo este estudio, efectuando aplicaciones de distintos niveles de cal y azufre en las bolsas de almácigo, con el fin de provocar diferentes valores de pH, bajo condiciones de fertilización y manejo iguales en todos los tratamientos, buscando llegar a los objetivos que se plantearán y que son los siguientes:

- I Determinar el valor de los rangos de pH óptimos, en el cual se obtendrá el máximo rendimiento del cafeto en su fase de almácigo.
- II Colateralmente, definir el o los niveles más efectivos de cal o azufre que pueden ser utilizados como correctores de pH del suelo contenido en las bolsas de polietileno.

2.

REVISION DE LITERATURA

Tisdale y Nelson (13) indican algunas relaciones existentes entre el valor de pH y la asimilación, solubilidad y disponibilidad de los nutrientes del suelo. Los aspectos más importantes a continuación se enumeran:

1. La relación entre el pH, calcio disponible, y el estado del boro de un suelo no es bien conocida. Ha sido demostrado repetidamente, sin embargo que los síntomas de la deficiencia de boro están asociados con altos valores de pH y que el consumo del boro por las plantas se reduce si se incrementa el pH del suelo.
2. El mayor consumo de cinc, tanto el nativo como el aplicado, tiene lugar en los valores más bajos de pH. Como regla general, la mayor parte de las deficiencias de cinc inducidas por el pH ocurren en el orden de 6 a 8.
3. En un suelo arenoso, la solubilidad del cobre puede venir disminuida por valores altos de pH. Es enteramente probable que tan to el pH como la actividad del aluminio afecten el consumo del cobre por las plantas.
4. La máxima disponibilidad del manganeso ocurre en los suelos de valores de pH de menos de 6.5. En algunos suelos una condición

extremadamente ácida puede dar como resultado toxicidad para los cultivos a causa de su presencia en cantidades excesivas.

5. La conversión del óxido de molibdeno a sales solubles de molibdato es favorecida por una reacción alcalina, y esto sugiere que este mecanismo podría también explicar la disponibilidad aumentada de este elemento en suelos con altos valores de pH.
6. En la mayoría de los suelos la disponibilidad del fósforo es máxima en un orden de pH que oscila de 5.5 a 7, disminuyendo cuando este valor sube por encima de 7. A valores bajos de pH la retención resulta sobre todo por la reacción con el hierro, el aluminio y los hidróxidos. Por encima de pH 7, los iones de calcio y magnesio, así como la presencia de los carbonatos de estos metales en el suelo, causan la precipitación del fósforo añadido, y su disponibilidad disminuye otra vez.
7. Las concentraciones de varios iones fosfato en las soluciones está íntimamente relacionada al pH del medio. El ión  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  se favorece en un medio más ácido, en tanto que el ión  $\text{HPO}_4^{2-}$  se favorece por encima del pH 7. Una serie de compuestos de fósforo de diversas solubilidades se forma bajo distintas condiciones del suelo.
8. La aplicación de cal a un suelo ácido es una cantidad requerida para alcanzar un pH de 6.5 a 7 dará como resultado una con-

servación del potasio, particularmente cuando la cal se dispersa uniformemente y se mezcla bien con el suelo.

9. Los límites de reacción entre los que la nitrificación da lugar, han sido dados generalmente entre pH 5.5 y pH 10, con el óptimo alrededor de 8.5. La influencia, tanto del pH del suelo como del calcio utilizable, sobre la actividad de los organismos nitrificantes, sugiere la importancia de la adición de cal en las empresas agrícolas.

Ortiz (9) señala que la reacción ácida o alcalina del suelo no afecta directamente a las plantas. Su importancia se debe al hecho de que algunos elementos nutritivos son más solubles en cierto rango de pH y otros en un rango diferente. Así mismo indica que la mejor proporción de cantidades solubles de los distintos elementos parece estar alrededor de un pH de 6.5, razón por la cual corrientemente se considera este valor como más apropiado. Dice también que a valores de pH muy bajos, algunos elementos menores pueden ser tóxicos a la planta, por su gran solubilidad en esas condiciones de pH. La vida y funciones de los microorganismos del suelo, también dependen del pH.

Buckman y Brady (2) hacen la anotación de que entre más fina es una cal, más fácilmente entra en reacción con el suelo y más rápidos son sus efectos. Las cales cuyos gránulos son muy gruesos tienen efectos más retardados, pero también más prolongados. Una cal que pasa en su totalidad por una tamiz No. 10 y por lo menos el 50% de sus gra-

nos por un tamiz No. 100, es clasificada como cal fina o de buena calidad.

Burns (3) indica que el azufre elemental es oxidado rápidamente, y es un proceso generalmente biológico; aunque la oxidación depende mucho del tamaño de la partícula agregada y su distribución en el suelo. Esto es corroborado por Buckman y Brady (2) quienes señalan que la distribución del tamaño de las partículas del azufre aplicado tiene un impacto tremendo sobre la proporción a que él es convertido a sulfatos, una consecuencia, como es lógico, de la superficie expuesta al ataque de los microorganismos. Cuanto más fino sea el tamaño de la partícula de una masa dada de azufre, mayor será la superficie específica y mayor la conversión a sulfato.

Ortiz (9) dice que la cantidad de cal que es necesaria aplicar a un suelo ácido depende del pH de éste, su textura, el tipo de arcilla y el contenido de materia orgánica. Señala que en un sentido general, se recomienda usar cantidades de 0.5 a 1 libra de cal apagada por planta adulta, dependiendo del pH. Si se usa cal viva, las cantidades pueden ser un poco menores y si es cal en forma de carbonatos, las cantidades deben ser casi el doble.

Las influencias dañinas del exceso de cal, según Buckman y Brady (2), son las siguientes:

- a) Pueden producirse deficiencia de hierro, manganeso, cobre

o cinc.

- b) El aprovechamiento de fosfatos puede decrecer debido a la formación de fosfatos complejos de calcio insolubles.
- c) La absorción del fósforo por las plantas y, sobre todo, su uso metabólico puede ser interferido.
- d) La toma y uso del boro pueden ser impedidos.
- e) El cambio brusco del pH puede ser, por si mismo, peligroso.

Campollo (4) citando a Ortiz (9) recomienda el uso de la fórmula 20-20-0 para la fertilización de los almácigos, para obtener buenos resultados. En esta forma ha sido posible producir plantas vigorosas y tallos gruesos y uniformes con una dosis de 5 grs. por bolsa.

El número de aplicaciones que se recomienda hacer es de 2, 3 hasta 5 durante el período de desarrollo de la planta en el almácigo. Recomienda hacer la primera aplicación al mes de sembrada la planta en la bolsa; y las subsiguientes cada mes.

I. S. I. C. (1) La aplicación de fertilizantes en los cafetos puede aumentar o disminuir la acidez del suelo; lo que puede influir sobre el crecimiento y los rendimientos de las plantas.

Campollo (4) concluye que el suelo arcilloso mezclado con la pulpa en relación 2:1 mejora las condiciones físicas y químicas que puede presentar el suelo superficial raspado en las fincas.

