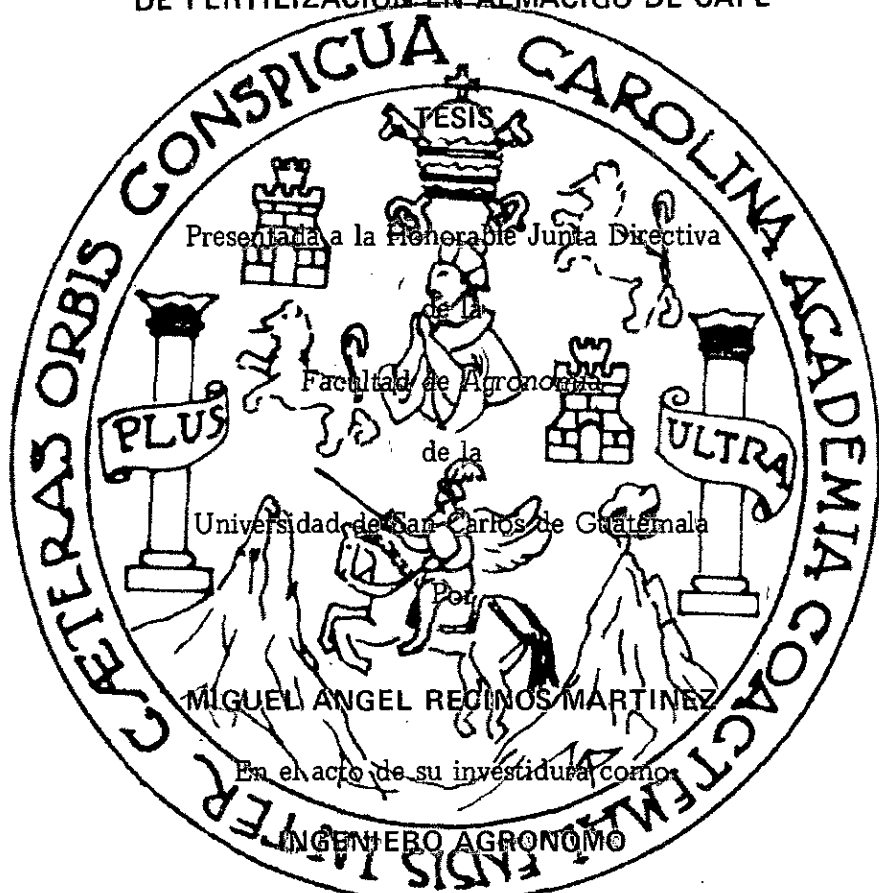


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTUDIO DE EPOCAS DE APLICACION Y NIVELES
DE FERTILIZACION EN ALMACIGO DE CAFE



En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Abril de 1982

DL
01
T(684)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR
DR. EDUARDO MEYER

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Dr. Antonio Sandoval S.
Vocal 1o.:	Ing. Agr. Oscar Leiva
Vocal 2o.:	Ing. Agr. Gustavo Méndez
Vocal 3o.:	Ing. Agr. Nestor Fernando Vargas
Vocal 4o.:	Prof. Leonel Enriquez Durán
Vocal 5o.:	Prof. Francisco Muñoz H.
Secretario:	Ing. Agr. Carlos Fernández Pérez

TRIBUNAL QUE REALIZO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

Decano:	Dr. Antonio Sandoval S.
Examinador:	Dr. José de Jesús Castro
Examinador:	Ing. Agr. Eddie Monterroso
Examinador:	Ing. Agr. Aníbal Martínez
Secretario:	Ing. Agr. Carlos Salcedo

Guatemala, 16 de marzo de 1,983

Doctor
Antonio Sandeval
Decano de la
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos
Su Despacho

Respetable Doctor Sandeval:

Atentamente me dirijo a usted para informarle que -
atendiendo el mandato que esa Decanatura me hiciera, he as-
sorado al Br. Miguel Angel Recinos Martínez, en su trabajo
de tesis previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, y
el cual lleva como título "ESTUDIO DE EPOCAS DE APLICACION
Y NIVELES DE FERTILIZACION EN ALMACIGO DE CAFE (Coffea ará-
bica)"; y que considero reúne los requisitos para ser apro-
bado como tal; por lo que respetuosamente ruego a usted se
sirva considerarlo y emitir su aprobación correspondiente.

Atentamente,


Edgar E. Ríos Muñoz
COLEGIADO 202

Guatemala, 14 de marzo de 1,983

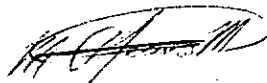
Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorable Junta Directiva:

De conformidad con lo que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, mi trabajo de Tesis titulado "ESTUDIO DE EFECTOS DE APLICACION Y NIVELES DE FERTILIZACION EN ALMACIGO DE CAFE".

Al presentarlo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero que merezca vuestra aprobación.

Respetuosamente,



Miguel Angel Recinos Martinez

ACTO QUE DEDICO

A MIS PADRES

Miguel Angel Recinos Solis
Aracely Martínez de Recinos

A MI ESPOSA

Ma. Lydiana Cabrera de Recinos

A MI HIJA

Lydiana Michelle

A MIS HERMANOS

Elvira Aracely, Ana Carolina,
Silvia Patricia, Sara Marilú,
Jorge Alfredo y Ericka Rosina.

TESIS QUE DEDICO

A:

DIOS NUESTRO SEÑOR

A:

MI PATRIA GUATEMALA

A:

LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A:

MI ASESOR EN ESTE TRABAJO:
ING. AGR. EDGAR RIOS MUÑOZ

INDICE

	Página
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	5
II. REVISION DE LITERATURA	9
A. Acción y/o función de los elementos nutritivos en el crecimiento del cafeto.	
B. Epocas y niveles de fertilización en almacigos	
III. MATERIALES Y METODOS	29
1. Localización y descripción del sitio experimental.	
2. Materiales	
3. Metodología experimental	
IV. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	37
V. CONCLUSIONES	41
VI. RECOMENDACIONES	43
VII. BIBLIOGRAFIA	55

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el propósito de evaluar la acción de los elementos nutritivos (N, P,K) en el crecimiento del café con diferentes épocas y niveles de fertilización para almácigo; trabajo realizado a partir de la siembra del almácigo hasta siete meses de edad.

El experimento se estableció en la Finca "San Lorenzo", situada en el municipio de Pueblo Nuevo Viñas, departamento de Santa Rosa, a una altitud de 1040 mts. sobre el nivel del mar, con una precipitación media anual de 2095.9 mm; humedad relativa del 80o/o y temperatura media de 21.8^o centígrados.

La región está clasificada según Holdrige como Tropical húmeda.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

Trat.	Urea				
	1 mes D.S.	2 meses D.S.	3 meses D.S.	4 meses D.S.	5 meses D.S.
1	1 qq/10,000 bolsas.	-----	2 qq/10,000 bolsas.	-----	1 qq/10,000 bolsas.
2	.5 qq/10,000 bolsas.	.5 qq/10,000 bolsas.	1 qq/10,000 bolsas.	1 qq/10,000 bolsas.	1 qq/10,000 bolsas.
3	2 qq/10,000 bolsas.	-----	4 qq/10,000 bolsas.	-----	1 qq/10,000 bolsas.
4	1 qq/10,000 bolsas.	1 qq/10,000 bolsas.	2 qq/10,000 bolsas.	2 qq/10,000 bolsas.	1 qq/10,000 bolsas.
5	1 qq/10,000 bolsas.	-----	2 qq/10,000 bolsas.	-----	-----
6	.5 qq/10,000 bolsas.	.5 qq/10,000 bolsas.	1 qq/10,000 bolsas.	1 qq/10,000 bolsas.	-----
7	2 qq/10,000 bolsas.	-----	4 qq/10,000 bolsas.	-----	-----
8	1 qq/10,000 bolsas.	1 qq/10,000 bolsas.	2 qq/10,000 bolsas.	2 qq/10,000 bolsas.	----- -----

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

1. El tratamiento de tres quintales de 16-20-0-14 en cuatro épocas de aplicación más un quintal de Urea, fue el que mostró mejor comportamiento en el desarrollo del almácigo.
2. El tratamiento de tres quintales de 16-20-0-14 en cuatro épocas reportó un comportamiento adecuado para ganar altura de planta, puesto que teniendo al inicio la menor altura, llegó al final con la mayor altura.
3. La aplicación de fertilizante independientemente de la dosis a utilizar, responde mejor si se hace en cuatro épocas que si se hace en dos.

INTRODUCCION

Guatemala siempre se ha caracterizado por ser un País que ha dependido mucho de su agricultura. En los últimos años la diversificación de sus cultivos se ha extendido e intensificado, especialmente en aquellos productos de exportación, como la caña de azúcar, algodón, banano y café.

De los cultivos de exportación, el café ha ocupado un lugar muy importante en la economía del país, ya que genera para éste, un elevado renglón por concepto de divisas e impuestos que ingresan al Herario Nacional, así como también, el empleo de un gran número de trabajadores ligados directa e indirectamente con la empresa agrícola cafetalera.