### 3. MATERIALES Y METODOS

La descripción de la localización, los materiales y las técnicas usadas para desarrollar este trabajo, se detallan a continuación:

#### 3.1 LOCALIZACION

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Suelos y Nutrición Mineral, de la Asociación Nacional del Café (ANACAFE). Dicho Laboratorio está situado en la ciudad de Guatemala, Departamento del mismo nombre, a 1,502.32 metros sobre el nivel del mar, entre las paralelas geográficas de 14°35' latitud Norte y 90°31' longitud de Greenwich.

#### 3.2 CLIMA

De acuerdo con la clasificación ecológica de Holdridge (6) esta región se encuentra dentro de una zona de bosque húmedo montano bajo subtropical.

La precipitación promedio observada en 29 años es de 1,250 mm. bien distribuida con máximas en junio, julio, y septiembre y mínimas en enero y febrero, con una temperatura máxima de 24.6°C y mínima de 14.1°C; con una humedad relativa media anual de 78%.

### 3.3 SUELOS

Los suelos utilizados para el experimento, procedentes de la Finca "El Recreo", jurisdicción de Villa Canales, Departamento de Guatemala; son de la serie Morán, los cuales son descritos por Simmons, Tárrano y Pinto (12), como de textura franco arcillosa, profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica pomácea en un clima húmedo seco. Son suelos con pendientes que varían del 5 al 15%. Se cultiva café en los lugares que tienen una elevación menos de 1,500 metros sobre el nivel del mar. Gran parte se usa para la producción del maíz y, áreas extensas, para potreros. Ocupan relieves de ondulados a muy ondulados a altitudes medianas superiores en la parte sur central de Guatemala.

### 3.4 MATERIALES

#### 3.4.1 Semilla

La semilla de café utilizada en el presente estudio pertenece a la variedad "Caturra".

#### 3.4.2 Suelo

El suelo fué obtenido en la finca "El Recreo" de Villa Canales, Departamento de Guatemala; a una profun-

didad de 20 centímetros, de textura franca, friable de color pardo oscuro, estructura granular, con 6% de materia orgánica, con reacción mediana a ligeramente ácido (pH 6.2).

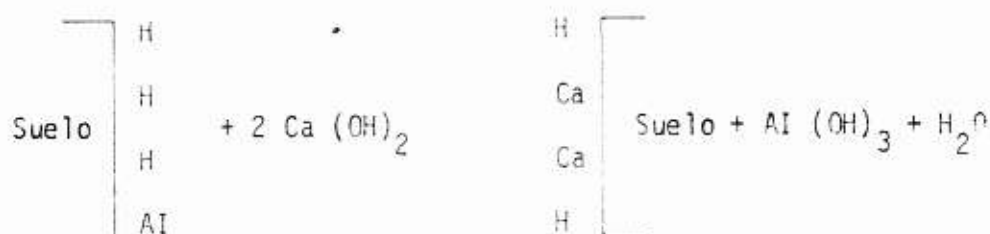
### 3.4.3 Pulpa de Café

Se empleó la producida en la finca de la cosecha anterior su análisis químico dió los siguientes datos:

N: 1.76%  
 $P_{25}O_5$  : 0.091%  
 $K_2O$  : 3.500%  
 $CaO$  : 0.120%  
 $MgO$  : 1.080%

### 3.4.4 Hidróxido de Cal

Es una substancia blanca, pulverulenta, difícil y desagradable de manejar. Cuando se añade al suelo - reacciona de la siguiente manera:



Se prepara mediante la hidratación del hidróxido cálcico. Se genera mucho calor, y después que la reacción se ha completado el material es secado y empaquetado en sacos de papel. La pureza del producto comercial varía, pero los compuestos químicamente puros tienen un valor de neutralización de 136, haciendo de él, sobre la base de los pesos equivalentes, el segundo en eficiencia de los materiales utilizados comúnmente para la adición de cal. (13).

Muestras diferentes de hidróxido de cal dan una riqueza del 95 al 96%.

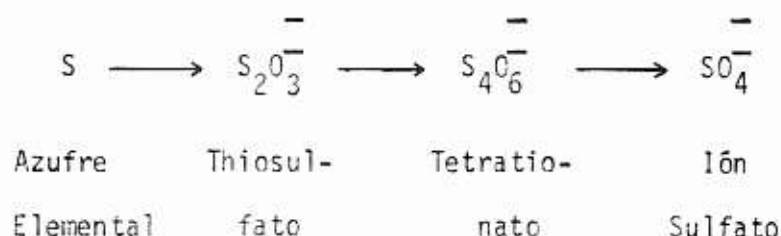
Para mantener alta la concentración de este producto no debe ser completamente apagado. Como resultado, considerables cantidades de óxidos estarán también presentes. Además, el hidróxido de cal se carbonata fácilmente. Este es el caso cuando el saco queda abandonado al aire húmedo. Además de las impurezas, seis compuestos importantes suelen estar presentes en los hidróxidos comerciales: los óxidos, los hidróxidos y carbonatos de calcio y magnesio. Los hidróxidos, desde luego, son los que predominan. (2).

#### 3.4.5 Azufre Elemental

En su forma elemental pura, el azufre es un sólido cris-

talino, amarillo, inerte, e hidrosoluble, comercialmente, se almacena al descubierto, donde permanece inalterable por la humedad y la temperatura. Cuando el azufre está finamente dividido y mezclado con el suelo, sin embargo, es oxidado a sulfato por los microorganismos del suelo. A causa de esta propiedad, el azufre ha sido utilizado durante muchos años en el mejoramiento de los suelos alcalinos (que contienen también carbonato cálcico libre). (13).

La oxidación ideal reportada en (7) a partir del azufre elemental hasta llegar a ión sulfato, por acción de microorganismos del género *Thiobacillus*, es la siguiente:



### 3.4.6 Análisis Químico del Material Empleado

| MATERIAL             | pH  | PPM   |       |     | Meq/100 gr |      |
|----------------------|-----|-------|-------|-----|------------|------|
|                      |     | N     | P     | K   | Ca         | Mg   |
| Suelo                | 6.2 | 6.20  | 3.06  | 190 | 4.49       | 1.56 |
| Mezcla               | 5.8 | 24.02 | 14.61 | 336 | 8.48       | 1.81 |
| Pulpa de<br>Café (+) | --- | 1.76  | 0.091 | 3.5 | 0.12       | 1.07 |

#### Método de Análisis:

Carolina del Norte; solución extractora Mehlich. pH  
potenciométrico 1:2.5 con agua destilada.

(+) N como N; P como  $P_2O_5$ ; K como  $K_2O$ ; Ca como CaO y  
Mg como MgO. Todos estos elementos expresados en %.

#### Capacidad de Intercambio Cationico de la Mezcla

| CIC   | Meq/100 Grs |      |      |      |       | % S. B. | % M. O. |
|-------|-------------|------|------|------|-------|---------|---------|
|       | Ca          | Mg   | K    | Na   |       |         |         |
| 52.91 | 10.6        | 1.56 | 1.26 | 0.13 | 25.61 |         | 15.80   |

Laboratorios de Anacafé. Método Díaz Remeu y Baler-  
die.

4.

## MÉTODOS

### 4.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento fué establecido con diseño de BLOQUES AL AZAR, contando con 7 tratamientos y 4 réplicas o repeticiones. Cada parcela experimental constó de 8 bolsas de polietileno de 9" x 12" con capacidad de 3 kilogramos de mezcla cada una, sembradas las plantitas en doble postura con 16 cafetos efectivos. La distancia entre parcelas fué de 30 centímetros y entre tratamientos 50 centímetros. Ocupando el experimento un área total de 32 mts.<sup>2</sup>

Los tratamientos experimentales fueron los siguientes:

CUADRO No. 1

| Tratamiento   | Corrector | Dosis/bolsa | Programa de Fertilización                                          |
|---------------|-----------|-------------|--------------------------------------------------------------------|
| Uno (testigo) | -         | -           | 5 aplicaciones de 20-20-0; una mensual a razón de 5 grs./bolsa (+) |
| Dos           | Ca1       | 5 grs.      |                                                                    |
| Tres          | Ca1       | 10 grs.     |                                                                    |
| Cuatro        | Ca1       | 20 grs.     |                                                                    |
| Cinco         | Azufre    | 2 grs.      |                                                                    |
| Seis          | Azufre    | 4 grs.      |                                                                    |
| Siete         | Azufre    | 6 grs.      |                                                                    |

(+) Cada bolsa (de 3 kilogramos c/u) llevó la cantidad de 5 gramos de nitrógeno, (N) y 5 gramos de fósforo ( $P_2O_5$ ). Lo que es equivalente a 1.67 grs. de nitrógeno e igual cantidad de fósforo, por kilogramo de suelo. Esto corresponde al total de lo aplicado.

#### 4.2 DATOS PARA EL ANALISIS ESTADISTICO

Los datos tomados al final del experimento, al cabo de un año, en cafetos próximos a ser transplantados al terreno definitivo fueron los siguientes:

- 1o) Altura en centímetros de las plantas de cada parcela, de la superficie del suelo al brote terminal.
- 2o) Número de plantas por parcela
- 3o) Número de cruces
- 4o) Peso en gramos por planta (tallos, ramas, hojas y raíces).
- 5o) Se efectuó análisis de suelo para determinar los valores de pH obtenidos con los diferentes niveles de cal, y azufre de los tratamientos.

#### 4.3 MANEJO DEL EXPERIMENTO

Los materiales usados se obtuvieron en la finca "El Recreo". Se hizo la mezcla en la proporción 2:1 de suelo superficial y pulpa de café de la cosecha anterior (secada al sol), con la que se llenaron todas las bolsas correspondientes a los tratamientos.

Un mes más tarde se le practicó un análisis de rutina (pH, N, P, K, Ca y Mg) y de cationes disponibles a la "mezcla", la cual denominaré en adelante únicamente como "suelo".

Inmediatamente después, al suelo contenido en las bolsas se le adicionaron los distintos niveles de cal ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) y azufre (S).

A los cuatro meses de iniciado el experimento; la siembra de las plantitas (transplante) se hizo en posturas dobles en un solo hoyo, procurando un tamaño uniforme de las plantas. Se aplicó el fertilizante de fórmula 20-20-0, a razón de 5 gramos por bolsa, haciendo 5 aplicaciones, una mensual.

Al mes de haberse hecho el transplante se hizo la primera aplicación. El fertilizante fué aplicado pegado a la bolsa para evitar posibles quemaduras en la planta.

El control de las enfermedades se programó con aplicaciones de

Difolatán 80, a razón de 18.5 grs/galón (2 lbs/50 galones) con aplicaciones periódicas a cada 15 días.

El control de insectos se hizo con Lebaycid a razón de 8 cc. por galón en la aparición del daño. Los riegos en la época seca se hicieron a intervalos de 2 días, con manguera tratando de evitarse el golpe muy fuerte del agua.

El almácigo no contó con ningún tipo de sombra, o sea que estuvo expuesto al sol durante todo el ciclo del experimento; la temperatura media observada fué de 18°C.

Justo al año de haberse efectuado el transplante, se dió por concluida la fase de campo del experimento procediéndose a la toma de datos y análisis de pH.

5.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados experimentales obtenidos en el presente trabajo se consignan en los cuadros 2, 3, 4, 5 y 6 y en las gráficas 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

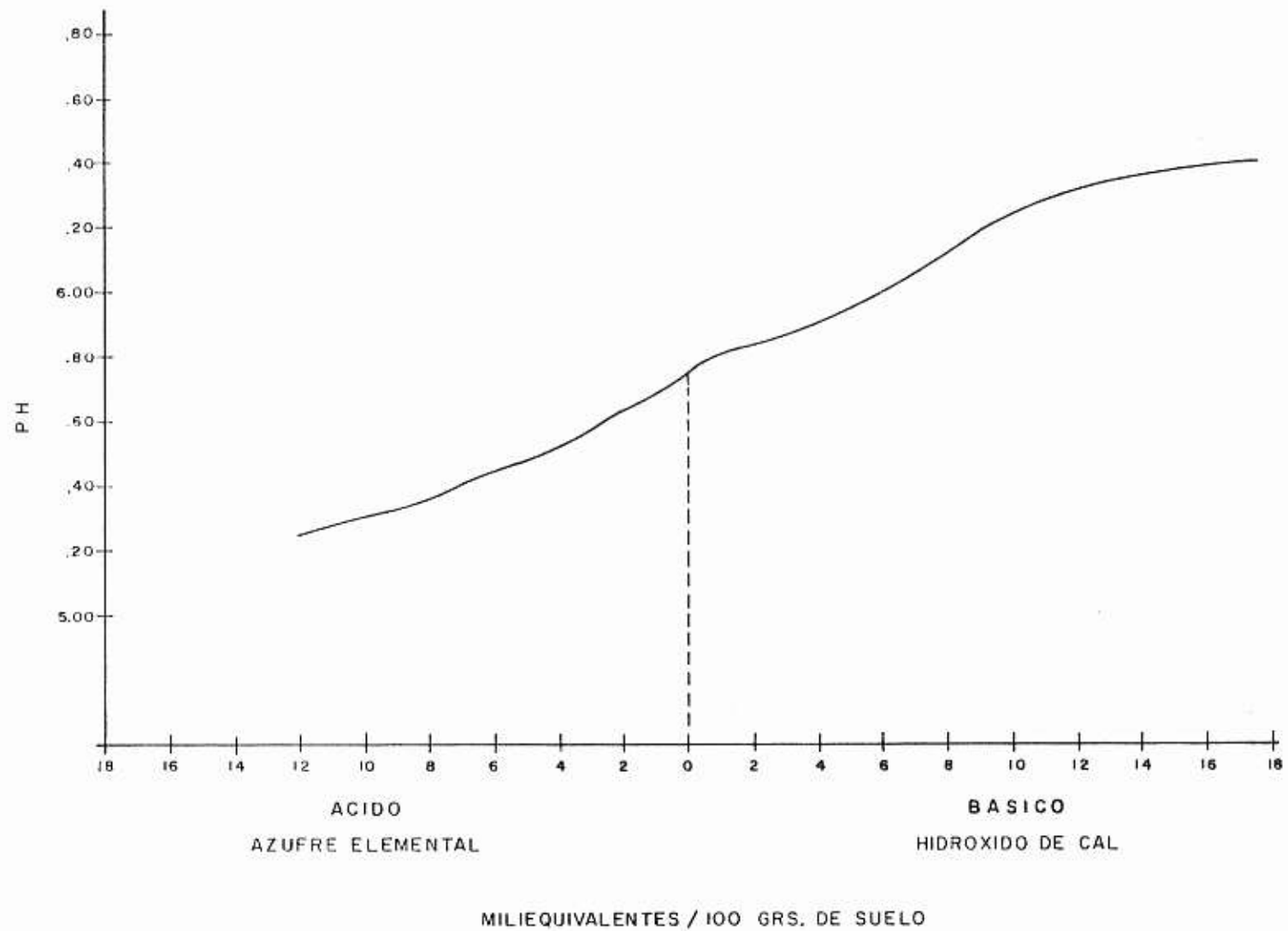
Con la Gráfica No. 1 se busca establecer la variación del pH a partir de su valor original hacia un rango alcalino a través de los niveles de cal aplicados y por otro lado hacia valores más ácidos como resultado de la aplicación de los niveles de azufre.