Como ejemplo podría citarse que para la cosecha 1981/82, se exportaron tres millones trescientos treinta y cinco mil setecientos noventa y ocho (3.335,798) quintales café oro, que generaron trescientos setenta y ocho millones ciento sesenta y cuatro mil ochocientos cuarenta y ocho quetzales con veinticinco centavos (Q 378.164,848.25) como ingreso de divisas; treinta y seis millones novecientos cuarenta y cuatro mil ochocientos cuarenta y cinco quetzales con setenta y ocho centavos (Q 36.944,845.78) percibidos por concepto de Impuestos de Exportación; y el empleo de setenta y ocho millones ciento seis mil cuatrocientos (78.106,400) jornales, que reportaron ciento veinticinco millones seiscientos cincuenta y nueve mil seiscientos quetzales (Q 125.659.600.00).

Las cifras anteriores reflejan la importancia económica que para nuestro país tiene este cultivo, ya que contribuye con un 49o/o del presupuesto general de la Nación.

Guatemala cuenta con aproximadamente trescientos setenta y siete mil manzanas (367,000) de café cultivadas, con un promedio de doce quintales con ochenta libras (12.80) pergamino/Mz, las cuales se encuentran localizadas en las diferentes

zonas cafetaleras del país, pero fuertemente concentradas en la región Sur-Occidental; el tipo y tamaño de finca es bastante variable, existiendo tres mil novecientos noventa y cinco (3,995) fincas de medianos y grandes productores y más o menos cincuenta y cuatro mil (54,000) pequeños productores.

Haciendo un análisis retrospectivo de la caficultura en Guatemala se ve claramente que la mayoría de explotaciones son totalmente tradicionales, y que la adopción de tecnología no ha estado acorde al ritmo que demandan las necesidades, pues sólo el hecho de tener un promedio bajo de rendimiento por unidad de área, denota la deficiencia en el uso de innovaciones tecnológicas, situación que puede compararse con países vecinos como el Salvador y Costa Rica, que reportan mayores rendimientos por unidad de superficie (16 y 23 qq/oro/Mz aprox. respectivamente).

Toda finca cafetalera debe ser realmente **EMPRESA RENTABLE**, y para constituirse como tal, debe prestársele la atención a una serie de factores que entran en juego para el éxito de la misma. Entre éstos, algunos de los más importantes desde el punto de vista agronómico son los siguientes: Uso de variedades mejoradas, manejo de tejido (poda), manejo de sombra, control de plagas y enfermedades, control de malezas, fertilización y por supuesto un almácigo de buena calidad, base fundamental para el establecimiento de una nueva plantación de café.

En Guatemala, así como en otros países donde se cultiva café, se obtienen diferentes tipos y clases de almácigos; actualmente se practica en un alto porcentaje en bolsas de polietileno, las cuales varían de tamaño, desde 5" X 12" hasta de 9" X 12". Otro tipo de almácigo que se está extendiendo fuertemente, es el sembrado directamente al suelo. En igual forma se ha acostumbrado el desarrollo de almácigos bajo sombra (viva o muerta), aunque últimamente el almácigo al sol se está practicando en diferentes zonas del país, con muy buenos resultados.

Así también el número de plantas por postura varía de finca a finca y de zona, encontrándose almácigos desde una hasta

tres o cuatro plantas por postura.

Analizando detenidamente los conceptos anteriores, puede inferirse en que los requerimientos de nutrientes del almácigo al suelo, por bolsa ó por postura tienen que ser diferentes, por lo que los programas de fertilización deberán elaborarse de tal forma, que con ello pueda lograrse un desarrollo vigoroso y rentable de las plantas.

En base a lo anterior se ejecutó el presente trabajo, con el objeto de evaluar diferentes épocas y dosis de aplicación de fertilizantes químicos en almácigos en bolsas, para establecer y determinar la calidad del mismo en función de la aplicación de fertilizantes.

II. REVISION DE LITERATURA

A. ACCION Y/O FUNCION DE LOS NUTRIENTES EN EL CRECIMIENTO DEL CAFETO:

Nitrógeno

Perdomo (44) asegura que "El contenido de nitrógeno de los suelos está íntimamente relacionado con el contenido de materia orgánica que a su vez está relacionado con el clima. Aunque el contenido de materia orgánica de ciertos suelos sea un tanto constante durante el año, la cantidad de las formas solubles de nitrógeno en el suelo pueden variar considerablemente. La cantidad de nitrógeno en la materia orgánica depende del tipo de materia, del clima, y de las condiciones físicas del suelo".

Ortíz Mayén (12) dice que "Este es el elemento más importante en la fertilización del café, en nuestras condiciones, su deficiencia está muy generalizada en el país y la respuesta del cultivo a su aplicación como fertilizantes es muy marcada. Es absorbido por las raíces de las plantas en forma de ion NO_3^- (Nitrato) NH_4^+ (Amonio), principalmente".

Según Perdomo (39) "También puede utilizarse el nitrógeno en pequeñas cantidades en forma de ion nitrito (NO_2^-), pero éste es tóxico para muchas plantas". Continúa diciendo que "Aunque el nitrógeno pueda ser aplicado en alguna forma en amonio es rápidamente absorbida por las plantas".

Asegura el mismo autor (39) que "El contenido de nitrógeno puede variar de 0.5 a 4 por ciento del peso seco de la planta".

Respecto a las funciones del nitrógeno, Perdomo (40), "El nitrógeno es el constituyente en todo el protoplasma y está presente en los pigmentos de la planta, tales como la clorofila. Muchos compuestos de la planta contienen nitrógeno tales como

los aminoácidos, amidos, proteínas y alcaloides. El nitrógeno es requerido para un crecimiento vigoroso de las plantas, especialmente durante las etapas tempranas del desarrollo, y también es necesario para los procesos normales de la reproducción".

De acuerdo con Estrada Castillo (30), "Bonner califica el nitrógeno como otros de los componentes esenciales de la molécula de clorofila". "Wallace dice que "el nitrógeno es el responsable de la ocloración verde de las hojas, debido a la formación de la clorofila"; y Hope asegura que "El contenido de nitrógeno del cafeto se incrementa significativamente del interior hacia el exterior del arbusto".

Respecto a las deficiencias, Perdomo (41) indica que "El nitrógeno es el primer elemento en volverse deficiente cuando el suelo es expuesto al cultivo, ya que es usado por las plantas en cantidades considerables". "También es lixiviado de la zona de alimentación de raíces, el nitrógeno por estas razones es considerado un elemento crítico en las operaciones agrícolas en el campo. Un adecuado manejo en el suelo depende de la habilidad del agricultor para mantener el nitrógeno del suelo".

Ortíz Mayén (12), indica que "Su deficiencia se manifiesta por la pérdida uniforme del color verde de las hojas, hasta alcanzar un tono amarillo, cuando la deficiencia es muy severa".

Según (6), Pág. (30) "Bonner indica que la deficiencia conduce a la formación de hojas con bajo contenido clorofílico; Wallace dice que "Su deficiencia se manifiesta a través de un contenido bajo en clorofila induciendo a la clorosis típica; y Malavolta informa que en las hojas deficientes de nitrógeno los cloroplastos se presentaron en menor cantidad que los normales".

Dice además, Estrada (30) "La deficiencia de nitrógeno al principio se observó con una franja angosta fuertemente amarilla a lo largo del borde de la orilla de la hoja, en estado intermedio de

deficiencia aumenta el área amarilla y muy avanzada la deficiencia la hoja apareció totalmente amarillenta".

Perdomo (40) dice que "El exceso de este elemento a su vez produce los siguientes síntomas en las plantas: Crecimiento exuberante, paredes celulares y tallos débiles que producen acame y prolongación de la fase vegetativa (tardanza en la madurez). Las plantas también son más susceptibles a las enfermedades y a la sequía cuando el nitrógeno está en exceso y tendrá una relación alta de corona raíz". Además Perdomo (41) indica que, "Se ha demostrado que grandes cantidades de nitrógeno en relación con otros nutrientes, especialmente fósforo, potasio y calcio, inducen al acame y granos pequeños, a un crecimiento vegetativo excesivo, con una producción baja de fruta".

Fósforo:

Ortíz (12) "Su principal efecto es en el desarrollo de las raíces. Esto es muy importante, especialmente en las primeras fases de desarrollo de la planta, como en el caso de los almácigos y la plantía de café. En este estado es cuando más se necesita estimular el crecimiento de las raíces, de las cuales va a depender la nutrición y enclaje de la planta. Este elemento influye también en la frutificación y en la calidad de los frutos. Su movilización en el suelo es muy limitada, (no profundiza ni se desplaza mucho al ser aplicado al suelo), y su solubilidad (asimilabilidad) en los fertilizantes es muy lenta. Varios experimentos han demostrado que el café responde poco a las aplicaciones de fósforo, talvez, por tratarse de un cultivo perenne, el cual puede absorber este elemento en forma continúa durante períodos largos, llenando así sus exigencias", así como también indica que "Los síntomas de deficiencia de fósforo en el cafeto se manifiesta por manchas rojizas o pardo rojizas en las hojas".