Los resultados que corresponden al rendimiento del almácigo de café, están expresados como número de plantas por parcela (Cuadro No. 2 y Gráfica No. 2), peso por planta en gramos (Cuadro No. 3 y Gráfica No. 3), número de cruces (Cuadro No. 4 y Gráfica No. 4) y altura de planta en centímetros (Cuadro No. 5 y Gráfica No. 5); obteniendo en los diferentes valores de pH del suelo.

La Gráfica No. 6 está formada por la integración de las cuatro anteriores, con la finalidad de establecer el valor y rango de pH donde se obtuvieron los mejores rendimientos.

En el Cuadro No. 6 están anotados los tratamientos con los promedios de pH y rendimientos obtenidos.

GRAFICA No. 1



CUADRO No. 2

NUMERO DE CAFETOS POR PARCELA EN ALMACIGO

| TRATAMIENTOS | R I | R II | R III | R IV | E   | X     |
|--------------|-----|------|-------|------|-----|-------|
| 1 (testigo)  | 16  | 15   | 15    | 15   | 61  | 15.25 |
| 2            | 16  | 14   | 15    | 16   | 61  | 15.25 |
| 3            | 16  | 16   | 15    | 15   | 62  | 15.50 |
| 4            | 16  | 16   | 14    | 11   | 57  | 14.25 |
| 5            | 15  | 13   | 13    | 16   | 57  | 14.25 |
| 6            | 15  | 13   | 6     | 13   | 47  | 11.75 |
| 7            | 14  | 13   | 14    | 14   | 55  | 13.75 |
| TOTALES      | 108 | 100  | 92    | 100  | 400 |       |

Error Experimental ( $s^2$ ): 3.18 plantas por parcela

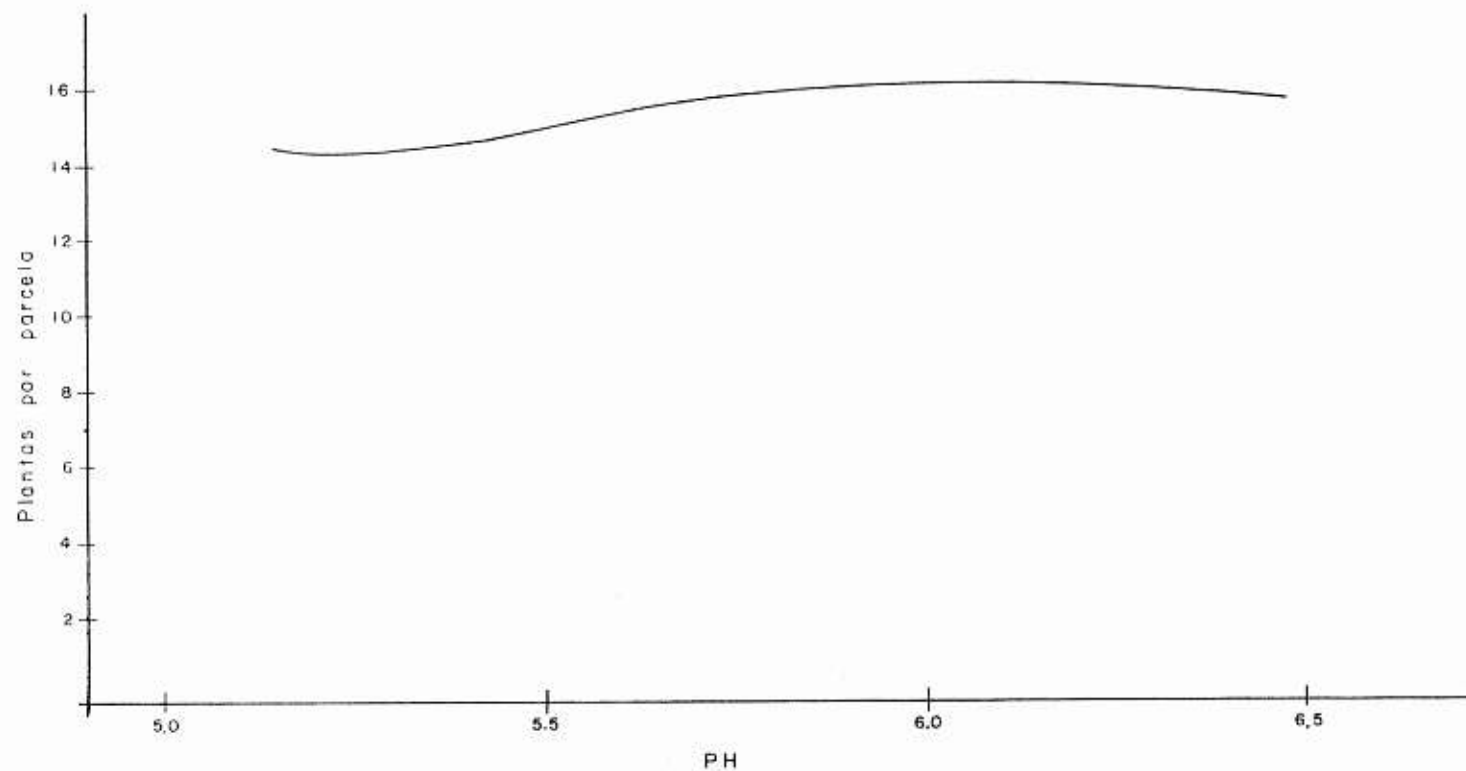
Coefficiente de variabilidad: 12.48%

Interpretación Estadística de los Resultados:

1. El análisis de varianza indica que no hubo diferencia significativa al nivel del 5% de significancia.
2. Aritméticamente el mejor tratamiento fué el No. 3.

GRAFICA No. 2

RENDIMIENTOS MEDIOS EN NUMERO DE CAFETOS  
POR PARCELA EN ALMACIGO



CUADRO No. 3

PESO EN GRAMOS POR PLANTA (Tallos, ramas, hojas y raíces)  
EN BASE HUMEDA DE CAFETOS EN ALMACIGO

| TRATAMIENTOS | R I    | R II  | R III  | RIV    | E      | $\bar{X}$ |
|--------------|--------|-------|--------|--------|--------|-----------|
| 1 (testigo)  | 22.47  | 13.01 | 23.03  | 22.19  | 80.70  | 20.18     |
| 2            | 25.17  | 17.61 | 20.64  | 19.06  | 82.48  | 20.62     |
| 3            | 27.66  | 17.40 | 21.69  | 22.77  | 89.52  | 22.38     |
| 4            | 20.74  | 9.98  | 30.21  | 12.26  | 73.19  | 18.30     |
| 5            | 13.43  | 12.18 | 8.68   | 14.55  | 48.84  | 12.21     |
| 6            | 18.47  | 14.20 | 17.57  | 26.80  | 77.04  | 19.26     |
| 7            | 14.35  | 13.81 | 15.91  | 19.45  | 63.52  | 15.88     |
| TOTALES      | 142.29 | 98.19 | 137.73 | 137.08 | 515.19 |           |

Error Experimental ( $s^2$ ): 19.53 gramos

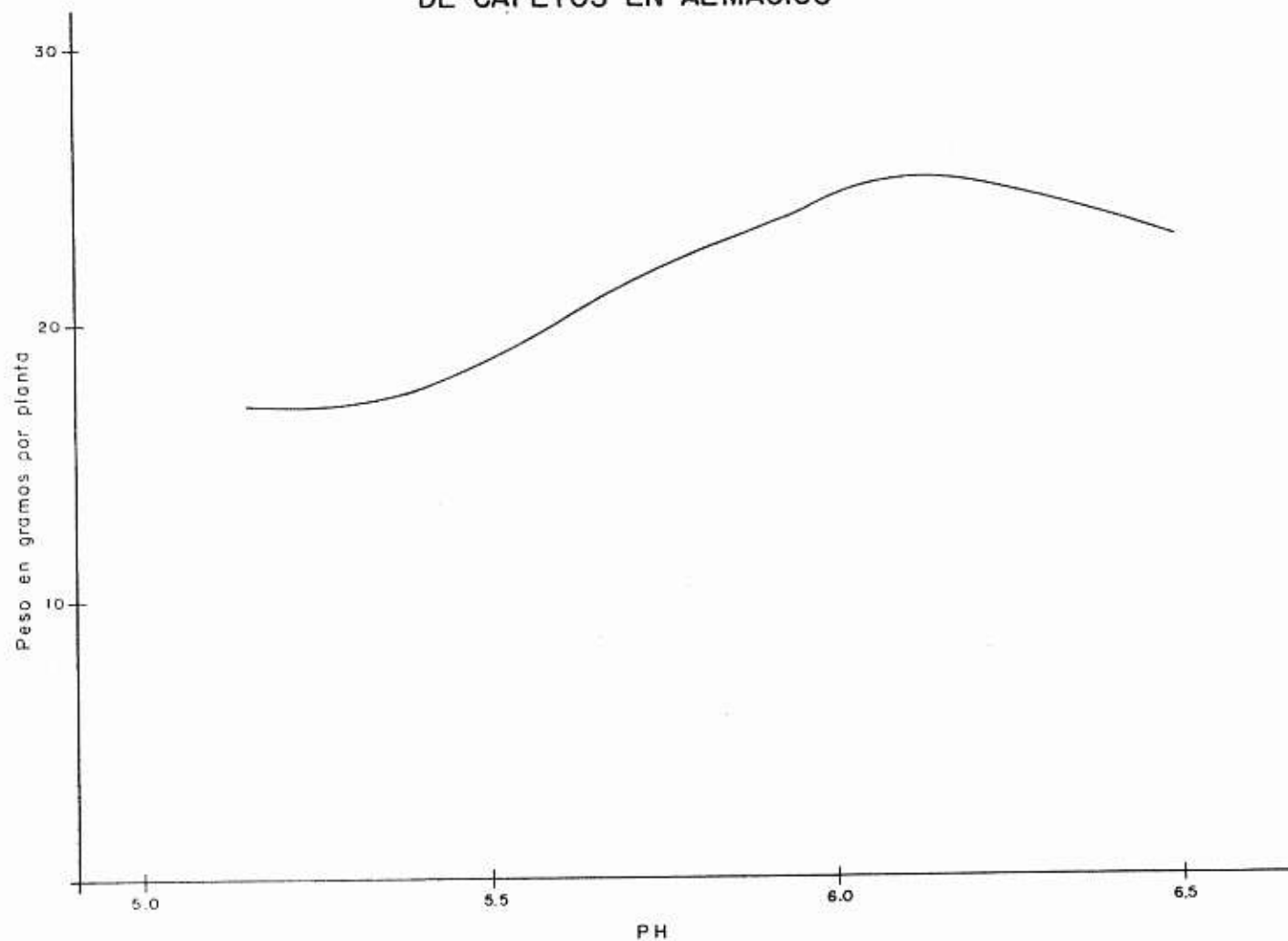
Coefficiente de variabilidad (c): 24.01%

Interpretación Estadística de los Resultados:

1. El análisis de varianza practicado al peso de planta por tratamiento, no indicó diferencia significativa al nivel de 5% de probabilidad.
2. Aritméticamente se determinó que el tratamiento No. 3 fue superior a los demás.