"El fósforo es absorbido por las raíces en forma de ion PO_4 , HPO_4 y H_2PO_4 ".

Perdomo (14) indica que "El tejido vegetal está compuesto por aproximadamente 0.2 hasta 0.8o/o de fósforo en base a su peso seco"; continúa diciendo que "De las tres formas iónicas el ion mano valente H_2PO_4 es el más importante"; dice además "Que es necesario para la utilización de azúcar y almidón y para el proceso de fotosíntesis. El fósforo funciona también como una enzima especialmente ATP y ADP de las reacciones vitales y que reacciona con el nitrógeno para formar fosfoproteínas que son parte de los ácidos nucleicos". Indica también que "El fósforo se combina con los lípidos para formar fosfo-lípidos que son importantes para la permeabilidad de los tejidos del suelo vegetal". (15) que "Los compuestos de fósforo se necesitan para el proceso de respiración de las plantas y para la formación del tejido Meristemático en los puntos vegetativos o de crecimiento", y que (15) "Las aplicaciones de fósforo (y potasio también), con nitrógeno parecen neutralizar los efectos indeseables del nitrógeno. (16) El desarrollo radicular se restringe en las plantas cuando el fósforo está deficiente en el suelo".

(16) "Cuando el fósforo está deficiente, la formación de clorofila se restringe y los pigmentos rojos en las plantas (antocianina) dan, especialmente en las porciones bajas de las mismas un color rojizo o bien un color rojizo púrpura".

Estrada (30) Wallace indica que "El fósforo está involucrado en una serie de reacciones bioquímicas inherentes al metabolismo de los carbohidratos. A veces por eso se presentan síntomas de deficiencias similares a las de nitrógeno, sin embargo en el cafeto las manchas cloróticas toman una tonalidad rojiza en caso de deficiencia avanzada".

Dice además Estrada (30) "Malavolta indica que el contenido de potasio en las hojas es mayor cuando hay deficiencia de hierro. El contenido de fósforo en el cafeto es significativamente menor en la parte superior del arbusto que en la parte media y la parte baja".

Según (8) Pág. (11) "El fósforo es de importancia especial

en la germinación de la semilla y en el metabolismo de las plantas recién nacidas, así como en el proceso de maduración de las semillas de los frutos y el desarrollo de las raíces". Así también, "Los fosfatos actúan como amortiguadores químicos para mantener una condición satisfactoria de acidez y alcalinidad en las células de las plantas, y juega un papel importante en el funcionamiento eficiente y utilización del nitrógeno, a esto se debe que algunos de los síntomas más importantes de deficiencia sean muy parecidos o casi idénticos a los que provienen de una deficiencia de nitrógeno".

Potasio:

Ortíz (12), según (9) "Sus funciones principales tienen relación con el endurecimiento y resistencia de los tejidos de sostén, como el tallo y las ramas.

Produciendo estructura más fuertes y resistentes al acame; influye en la calidad de la fibra (en plantas para fibra), de los frutos, (sabor, fragancia, cualidades de almacenamiento, etc.), además a este elemento se le atribuye un efecto importante en la resistencia de las plantas al ataque de enfermedades y plagas.

También incide en los fenómenos de respiración, contribuyendo a mantener la economía del agua en la planta, reduciendo así, su tendencia a la marchitez.

La deficiencia de potasio en la planta se caracteriza por la muerte del tejido de la hoja, principiando por el ápice (punta) y extendiéndose por los bordes, observándose una demarcación bien definida entre el tejido muerto y el tejido vivo, la diferencia de la deficiencia de calcio. Se ha observado una relación antagónica entre el nitrógeno y el potasio. Un exceso del primero puede inducir una deficiencia del segundo, o viceversa. También es importante mencionar que existen relaciones antagónicas entre el potasio, el calcio y el magnesio, las cuales deben tomarse en cuenta al hacer planes de fertilización.

El potasio es asimilado por las raíces como ion K, tanto de

la solución del suelo de las posiciones de intercambio de la arcilla".

Perdomo (30) dice "La función del potasio en la nutrición vegetal es presentada por Fujimara é Lida (1955) quien ha definido las funciones fisiológicas así:

- 1- Afecta la formación o metabolismo de los carbohidratos, división translocación de los almidones;
- 2- Afecta el metabolismo del nitrógeno y la síntesis de la proteína en las plantas verdes;
- 3- Control y regulación de las actividades de los varios nutrientes esenciales;
- 4- Neutralización de los ácidos orgánicos importantes fisiológicamente;
- 5- Activador de varios enzimas;
- 6- Promotor del crecimiento de meristemas jóvenes, y
- 7- Ajusta el movimiento estomatal y de relaciones de agua".

También refiere que (31) "La falta de potasio se puede producir por un suministro excesivo de otros nutrientes. Las hojas de las plantas faltas de potasio son pequeñas y contiene cantidades anormales muy bajas de compuestos de nitrógeno y carbohidratos, las plantas se quedan pequeñas con hojas de color cenizo y las puntas y los márgenes de las hojas se vuelven necróticos. La deficiencia del potasio ocurre muchas veces en suelos de textura gruesa ó suelos calcáreos debido a su falta de disponibilidad".

Azufre:

Carvajal (98) "Su distribución tiene lugar especialmente hacia las hojas nuevas en posición más alta (movimiento acrópeto);

la traslación basípeta resulta en este caso menos importante, es constituyente de algunos aminoácidos, y de ciertas proteínas y enzimas. El contenido de azufre en las plantas es similar al del fósforo".

Ortiz (13) indica que "Su deficiencia reduce el crecimiento vegetativo, provocando un amarillento uniforme en la hoja y es absorbido en forma de ion SO_4 ".

Perdomo (78) dice "El contenido de azufre de los suelos varía desde menos de 0.10/o. Su deficiencia se mostrará primero en la parte alta de la planta que contiene tejidos jóvenes. El exceso de azufre en el suelo tendrá efectos indirectos. Bajaré el PH y los iones tóxicos pueden ser absorbidos".

Calcio:

Ortíz (12), se refiere a este elemento como que "Como nutriente basta aplicar pequeñas cantidades a la planta para cubrir sus necesidades, se aplica también como enmienda en cantidades mayores para producir un cambio en la reacción del suelo o PH".

Ortíz (13) dice que "El calcio tiene poco movimiento de traslación en la planta, acumulándose especialmente en los tejidos adultos. Como consecuencia de ello, los síntomas de deficiencia se presentan primero en los tejidos más jóvenes como las hojas que rodean los ápices vegetativos. El margen de la hoja sufre una clorosis que se desvanece gradualmente sobre el tejido sano al centro de ésta (en contraste con la deficiencia de potasio). Estas hojas presentan además ondulaciones irregulares".

Perdomo (12) dice "El calcio posee todas las funciones de la mayoría de los elementos mayores para el crecimiento vegetal. Es un ion inmóvil que se encuentra en grandes cantidades en las membranas más antiguas y maduras de las plantas. Su deficiencia aparece primero sobre la planta misma. Es un elemento que debe

suministrarse continuamente en las plantas.

Le sirve a las plantas como material para formar laminillas y ramitas de raíces" "En la síntesis del protoplasma y también se necesita para la división de células. Un semillero en crecimiento vigoroso depende de la cantidad de calcio presente en la solución del suelo. La conversión de los azúcares en carbohidratos se lleva a cabo en plantas con suficiente calcio presente, también la translocación de azúcares dentro de la planta es favorecedora por el calcio. En el suelo mismo controla la reacción del suelo (PH) reduciendo la acidez, y posee además un efecto de antídoto, especialmente en suelos abundantes en sodio, donde es necesario lixiviar el sodio y reemplazarlo por el calcio, aplicando yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) al suelo, el calcio es importante a la estructura del suelo por su efecto floculante con el coloide orgánico y mineral del suelo. El exceso de calcio en los suelos tendrá efectos indirectos tales como la limitación de la absorción de otros elementos especiales potasio, hierro y magnesio".

Según (8), pág. (13) "Forma en que es absorbido Ca^{++} . El calcio se encuentra en las plantas principalmente en las hojas, las cantidades de calcio presentes en la semilla y en los frutos son relativamente bajas. Esta función parece ser de fundamental importancia ya que si el calcio se reemplaza por cualquier otro de los elementos esenciales como el magnesio ó el potasio, las sustancias orgánicas y las sales minerales en las células fácilmente son lavadas a través de las paredes. El calcio está íntimamente relacionado con la actividad de desarrollo en los meristemas de la planta y es especialmente importante en el desarrollo de las raíces en donde por ejemplo, en el caso de las raíces de trigo, se ha visto que tiene tres funciones, en la división celular, en la elongación de la célula y en la detoxificación de iones de hidrógeno. Es una característica notable que en la mayor parte de las plantas, con deficiencia de calcio, se presente un sistema radicular deficiente".

Magnesio:

Según Ortiz (13) "Este elemento se constituye de la clorofila, participa en la síntesis de los carbohidratos, proteínas, vitaminas y otras sustancias. Debido a que gran parte del magnesio es fácilmente trasladada en la planta, los síntomas de su deficiencia se manifiestan primero en las hojas adultas. Estos se revelan por la desaparición de la clorofila, en forma moteada ó de manchas pardo-amarillentas.

En los espacios comprendidos entre las nervaduras de la hoja, lo cual es de esperarse en vista de la imprescindible participación del magnesio en la síntesis de la clorofila.

Este elemento puede fijarse en el suelo en formas no asimilables siendo preferible, en tales casos, su administración a la planta por medio de aspersiones foliares, en lugar de aplicaciones al suelo. Es absorbido por las raíces en forma de cation divalente Mg^{++} .

Perdomo (4) "Si el magnesio es deficiente, especialmente en suelos arenosos, producirá clorosis intervenal en la hoja de las plantas, empezando por la parte baja y progresando a la más alta".

Según (8) pág. (14) indica "El magnesio está relacionado con numerosas reacciones enzimáticas y se le considera como el más efectivo activador de estas sustancias. A menudo está asociado con los compuestos fosforados que proporcionan energía, y actúa entonces en el papel de un transportador de las semillas oleaginosas que contienen fosfolípidos".

Boro:

Ortiz (13) "Tiene una gran importancia en la germinación del polen, en la formación de los frutos, flores y raíces, en la absorción de cationes y en otros procesos. Este elemento presenta

poca movilidad en la planta, lo cual implica una poca traslación de los tejidos adultos a los centros de mayor demanda.

De allí que la manifestación de su deficiencia tenga lugar primero en las zonas de crecimiento, las cuales mueren, después de sufrir las hojas una intensa atrofia y deformación.

En el cafeto, ésta deficiencia se manifiesta por la muerte de las yemas terminales y la consiguiente aparición de un gran número de brotes adicionales, los cuales le dan a la punta de las bandolas la apariencia de palmillas".

Perdomo (80) "La cantidad de boro en el suelo puede variar de 20 hasta 200 partes por millón dependiendo del tipo de suelo, factores ambientales y material parental. En las plantas se encuentra en un promedio de cincuenta partes por millón dependiendo de las especies y de los factores arriba mencionados. En regiones húmedas tropicales la cantidad de boro aumenta en el perfil del suelo con aumentos en el contenido de materia orgánica; y también la presencia de turmalina en el material parental serán una importante fuente de boro. Este puede ser tóxico a las plantas si se encuentra presente en exceso. Las funciones exactas del boro en la nutrición de las plantas son desconocidas, pero se ha demostrado que el boro está interrelacionado con el potasio y el calcio en el metabolismo de las plantas.

Cuando el boro es deficiente impide la síntesis de la proteína y la utilización de carbohidratos se reduce ó se para.

El síntoma de exceso de boro aparecerá en los tejidos jóvenes dando una apariencia enana a las plantas y un color pardo a las hojas; si existe una deficiencia severa puede ocurrir una necrosis de las hojas".

Gutierrez (19) "Forma en que es absorbido B0 ó B40 (Borato o Tetraborato). Al boro se le han asignado por lo menos quince diferentes funciones en las plantas, de acuerdo con los

resultados de las investigaciones; parece ser necesario para la translocación de los azúcares y parece dificultar la respiración de los tejidos; se encuentra influyendo en la reproducción de las plantas, en la germinación del polen.

Se considera como regulador de la ingestión de agua dentro de la célula; tiende a conservar el calcio en forma soluble dentro de las plantas y puede actuar como un regulador de las relaciones potasio-calcio; puede estar relacionado con el metabolismo del nitrógeno y con el equilibrio de oxidación reducción dentro de la célula".

Hierro:

Ortíz (13) "La formación de la clorofila está relacionada con la presencia de hierro, sin que éste sea un componente de su estructura. Los suelos fuertemente alcalinos, así como también los que contienen mucho ácido fosfórico, pueden sufrir una deficiencia secundaria de hierro debido a la fijación de los compuestos disponibles de este elemento.

El hierro tiene poca capacidad de traslación en la planta, lo cual motiva la aparición de los primeros síntomas de su deficiencia en los brotes jóvenes. En el cafeto la deficiencia de hierro se manifiesta por la decoloración de las hojas, permaneciendo las venas de color verde. Las hojas mantienen su tamaño y forma normales, a diferencia de la deficiencia de zinc.

Dado que el hierro que se aplica al suelo es frecuentemente fijado antes de ser absorbido por las raíces, resulta un tanto complicado corregir su deficiencia. Las aspersiones foliares con sulfato ferroso no siempre han dado buenos resultados. El uso de quelatos (quelato de hierro), ofrece mejores perspectivas, aplicados ya sea al suelo, ó a la planta en aspersiones foliares".

Gutierrez (16) "Forma en que es absorbido Fe. Parece ser

un catalizador. Se ha demostrado que el hierro es un metal constituyente de un cierto número de enzimas relacionadas con la respiración y otros sistemas de oxidación, tales como los citocromas b y c, la catalasa, la peroxidasa, la hidrogenasa, la xantina oxidasa y aldehído oxidasa. También ocurre en las reductoras de nítritos é hiponítritos que están relacionados con las reacciones en cadena por las cuales los nitratos se reducen a amonio en las plantas.

La movilidad del hierro es afectada por varios factores, como por ejemplo la presencia de manganeso, la deficiencia de potasio, la alta intensidad de la luz y la alta presencia de niveles de fósforo. Existe alguna evidencia de que la cantidad de clorofila es correlativa a la cantidad de hierro activo o fácilmente soluble en las plantas".

Zinc:

Ortíz (13) dice "Los conocimientos que se tienen sobre las funciones específicas de este elemento son muy limitadas. No obstante ello, la frecuente manifestación de los síntomas de su deficiencia en diversos frutales, demuestran su importancia en el metabolismo vegetal. Bajo este tipo de deficiencia las plantas sufren, junto con la atrofia de los cloroplastos, un achaparramiento y enanismo. En el café la deficiencia de zinc se manifiesta por achaparramiento y formación de rosetas en las cuales las hojas son pequeñas y angostas, sobresaliendo el color verde las nervaduras".

A este respecto Perdomo (82) indica que "Las cantidades de zinc en los suelos puede variar de 10 a 250 partes por millón y en las plantas de 250 partes por millón. Las deficiencias de zinc frecuentemente ocurren en suelos de textura gruesa (arenosa) que han sido seriamente lixiviados. Los suelos altos en fosfato tenderán a ser deficientes en zinc.

El exceso de zinc se encuentra muchas veces en regiones

áridas o áreas regadas. Funciona en la síntesis de la clorofila y en la síntesis del ácido indolhacético hormona de crecimiento, requerido para el agrandamiento de las células. Actúa como un catalizador (co-enzima). La deficiencia de este micronutriente producirá aberraciones estructurales en la planta, raíces, tallos y en las hojas clorosis del crecimiento joven y reducirá la actividad reproductiva".

Gutierrez (18) dice "Forma en que es absorbido Zn. El zinc se ha identificado en numerosas enzimas, las dehidrogenosas glutámicas y lácticas, las depeptasas de la glicina y la exoquinasa. Estas funciones pueden ser la explicación de los muy variados síntomas que se presentan cuando existe deficiencia de zinc".

Manganeso:

Ortíz (14) dice "Al igual que el hierro, el manganeso también es importante e imprescindible en la formación de la clorofila y en la respiración. Participa además, en la síntesis de las proteínas y en la formación del ácido ~~ascórbico~~ (vitamina C). La deficiencia de manganeso en el cafeto se manifiesta por una tenue decoloración de la hoja, conservando las nervaduras su color verde oscuro.

Junto con partes del perénquima, a los lados, a lo largo de cada nervio. Los síntomas de deficiencia de manganeso se manifiestan en las hojas de las puntas de las bandolas, hasta el tercero o cuarto nudo. Se diferencia de la deficiencia de hierro, ya que en el caso de este último la decoloración es más clara, con una reticulación delgada. El amarillento de las hojas de los extremos de las bandolas también a veces se atribuye a la deficiencia de manganeso".

Según Perdomo (79) "El manganeso es uno de los micronutrientes más abundantes en el suelo, hay algunos suelos tropicales que contienen hasta un 100/o. Generalmente, para que a

un suelo se le considere deficiente en manganeso, debe tener menos de 25 partes por millón.

El factor más importante del suelo responsable por la presencia de manganeso disponibles es el nivel de acidez del suelo. En suelos moderados y altamente ácidos el ion de hidrógeno será suficiente para solubilizar cantidades tóxicas en manganeso. Este es importante en la nutrición de las plantas para las reacciones de oxidación-reducción, es necesario para la síntesis de la clorofila y funciona como un catalizador. La deficiencia de este elemento producirá una clorosis entre venal y el moteado de las hojas jóvenes. Cuando el elemento es abundante, se le encontrará principalmente en los tejidos de crecimiento joven. No se distribuye fácilmente de un tejido al otro a causa de su naturaleza inmóvil".

Nos dice Gutierrez (18) "Forma en que es absorbido Mn^{++} . En la planta se encuentra muy estrechamente asociado con el hierro y estos dos elementos pueden presentar efectos antagónicos.