GRAFICA No. 3

PESO EN GRAMOS PROMEDIO POR PLANTA  
(TALLOS, RAMAS, HOJAS Y RAICES) EN BASE HUMEDA,  
DE CAFETOS EN ALMACIGO



CUADRO No. 4NUMERO DE CRUCES PROMEDIO POR  
PLANTA DE CAFETOS EN ALMACIGO

| TRATAMIENTOS | R I   | R II  | R III | R IV  | E     | $\bar{X}$ |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 (testigo)  | 4.00  | 2.73  | 3.27  | 3.33  | 13.33 | 3.33      |
| 2            | 4.75  | 3.14  | 3.27  | 3.25  | 14.41 | 3.60      |
| 3            | 4.94  | 2.81  | 3.67  | 4.53  | 15.95 | 3.99      |
| 4            | 4.06  | 2.00  | 3.79  | 2.36  | 12.21 | 3.05      |
| 5            | 2.20  | 1.54  | 1.62  | 2.56  | 7.92  | 1.98      |
| 6            | 3.27  | 2.46  | 2.67  | 2.62  | 11.02 | 2.76      |
| 7            | 3.14  | 2.62  | 2.43  | 3.21  | 11.40 | 2.85      |
| TOTALES      | 26.36 | 17.30 | 20.72 | 21.86 | 86.24 |           |

Error Experimental ( $s^2$ ): 0.216 cruces

Mínima Diferencia Significativa (MDS): 0.690 cruces

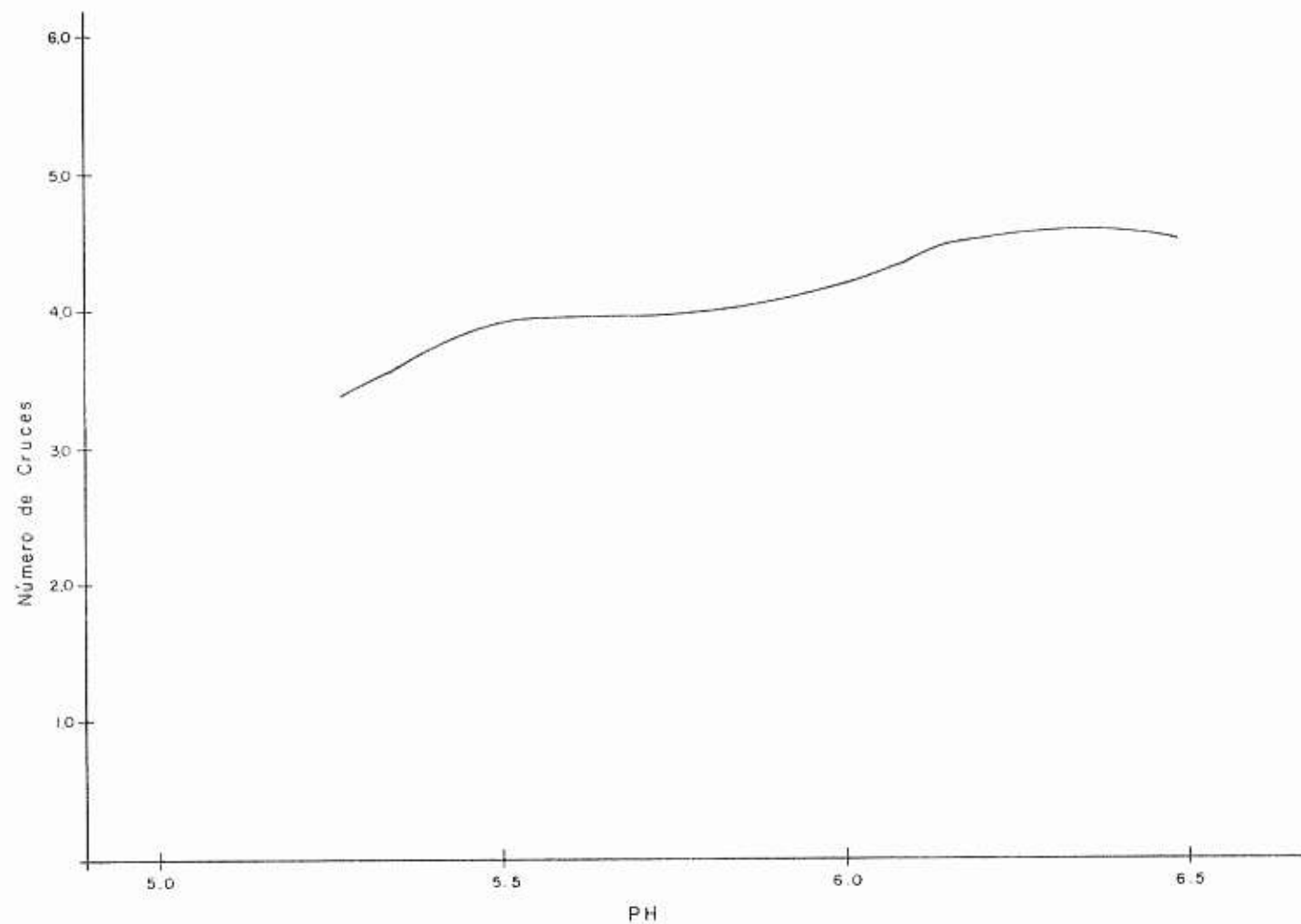
Coefficiente de variación (c): 15.09%

Interpretación Estadística de los Resultados:

1. El análisis de varianza indicó que en el número de cruces entre tratamientos hubo diferencias significativas al nivel de 5% de probabilidad.
2. El tratamiento que presentó mayor número de cruces fué el No. 3.
3. El tratamiento No. 2 fué el segundo en significancia.

GRAFICA No. 4

NUMERO DE CRUCES PROMEDIO POR PLANTA  
DE CAFETOS EN ALMACIGO



CUADRO No. 5

ALTURA PROMEDIO POR PLANTA EN CENTIMETROS  
DE LOS CAFETOS EN ALMACIGO

| TRATAMIENTOS | R I    | R II   | R III  | R IV   | E      | $\bar{X}$ |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| 1 (testigo)  | 29.59  | 25.82  | 25.33  | 27.14  | 107.88 | 26.97     |
| 2            | 33.02  | 24.35  | 27.60  | 26.03  | 111.00 | 27.75     |
| 3            | 33.09  | 26.98  | 28.87  | 30.03  | 118.97 | 29.74     |
| 4            | 30.36  | 20.33  | 32.66  | 20.92  | 104.27 | 26.07     |
| 5            | 23.29  | 19.01  | 17.71  | 24.43  | 84.44  | 21.11     |
| 6            | 29.14  | 24.51  | 25.22  | 26.71  | 105.58 | 26.40     |
| 7            | 26.04  | 22.81  | 23.03  | 25.42  | 97.30  | 24.33     |
| TOTALES      | 204.53 | 163.81 | 180.42 | 180.68 | 729.44 |           |