Debemos recordar que los suelos arcillosos derivados de rocas volcánicas en ocasiones muy ricos de manganeso se presentan dificultades para la movilización del hierro y consecuentemente para la utilización del nitrógeno".

Cobre:

Perdomo (83) dice "El contenido de cobre de la mayoría de suelos varía desde menos de cinco partes por millón hasta 100 partes por millón, y las plantas contienen desde cinco hasta quince partes por millón.

El cobre es un ion inmóvil que está presente en los tejidos jóvenes y en muy bajas cantidades. Su función conocida en la nutrición de las plantas es principalmente en las reacciones de oxidación-reducción. Sirve como un catalizador y es requerido

como una co-enzima. El cobre se encuentra raramente en exceso en los suelos, pero cuando se presenta así, reduce el grado de crecimiento y causa la acumulación de hierro".

Según Gutiérrez (17) "Forma en que es absorbido Cu^{++} . Se ha demostrado que es un metal esencial que constituye un numeroso grupo de sistemas enzimáticos que están relacionados ó que se ocupan de las reacciones de oxidación-reducción. Por ejemplo, en la tirocinasa, lactasa, el ácido ascórbico, la reductosa de los nítritos, la reductosa de los hiponítritos.

En las últimas dos, recordemos que también el hierro interviene.

Cuando se presenta una deficiencia de cobre en las plantas, las hojas por lo general son de un color verde azulado y el nivel de proteínas puede ser muy bajo. Los efectos de marchitez a lo que en inglés se llama "die-back", que resultan de las deficiencias de cobre, sugieren la inactividad del elemento cuando las disponibilidades son bajas".

Molibdeno:

Ortíz Mayén (14) "El molibdeno es requerido por la planta en dosis mínimas, para que sus procesos fisiológicos y su más ligera demasía conduce a serios daños en plantas y animales".

Perdomo (84), nos indica "Este elemento esencial se encuentra en pequeñas cantidades en los suelos, desde menos de 1.0 partes por millón hasta 2.0 partes por millón. Es necesario para la reducción de nitratos en las plantas, una falta de molibdeno prevendrá a la síntesis de los aminoácidos y proteínas. Una deficiencia de molibdeno reducirá la formación de vitamana A y también este elemento es necesario para regular la disponibilidad de hierro para la planta. Este elemento parece aliviar los efectos dañinos de los elementos pesados. La presencia de fosfatos, favorecen la absorción, mientras que la presencia de sulfatos parece

inhibir la absorción de molibdeno por las plantas.

El molibdeno está raramente presente en exceso en los suelos. Una deficiencia de molibdeno se mostrará en las plantas como una clorosis intravenal seguida por necrosis y finalmente muerte".

Finalmente Gutierrez (19) dice "Forma en que es absorbido Mo^{++} y Mo^{++++} . Se ha encontrado que es un constituyente esencial del sistema de la reductasa de los nitratos en las plantas y en algunos micro-organismos y que es necesario para las bacterias que forman nódulos en las leguminosas y fijan el nitrógeno atmosférico".

B. EPOCAS Y NIVELES DE FERTILIZACION EN ALMACIGOS

Carvajal (90) dice "En los estudios realizados en Hawaii los investigadores coinciden en subdividir el nivel de nitrógeno en tres aplicaciones por año, y en dos las aplicaciones de fósforo y potasio. En las dos primeras adicionar al inicio de la estación húmeda y aproximadamente dos meses después respectivamente, aconseja suministrar fórmulas que contengan nitrógeno, fósforo y potasio con algún complemento de magnesio y boro. Si se juzga necesario, la tercera aplicación de nitrógeno solo, se recomienda hacer al final de la estación lluviosa".

Dice además que "Se acostumbra recomendar fórmulas con cantidades altas de nitrógeno, fósforo y potasio a razón de 100 lbs. de fertilizante por cada 10,000 plantas para una primera aplicación, este abonamiento debe hacerse cuando las plantas han producido dos ó tres pares de hojas; para el segundo puede aplicarse una misma dosis pero el número de plantas es menor (5,000)".

Ortiz (23) "El desequilibrio entre la poca disponibilidad de elementos en el suelo, en comparación con las exigencias de las plantas de café principia a manifestarse en los almacigos, por esta razón, la fertilización del cafeto debe comenzar en esta fase del cultivo".

Dice además que "En Guatemala se está usando la fórmula ~~20-20-0 para~~ la fertilización de los almácigos, con muy buenos resultados.

En esta forma ha sido posible producir plantas vigorosas y de tallos gruesos y uniformes (cuando se tiene más de un tallo por bolsa). La cantidad de fertilizante que corrientemente se usa por bolsa es de cinco gramos (una corcholata a raz, sin extraérsele el corcho).

Una cantidad mayor puede perjudicar a la planta. Cuando se use fórmula 15-15-15, aunque ésta no sea la más indicada debe aplicarse la mitad, ó sea media corcholata por bolsa. Debe tenerse mucho cuidado al usar urea, ya que ésta, aún en cantidades pequeñas puede quemar la planta. El fertilizante debe aplicarse alrededor del tallo, lejos de éste, casi pegado a las paredes de la bolsa.

El número de aplicaciones que se recomienda hacer es de dos, tres y hasta cinco, durante el período de desarrollo de la planta de almácigo. La primera aplicación puede hacerse al mes hasta completar el número adecuado (un máximo de cinco aplicaciones durante los primeros cinco meses de vida de la planta en el almácigo).

En algunos casos puede mejorar el vigor y desarrollo de la plantita en los almácigos por medio de aplicaciones de fertilizantes foliares como complemento a la fertilización al suelo.

En tales casos se aconseja usar fórmulas de fertilizante foliar que sean ricas principalmente en fósforo como las 10-30-10, 5-23-5 y otras en cantidades de 2 libras por 50 gls. de agua.

Estas aspersiones foliares pueden iniciarse a partir del momento en que se termina con la fertilización al suelo. En el caso de almácigos sembrados directamente al suelo la fertilización al suelo debe hacerse a lo largo de cada fila a un lado de ésta empleando una cantidad más o menos de una onza (28 grs.) por

cada 5-6 plantitas. Mejores resultados pueden obtenerse abriendo surcos de poca profundidad (5 cms.) de manera de enterrar ligeramente el fertilizante y evitar que éste se lave con la lluvia o el riego".

Soto (4) "Cuando las plantas han desarrollado uno o dos pares de hojas verdaderas se inicia el programa de fertilización, con fórmulas de buen contenido de nitrógeno y fósforo (20-20-0), en suelos con deficiencia de potasio, se pueden usar fórmulas como la 15-15-15 ó 12-24-12 ó similares.

Un buen programa sería fertilizar una vez por mes, durante 4 meses en cantidades de un quintal para 20,000 plantas complementando con una fertilización nitrogenada final en cantidades de un quintal para 10,000 plantas.

Cabe hacer notar que de acuerdo con las condiciones de suelo y clima principalmente, los programas de fertilización pueden cambiar radicalmente".

Escobar Barrera (1), recomienda el siguiente programa:

Aplicación	Fórmula	Fertilizante	Fertilizante	Plantas	Epoca
	Real 1; 1;10	Por 10,000 Plantas	Por Planta (Gramos)	Por Lbs. Fert.	Appli- cación

Alternativa I

Primera	20-20-0	199	4.5	100	Julio
Segunda	20-20-0	299	9.0	50	Sept.
Tercera	Urea	199	4.5	100	Nov.

Alternativa II

Primera	20-20-0	0.5	2.2	200	Julio
Segunda	20-20-0	0.5	2.2	200	Agosto
Tercera	20-20-0	1.0	4.5	100	Sept.
Cuarta	20-20-0	1.0	4.5	100	Oct.
Quinta	Urea	1.0	4.5	100	Nov.

Dice también Escobar (1) que "La fertilización nitrogenada debe hacerse con sumo cuidado, supervisando estrictamente al personal para evitar la quemadura del almácigo. Este riesgo es mucho mayor en almácigos en bolsa".

También nos indica Escobar (2) que "Aprovechando las aspersiones para el control de enfermedades y de acuerdo a las necesidades nutricionales al almácigo se puede complementar la fertilización al suelo con fertilización foliar."

Según Gutierrez (44), "Se estudiaron los efectos, solos y combinados, de dos tipos de fertilización; uno aplicado al suelo y el otro al follaje. Se establecieron dos experimentos; uno con tres "manquitos" por bolsa de polietileno, y otros directamente al suelo, con sub parcela de dos y cuatro manquitos por hoyo, ambos al cultivar caturra, a plena exposición solar. En el primer experimento, la fórmula 20-20-6-4-2, fue aplicada al suelo, en

cantidades de 46, 92 y 138kg/10,000 plantas, para la primera, segunda y tercera aplicación. En el segundo, la fórmula 20-20-0, a razón de 46 y 92 kg+ 92kg de urea/10,000 plantas, para la primera, segunda y tercera aplicación. Los foliares usados fueron 21-21-21 para el primero y 20-20-20 para el segundo en ciclos de 15-30, 45 y 60 días a razón de 7.3 g/l.

En el primero se midió altura, grosor de ejes, número de horquetas peso de raíz, y la parte aérea; en el segundo no se tomaron las dos últimas medidas. En el primero, la fertilización al suelo solamente mostró un efecto lineal al 10/o para la altura, número de horquetas y parte aérea. En el segundo, sólo la fertilización al suelo mostró un efecto negativo al 10/o para el grosor de los ejes''.

Analizando el comportamiento de 2 y 4 manquitos por hoyo hubo diferencias significativas al 10/o, en altura de plantas y número de horquetas a favor de los 4 manquitos, en cuanto al grosor marcó un efecto al 10/o, a favor del menor número de ejes''.

III

MATERIALES Y METODOS

1. Localización y descripción del sitio experimental.

El experimento se realizó en la Finca San Lorenzo, situada en el municipio de Pueblo Nuevo Viñas, Departamento de Santa Rosa, a una altitud de 1040 mts. snm y localizada en las siguientes coordenadas: 14° 13' titud Norte, y 90° 26' longitud Este, con una precipitación media anual de 2095.9 mm, humedad relativa del 80o/o y una temperatura media de 21.8° centígrados, la región está clasificada según Holdrige como tropical húmeda, y según Simmons sus suelos son de la serie Barberena con las siguientes características: Profundos, sobre Materiales volcánicos mezclados, su material madre lahar pedregoso, topografía muy ondulada, buen drenaje, de color café muy oscuro y una profundidad de cuarenta a cincuenta centímetros.

2. Materiales:

Para el desarrollo de este ensayo se utilizó el siguiente material: Semilla variedad Caturra proveniente de la finca, 256 bolsas de polietileno 8" X 10" color negro, tierra negra, fertilizantes químicos de las fórmulas 20-20-0-14 de NPKS respectivamente.

Con complemento de Bo, Cu, Fe, Mo, Zn, Urea (46o/o de nitrógeno), corcholatas sin extraerles el empaque de hule; forcípulo (medidor), regla graduada, Crotalaria como sombra temporal, azadones, machetes, estacas, fungicidas é insecticidas de acuerdo a las necesidades del almácigo, bombas de aspersión manuales de mochila con presión del 42 libras por pulgada cuadrada marca Carpi, etiquetas de identificación de parcelas y libro de campo.

3. Metodología Experimental:

Para el establecimiento de este trabajo se utilizó tierra

obtenida del área dedicada por la finca para este fin. Dicho material fue cernido en un cedazo de metal para obtener un suelo uniforme; después del cernido se procedió a la desinfección del mismo, utilizando para ello el producto químico denominado Penta cloro Nitro Benceno (PCNB), a razón de 1.5 libras por cada 10 quintales de suelo, el cual fue mezclado en una proporción de tres a uno suelo arena, utilizando para ello arena blanca de construcción con el objeto de obtener una mezcla que proviera un buen drenaje al sustrato de las plantas.

Después de ésto se procedió al llenado y colocación de las bolsas de acuerdo al arreglo experimental de cada una de las parcelas, colocando para este fin las bolsas en filas de doble hilera, separadas cuarenta centímetros entre sí y semi enterradas a una profundidad de diez centímetros de la superficie del suelo para evitar el acame de aquellas y mantener un buen grado de humedad.

El semillero se sembró dos meses antes del establecimiento del ensayo, cuando éste se encontraba en su etapa de soldadito más o menos cincuenta días después de la hechura del semillero, se procedió a transplantar a las bolsas poniendo en cada una de ellas dos soldados por bolsa.

Para darle el ambiente adecuado de sombreamiento, se sembró *Crotalaria* sp. leguminosa de rápido crecimiento en esa zona. Un mes después de transplantado el soldadito se inició la aplicación de los tratamientos, cuando las plantas mostraron su primer par de hojas verdaderas.

CUADRO 1

TRATAMIENTOS EVALUADOS

No.	Tratamiento	Dosis
1.	Dosis 1 - 2 épocas + Urea	3 qq completo + Urea 1
2.	Dosis 1 - 4 épocas + Urea	3 qq completo + 1 Urea
3.	Dosis 2 - 2 épocas + Urea	6 qq completos + 1 Urea
4.	Dosis 2 - 4 épocas + Urea	6 qq completos + 1 Urea
5.	Dosis 1 - 2 épocas	3 qq completo
6.	Dosis 1 - 4 épocas	3 qq completo
7.	Dosis 2 - 2 épocas	6 qq completo
8.	Dosis 2 - 4 épocas	6 qq completo
Dosis 1 = 3 quintales de 20-20-0-14 por cada 10,000 bolsas.		
Dosis 2 = 6 quintales de 20-20-0-14 por cada 10,000 bolsas.		
Urea = 1 quintal por cada 10,000 bolsas.		

CUADRO 2
TRATAMIENTOS EVALUADOS

Tratamiento	1 Mes D.S.	2 Meses D.S.	3 Meses D.S.	4 Meses D.S.	Urea 5 Meses D.S.
1	1 qq/10,000 bolsas.	-----	2 qq/10,000 bolsas.	-----	1 qq/10,000 bolsas.
2	.5 qq/10,000 bolsas.	.5 qq/10,000 bolsas.	1 qq/10,000 bolsas.	1 qq/10,000 bolsas.	1 qq/10,000 bolsas.
3	2 qq/10,000 bolsas.	-----	4 qq/10,000 bolsas.	-----	1 qq/10,000 bolsas.
4	1 qq/10,000 bolsas.	1 qq/10,000 bolsas.	2 qq/10,000 bolsas.	2 qq/10,000 bolsas.	1 qq/100,000 bolsas.
5	1 qq/10,000 bolsas.	-----	2 qq/10,000 bolsas.	-----	-----
6	.5 qq/10,000 bolsas.	.5 qq/10,000 bolsas.	1 qq/10,000 bolsas.	1 qq/10,000 bolsas.	-----
7	2 qq/10,000	-----	4 qq/10,000	-----	-----
8	1 qq/10,000 bolsas.	1 qq/10,000 bolsas.	2 qq/10,000 bolsas.	2 qq/10,000 bolsas.	-----

D.S. = Después del trasplante del soldadito a la bolsa.

PARCELA EXPERIMENTAL

Cada unidad experimental estuvo conformada por ocho bolsas ordenadas en dos filas de cuatro cada una, constituyendo la parcela útil las cuatro bolsas centrales.

Representación Gráfica:

XX		XX	
XX-a 40 mts.	————	XX	Parcela Experimental
XX		XX	
XX		XX	

XX		XX
----	--	----

XX	XX
XX	XX

XX		XX	X = Parcela útil.
----	--	----	-------------------

DISEÑO EXPERIMENTAL

Bloques al azar con cuatro repeticiones.

PARAMETROS EVALUADOS

Treinta días después de la primera aplicación de tratamientos se inició la evaluación de parámetros, los cuales se midieron con una frecuencia mensual hasta completar cinco lecturas, estos parámetros son:

- a) Altura de plantas, de la base del tallo al meristemo apical.

- b) Grosor de tallos, en la base de éstos.

MANEJO Y CONDUCCION DEL EXPERIMENTO

Riegos:

Durante la canícula de julio-agosto y finales de noviembre y todo diciembre, se aplicaron riegos constantes con una frecuencia de tres días por riego.

CONTROL DE NEMATODOS:

Para proveer al almácigo de condiciones adecuadas en su desarrollo, se efectuó un control preventivo de nemátodos fitoparásitos, aplicando dos gramos de Furadán, granulado al cinco por ciento de ingrediente activo; para ello se hicieron dos aplicaciones, una cuarenta y cinco días después del trasplante del soldadito, y la segunda treinta días después de la primera.

CONTROL FITOSANITARIO

Para prevenir enfermedades de origen fungoso, especialmente incidencia de Cercóspora Coffeicola, se efectuaron aplicaciones mensuales de Difolatan a razón de un kilogramo de producto comercial por cada docientos litros de agua.

CONTROL DE MALEZAS

El control de malezas se efectuó en forma manual, para lo cual mensualmente se arrancaron las malezas presentes en las parcelas experimentales en toda el área del ensayo.

La aplicación de tratamientos se realizó de acuerdo al programa establecido.

PLANO DE DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS

I	1 1	3 2	5 3	7 4	8 5	6 6	4 7	2 8
II	8 9	1 10	7 11	2 12	6 13	3 14	5 15	4 16
III	2 17	4 18	6 19	8 20	1 21	3 22	5 23	7 24
IV	3 25	7 26	2 27	6 28	5 29	1 30	8 31	4 32

NOTAS:

Números Ordenados = Número de parcela

Números desordenados = Número de tratamiento

TRATAMIENTO:

Ver Cuadro 2.

IV. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

En los cuadros 3 al 12 se presenta la tabulación de datos sobre altura de plantas expresado en centímetros, así como su respectivo análisis de varianza, dichos muestreos se realizaron con frecuencia mensual hasta completar 5 lecturas.