Error Experimental ( $s^2$ ): 7.01 centímetros

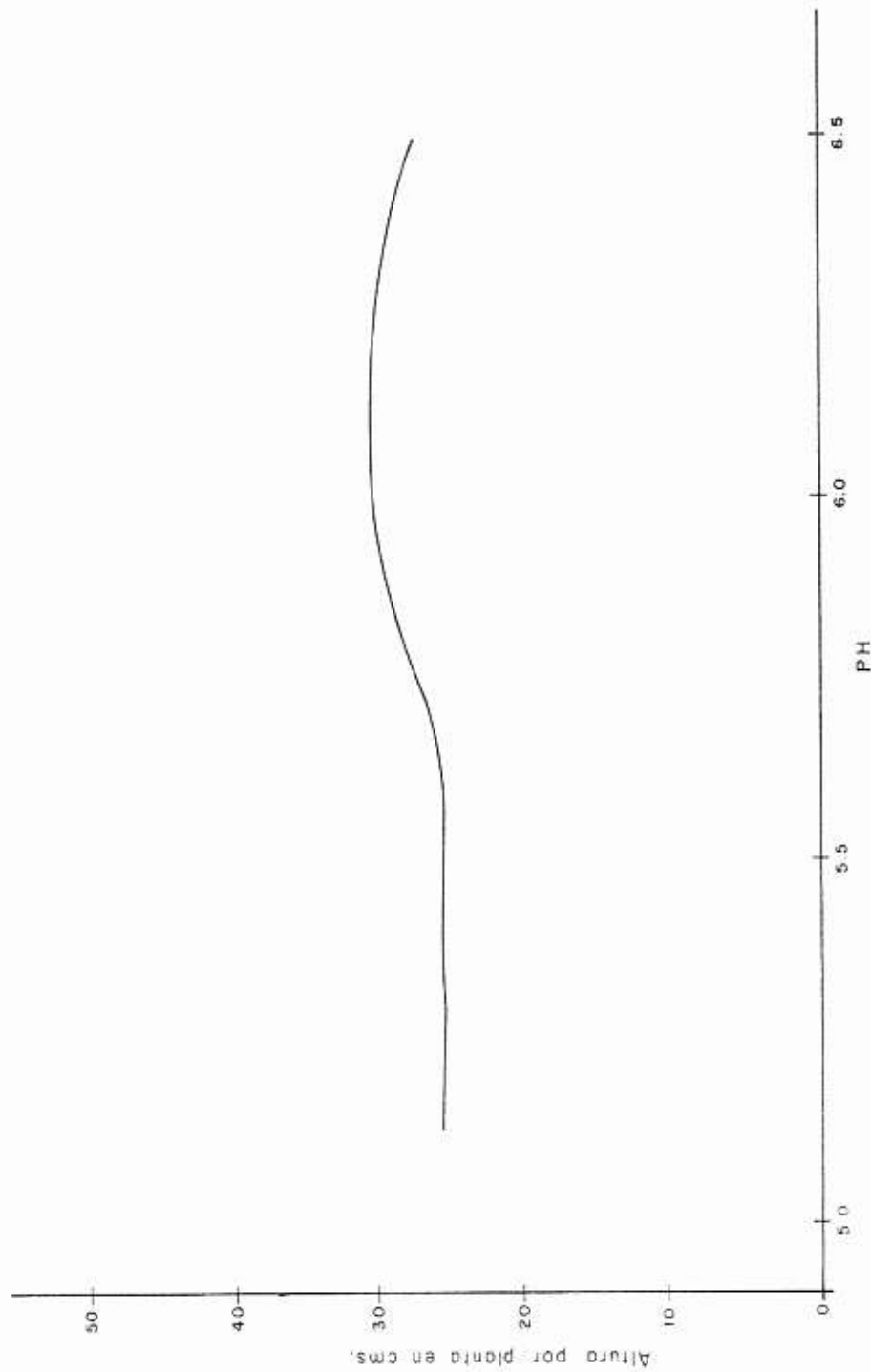
Coefficiente de variación (c): 10.16%

Interpretación Estadística de los Resultados:

1. El análisis de varianza indica que no hubo diferencia significativa entre tratamientos al nivel del 5% de significancia.
2. Los tratamientos aritméticamente superiores fueron los números 3 y 2 respectivamente.