Se incluye también en el cuadro 11 la comparación de medidas utilizando el método de rango múltiple de Duncan por haberse presentado significancia al 50/o entre tratamientos en el análisis de varianza.

En los cuadros 13 al 20, se presentan los resultados de diámetro del tallo, expresado en milímetros y su respectivo análisis de varianza.

En el cuadro 21 se presentan el resumen mensual para altura de plantas expresado en centímetros y en el cuadro 22, el parámetro altura de planta con una relación de incremento porcentual referente a la altura en cada muestreo; finalmente el cuadro 23 contiene el resumen mensual para diámetro de la base del tallo, expresado en milímetros, y el cuadro 24 el incremento mensual en porcentaje entre lecturas.

DISCUSION DE RESULTADOS:

En base a los resultados que se presentan en los cuadros mencionados, y analizando detenidamente cada uno de los tratamientos en relación a los parámetros evaluados, el comportamiento de dichos tratamientos para el presente trabajo en general fue muy parecido.

Sin embargo es interesante analizar la Altura de las Plantas y Grosor de Tallos a través del desarrollo de la fase de almácigo en el cultivo de café, donde aunque con pequeñas diferencias puede

establecerse la eficiencia o ineficiencia de cada uno de los tratamientos evaluados.

Para Altura de Plantas, por ejemplo, con un total de 5 lecturas mensuales, se observa en el inicio de éstas que el tratamiento Dosis 1 en 2 épocas más Urea se encuentra en el primer lugar al comienzo del desarrollo del almácigo y el tratamiento Dosis uno en cuatro épocas más urea, se encuentra en el segundo lugar en esta misma época; mientras el tratamiento Dosis uno en cuatro épocas se encuentra en el último lugar, también en esta misma temporada.

Conforme va transcurriendo el tiempo, después de la aplicación de fertilizante y en base a los resultados que se presentan en los cuadros respectivos, se observa que el tratamiento Dosis uno en cuatro épocas más Urea, mantiene constante su comportamiento en cuanto a un mayor desarrollo de plantas, no así el tratamiento Dosis uno en dos épocas más Urea que con el transcurrir del tiempo su efecto en Altura de Plantas va siendo menor, hasta ocupar el último lugar en la última lectura. Por otro lado, el tratamiento Dosis uno en cuatro épocas, va de menor altura de planta al inicio del experimento a mayor altura al final del mismo, lo que de alguna manera manifiesta que la distribución del fertilizante en cuatro épocas da mejores resultados que en dos épocas.

El resto de tratamientos mostraron un comportamiento variable durante los siete meses que duró el trabajo de campo.

En relación al parámetro Diámetro de la Base del Tallo y que se reporta en milímetros en cada una de las evaluaciones, puede notarse en general que hay un aumento de diámetro de la primera a la última lectura, siendo el mismo de 2.26 milímetros a 5.19 milímetros promedio; sin embargo, el comportamiento entre cada uno de los tratamientos, no fue susceptible de manifestar diferencias estadísticamente significativas, lo cual se comprueba al revisar los respectivos análisis de varianza que se efectuaron para cada una de las lecturas.

Lo anterior indica que estos parámetros no son los mejores indicadores para detectar diferencias por el efecto de diferentes niveles y épocas de fertilización del café en etapa de almácigo durante los primeros cinco meses de desarrollo.

V.

CONCLUSIONES

1. El tratamiento de tres quintales de 16-20-0-14 en cuatro épocas de aplicación más un quintal de Urea, fue el que mostró mayor estabilidad en su comportamiento.
2. El tratamiento de tres quintales de 16-20-0-14 en cuatro épocas, reportó un comportamiento adecuado para ganar altura de planta, puesto que teniendo al inicio la menor altura, llegó al final con la mayor altura.
3. La aplicación de fertilizante independientemente de la dosis a utilizar, responde mejor si se hace en cuatro épocas que si se hace en dos.
4. La aplicación de Urea al final para el presente estudio, no reportó resultados sobresalientes en el desarrollo de la planta.
5. El grosor de tallos no indicó en ningún momento diferencias sobresalientes entre cada uno de los tratamientos evaluados.
6. El tiempo dedicado al presente estudio, no fue suficiente para detectar diferencias entre tratamientos, así como para poder evaluar otros parámetros.

VI

RECOMENDACIONES

1. Programar la fertilización de un almácigo durante los primeros siete meses de desarrollo, de la siguiente manera:

Aplicación	Epoca	Cantidad por Planta	Cantidad por 10,000 Bolsas
Primera	1 mes DS	2.3 gramos	0.5 quintales
Segunda	2 meses DS	2.3 gramos	0.5 quintales
Tercera	3 meses DS	4.6 gramos	1.0 quintal
Cuarta	4 meses DS	4.6 gramos	1.0 quintal

ALTURA DE PLANTA EN CENTIMETROS

CUADRO 3. PRIMERA LECTURA:

No.	Tratamiento	I	II	III	IV	Σ	X
1	D1 2 épocas + Urea	6.5	6.25	7.0	7.25	27.0	6.75
2	D1 4 épocas + Urea	7.5	6.0	6.25	6.0	25.75	6.44
3	D2 4 épocas + Urea	6.5	5.75	7.0	6.0	25.25	6.31
4	D1 2 épocas	6.75	6.0	6.0	6.5	25.25	6.31
5	D2 2 épocas	5.5	6.5	7.0	6.0	25.0	6.25
6	D2 4 épocas	6.5	5.75	5.0	6.0	23.25	5.81
7	D2 2 épocas + Urea	7.0	4.5	6.5	5.0	23.0	5.75
8	D1 4 épocas	5.5	5.75	6.25	5.5	23.0	5.75
TOTALES		51.75	46.50	51.0	48.25	197.5	6.17

ANALISIS DE VARIANZA

CUADRO 4.

Fuente de Variación	GL	EC	$\bar{CX}$	Fc	Ft	Sig
					50/o	
Bloque	3	2.23	0.74	1.87	3.07	NS.
Tratamiento	7	3.75	0.53	1.35	2.49	NS.
Error	21	8.34	0.40			
TOTAL	31	14.30				

ALTURA DE PLANTA EN CENTRIMETROS

CUADRO 5. SEGUNDA LECTURA:

No.	Tratamiento	I	II	III	IV	Σ	X
1	D1 2 épocas + U	10.	11.5	10.0	11.0	42.5	10.63
2	D2 2 épocas	10.5	10.0	9.0	8.5	38.0	9.5
3	D2 4 épocas	8.5	10.5	10.5	8.0	37.5	9.38
4	D1 4 épocas	8.5	10.75	9.5	8.0	36.75	9.19
5	D1 4 épocas + U	8.25	10.5	10.5	7.5	36.75	9.19
6	D2 2 épocas + U	9.0	9.5	9.5	8.0	36.0	9.0
7	D2 4 épocas + U	7.5	10.0	9.5	8.75	35.75	8.94
8	D1 2 épocas	9.5	9.0	8.0	7.75	34.25	8.56
TOTALES		71.75	81.75	76.50	67.50	297.50	9.30

ANALISIS DE VARIANZA

CUADRO 6.

Fuente de Variación	GL	TC	$\bar{C}\bar{X}$	Fc	Ft	Sig
Bloque	3	14.13	4.71	7.10	3.07	N.S.
Tratamiento	7	10.37	1.48	2.23	2.49	
Error	21	13.93	0.66			
TOTAL	31	38.43				

ALTURA DE PLANTA EN CENTIMETROS

CUADRO 7. TERCERA LECTURA:

No.	Tratamiento	I	II	III	IV	Σ	X
1	D1 4 épocas	16	17	17	17.5	67.5	16.88
2	D1 4 épocas + U	16	13.5	15.5	19.0	64.0	16.0
3	D12 épocas	13.5	16.5	14.5	16.0	60.5	15.13
4	D2 4 épocas + U	13.5	16.5	15.25	14.5	59.75	14.94
5	D2 2 épocas + U	12.5	14.5	15.0	16.5	58.5	14.63
6	D1 2 épocas + U	13.25	13.0	12.5	19.0	57.75	14.44
7	D2 2 épocas	16.5	14.0	14.0	13.0	57.5	14.38
8	D2 4 épocas	13.5	12.0	15.0	15.5	56.0	14.0
TOTALES		114.75	117.0	118.75	131.0	481.5	15.05

ANALISIS DE VARIANZA

CUADRO 8.

Fuente de Variación	GL	ΣC	CX	Fc	Ft	Sig
					50/o	
Bloques	3	19.82	6.61	2.40	3.07	N.S.
Tratamientos	7	25.46	3.64	1.32	2.49	N.S.
Error	21	57.77	2.75			
TOTAL	31	103.05				

ALTURA DE PLANTAS EN CENTIMETROS

CUADRO 9. CUARTA LECTURA:

No.	Tratamientos	I	II	III	IV	Σ	X
1	D1 4 épocas	17.5	18.0	19.0	19.5	74.0	18.5
2	D1 4 épocas + U	18.0	16.0	17.0	20.5	71.5	17.88
3	D1 2 épocas	15.0	18.0	17.0	19.5	69.5	17.38
4	D2 2 épocas + U	14.0	17.0	17.5	18.5	67.0	16.75
5	D2 2 épocas	19.0	17.0	15.5	15.0	66.5	16.63
6	D2 4 épocas	16.0	15.0	17.0	18.5	66.5	16.63
7	D2 4 épocas + U	15.0	18.0	17.0	16.0	66.0	16.50
8	D1 2 épocas + U	15.0	15.0	14.0	18.5	62.50	15.63
TOTAL		129.50	134.0	134.0	146.0	543.50	16.98

ANALISIS DE VARIANZA

CUADRO 10.