GRAFICA No. 5

RENDIMIENTO EXPRESADO COMO ALTURA PROMEDIO POR PLANTA  
EN CENTIMETROS DE LOS CAFETOS EN ALMACIGO



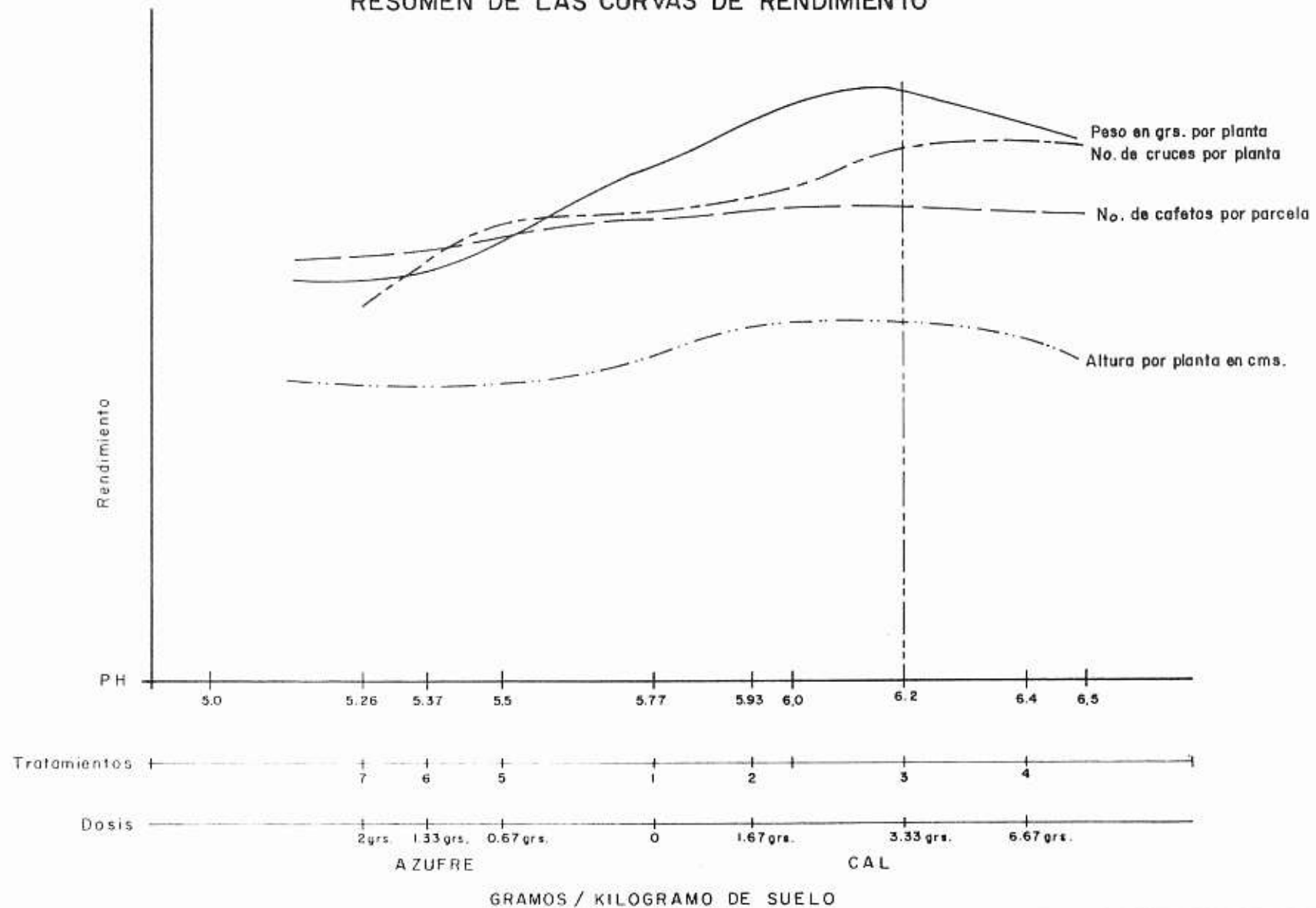
CUADRO No. 6

VALORES MEDIOS

| TRATAMIENTO | pH   | PESO POR PLANTA (Grs) | No. DE PLANTAS POR PARCELA | No. DE CRUCES POR PLANTA | ALTURA DE PLANTA (cms.) |
|-------------|------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1 (testigo) | 5.77 | 20.18                 | 15.25                      | 3.33                     | 26.97                   |
| 2           | 5.93 | 20.62                 | 15.25                      | 3.60                     | 27.75                   |
| 3           | 6.20 | 22.38                 | 15.50                      | 3.99                     | 29.74                   |
| 4           | 6.40 | 18.30                 | 14.25                      | 3.05                     | 26.07                   |
| 5           | 5.53 | 12.21                 | 14.25                      | 1.98                     | 21.11                   |
| 6           | 5.37 | 19.26                 | 11.75                      | 2.76                     | 26.40                   |
| 7           | 5.26 | 15.88                 | 13.75                      | 2.85                     | 24.33                   |

GRAFICA No. 6

RESUMEN DE LAS CURVAS DE RENDIMIENTO



6.

C O N C L U S I O N E S

- 6.1 Dentro del rango obtenido de pH, determinado por los valores extremos 5.26 a 6.40 (Gráfica No. 6), en que quedaron comprendidos todos los tratamientos, se encontró significancia estadística en el Número de Cruces por Planta. No así en los otros parámetros que se analizaron en el almácigo, objeto de estudio.
- 6.2 El valor de pH 6.20, que corresponde al tratamiento No. 3 (10 gms. de cal), fué el que reflejó significancia estadística en el número de cruces por planta. También demostró beneficio en poca diferencia aritmética en las otras variables que se midieron, específicamente en peso por planta en gramos y desarrollo vegetativo en altura.
- 6.3 El valor de pH 5.93, correspondiente al tratamiento No. 2 (5 gms. de cal), al compararlo aritméticamente con los demás tratamientos ocupó el segundo lugar, especialmente en número de cruces, altura de las plantas en centímetros y en peso por planta en gramos.
- 6.4 Dependiendo de las dos conclusiones anteriores y de la representación en el Gráfico No. 6, permite decir en términos generales que bajo las condiciones de este estudio, los valores de pH comprendidos en el rango de 5.80 a 6.20, observándose com-

parativamente, asumieron los mejores beneficios. Dando la probabilidad de incrementar resultados de desarrollo vegetativo en todos los aspectos del almácigo.

- 6.5 Con la aplicación de los niveles del hidróxido de cal que equivalen a 4.41, 8.82 y 17.63 miliequivalentes por 100 gramos de suelo, se obtuvieron incrementos sobre el valor de pH del testigo, de 0.16, 0.43 y 0.63 grados respectivamente (Gráfica No. 1).
- 6.6 Asimismo, con la aplicación de los niveles de azufre elemental que equivalen a 4.07, 8.15 y 12.22 miliequivalentes por 100 gramos de suelo, se observó una disminución, a partir del valor de pH del testigo, de 0.24, 0.40 y 0.51 grados respectivamente (Gráfica No. 1)
- 6.7 No se recomienda ninguno de los tratamientos evaluados tanto de cal como de azufre, para la corrección de pH más adecuado y consecuentemente para el mejoramiento de rendimientos vegetativos en el almácigo ya que por los medios estadísticos no pudo determinarse cual fue el mejor. Los efectos discutidos, en su mayoría se examinaron en forma aritmética y cualitativamente.
- 6.8 En vista de la falta de información bibliográfica sobre este tema en el cultivo del café, se considera que en nuestro país este estudio es uno de los primeros en su género y que por tal ra-

zón deja mucho campo de investigación, se espera que inquietudes renovadoras continúen trabajos relacionados con este tópicó, tomándose como punto de partida estos resultados, para así proporcionar mayor información práctica y útil a la Caficultura Nacional.

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

- 1). BOLETIN DEL INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACION DEL CAFE, ISIC. 23 de Junio 1962. En AGA. (Guatemala) Epoca III (47).
- 2). BUCKMAN, H. O and BRADY, N. C. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad por: R. Salod. Barceló. Barcelona, UTHEA 1966 556 p.
- 3). BURNS, R. Oxidation of sulfur in soils. Washington D. C. The Sulphur Institute, Technical Bulletin Number 13, 1967. 41 p.
- 4). CAMPOLLO, H. R. Estudio de diferentes medios para el Desarrollo del cafeto en la fase de almácigos usando bolsas de polietileno. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977. 52 p. (Tesis Ing. Agr.)
- 5). DE LA LOMA, Experimentación agrícola. México, UTEHA, 1955. 430 p.
- 6). HOLDRIDGE, L. R. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala, según sus formaciones vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura, SCIDA, 1958. 19 p.
- 7). NATIONAL SULPHUR COMPANY. SOL-U-SUL, a new sulphur fertilizer. New York, National Sulphur Company, Subsidiary of ELCOR Chemical Corporation, 1967. 10 p. Bulletin 101B
- 8). NOSTI, Cacao, café y té. España, Colección Agrícola Salvat, 1953. 465 p.
- 9). ORTIZ MAYEN, O. Manual de suelos y fertilización del café. Boletín No. 12, Guatemala. ANACAFE. 1973 89 p.
- 10). RANERO, J. R., Estudio de correlación de un método analítico para la determinación de azufre y de la respuesta a la aplicación de este elemento en 25 suelos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1974. 38 p. (Tesis Ing. Agr.)
- 11). GARCIA SERRANO. El caficultor: imagen verdadera. En: Rev. Cafetalera (Guate. ANACAFE) (129): 7-8 p. 1974.

- 12). Guatemala, Minist. de Educ. Pública Ed. "José de Pineda I-barra" y Minist. de Agricultura, IAN-SCIDA, 1950. 1000 p.
- 13). TISDALE S. L. y NELSON, W. L. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad. por Jorge Balasch y Carmen Piña. España, Montaner y Simmon S. A., 1970. 760 p.
- 14). VON UEXCULL y A. JACOB. Nutrición y abonado de los cultivos tropicales. Trad. por: L. López Martínez de Alva. Hannover Alemania, Ver Lagsges ll Schaff fur Ackerbaungh. 1966. 350 p.

Jo. Ro.   
PALMIRA S. DE QUAN  
JEFE CENTRO DE DOCUMENTACION  
E INFORMACION AGRICOLA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

|            |
|------------|
| Referencia |
| Asunto     |
|            |

IMPRIMASE:

ING. RODOLFO ESTRADA GONZALEZ  
DECANO