Fuente de Variación	GL	ΣC	CX	Fc	Ft	Sig
Bloque	3	18.77	6.26	2.63	3.07	
Tratamiento	7	22.55	3.22	1.36	2.49	N.S.
Error	21	49.91	2.38			
TOTAL	31	91.24				

50/o

ALTURA DE PLANTA EN CENTRIMETROS

CUADRO 11. QUINTA LECTURA:

No.	Tratamientos	I	II	III	IV	Σ	X	
1	D1 4 épocas	18.5	19.0	19.0	20.2	76.7	19.18	A
2	D2 4 épocas + U	18.5	20.3	18.8	18.0	75.6	18.90	B
3	D1 4 épocas + U	19.0	17.5	18.2	20.8	75.5	18.88	
4	D1 2 épocas	19.5	18.0	17.5	20.0	75.5	18.75	C
5	D2 2 épocas	18.5	17.2	19.0	16.50	71.20	17.80	
6	D2 4 épocas	18.0	16.9	18.3	17.2	70.40	17.60	
7	D2 2 épocas + U	14.5	17.2	17.5	18.40	67.60	16.90	
8	D1 2 épocas + U	15.0	15.5	14.5	18.5	63.50	15.88	
TOTALES		141.50	141.60	142.80	149.60	575.50	17.98	

ANALISIS DE VARIANZA

CUADRO 12.

Fuente de Variación	GL	ΣC	$C\bar{X}$	R_c	F_t	Sig
Bloque	3	5.59	1.86	1.20	3.07	N.S.
Tratamiento	7	37.77	5.40	3.47	2.49	*
Error	21	32.66	1.56			
TOTAL	31	76.02				

MDS 50/o = 1.84

	2	3	4	5	6	7	8
R 5 o/o	1.00	1.05	1.08	1.10	1.12	1.13	1.14
R(MDS)	1.84	1.93	1.99	2.02	2.06	2.08	2.10

DIAMETRO DE PLANTAS EN MILIMETROS

CUADRO 13. PRIMERA LECTURA:

No.	Tratamiento	I	II	III	IV	Σ	X
1	D1 4 épocas	2.75	2.50	2.20	2.00	9.45	2.36
2	D1 2 épocas	2.75	2.13	2.13	2.25	9.26	2.32
3	D2 4 épocas + U	2.35	2.50	2.13	2.25	9.23	2.31
4	D1 2 épocas + U	2.50	2.25	2.00	2.25	9.00	2.25
5	D1 4 épocas + U	2.50	2.00	2.50	2.00	9.00	2.25
6	D2 4 épocas	2.75	2.00	2.25	2.00	9.00	2.25
7	D2 2 épocas + U	2.25	2.00	2.25	2.25	8.75	2.19
8	D2 2 épocas	2.25	2.00	2.25	2.00	8.50	2.13
TOTALES		20.10	17.38	17.71	17.00	72.19	2.26

ANALISIS DE VARIANZA

CUADRO 14.

Fuente de Variación	GL	ΣC	CX	Fc	Ft	Sig
					50/o	
Bloques	3	0.73	0.24	6.52	3.07	
Tratamientos	7	0.16	0.02	0.60	2.49	N.S.
Error	21	0.79	0.04			
TOTAL	31	1.68				

DIAMETRO DE PLANTAS EN MILIMETROS

CUADRO 15. SEGUNDA LECTURA:

No.	Tratamientos	I	II	III	IV	Σ	X
1	D1 4 épocas + U	4.25	3.25	4.00	3.75	15.25	3.81
2	D1 2 épocas	3.25	3.75	3.50	4.25	14.75	3.69
3	D2 2 épocas	3.00	3.75	3.75	4.25	14.75	3.69
4	D1 4 épocas	3.40	3.75	3.50	3.75	14.40	3.60
5	D2 4 épocas + U	3.50	3.50	3.50	3.75	14.25	3.56
6	D2 2 épocas + U	3.25	3.00	3.50	4.25	14.00	3.50
7	D2 4 épocas	3.75	3.25	3.15	3.25	13.40	3.35
8	D1 2 épocas + U	3.00	3.25	3.50	3.50	13.25	3.31
TOTALES		27.40	27.50	28.40	30.75	114.05	3.56

ANALISIS DE VARIANZA

CUADRO 16.

Fuente de Variación	GL	ΣC	CX	Fc	Ft	Sig
Bloques	3	0.91	0.30	2.67	3.07	N.S.
Tratamientos	7	0.83	0.12	1.04	2.49	N.S.
Error	21	2.39	0.11			
TOTAL	31	4.13				

DIAMETRO DE PLANTAS EN MILIMETROS

CUADRO 17. TERCERA LECTURA:

No.	Tratamiento	I	II	III	IV	Σ	X
1	D1 4 épocas	4.5	4.5	4.75	4.50	18.25	4.56
2	D1 4 épocas + U	4.75	4.60	4.50	4.25	18.10	4.53
3	D2 4 épocas	4.80	4.25	4.50	4.50	18.05	4.51
4	D2 2 épocas + U	4.00	4.90	4.50	4.50	17.90	4.48
5	D1 4 épocas + U	4.80	3.90	4.25	4.80	17.75	4.44
6	D1 2 épocas + U	4.50	4.70	3.90	4.50	17.60	4.40
7	D1 2 épocas	4.00	4.00	4.60	4.25	16.85	4.21
8	D2 2 épocas	3.90	4.5	3.90	3.90	16.20	4.05
TOTALES		35.25	35.35	34.90	35.20	140.70	4.40

ANALISIS DE VARIANZA

CUADRO 18.

Fuente de Variación	GL	ΣC	CX	Fc	Ft	Sig
Bloques	3	0.01	0.00	0.05	3.07	N.S.
Tratamientos	7	0.88	0.13	1.21	2.49	N.S.
Error	21	2.18	0.10			
TOTAL	31	3.07				

DIAMETRO DE PLANTAS EN MILIMETROS

CUADRO 19. CUARTA LECTURA:

No.	Tratamientos	I	II	III	IV	Σ	X
1	D2 4 épocas	5.30	5.30	5.80	5.30	21.70	5.43
2	D1 2 épocas + U	5.80	5.20	4.40	5.90	21.30	5.33
3	D2 2 épocas + U	5.80	5.30	5.00	4.90	21.00	5.25
4	D1 4 épocas + U	5.90	5.10	5.20	4.75	20.95	5.24
5	D2 4 épocas + U	5.20	5.20	5.10	5.25	20.75	5.19
6	D2 2 épocas	4.20	5.00	6.00	5.40	20.60	5.15
7	D1 4 épocas	5.00	4.80	5.25	5.40	20.45	5.11
8	D1 2 épocas	4.30	4.90	5.10	5.00	19.30	4.83
TOTALES		41.50	40.80	41.85	41.90	166.05	5.19

ANALISIS DE VARIANZA

CUADRO 20.

Fuente de Variación	GL	ΣC	$C\bar{X}$	Fc	Ft	Sig
Bloques	3	0.10	0.03	0.13	3.07	N.S.
Tratamiento	7	0.88	0.13	0.53	2.49	N.S.
Error	21	5.03	0.24			
TOTAL	31	6.00				

RESUMEN

ALTURA DE PLANTA MENSUAL

CUADRO 21.

No.	Tratamientos	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.
1	D1 2 épocas + U	6.75	10.63	14.44	15.63	15.88
2	D1 4 épocas + U	6.44	9.19	16.00	17.88	18.88
3	D2 4 épocas + U	6.31	8.94	14.94	16.50	18.90
4	D1 2 épocas	6.31	8.56	15.13	17.38	18.75
5	D2 2 épocas	6.25	9.50	14.38	16.63	17.80
6	D2 4 épocas	5.81	9.38	14.00	16.63	17.60
7	D2 2 épocas + U	5.75	9.00	14.63	16.75	16.90
8	D1 4 épocas	5.75	9.19	16.88	18.50	19.18

INCREMENTO PORCENTUAL DE ALTURA DE PLANTAS

CUADRO 22.

No.	Tratamiento	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Acumulado
1	D1 2 épocas + U	57.48	35.84	8.2	1.6	103.12
2	D1 4 épocas + U					
3	D2 4 épocas + U	29	40	8	13	90
4	D1 2 épocas	26	43	13	7	89
5	D2 2 épocas	34	34	14	7	89
6	D2 4 épocas	38	33	16	5	92
7	D2 2 épocas + U	36	38	13	1	88
8	D1 4 épocas	37	46	9	4	96

DIAMETRO DE PLANTAS MENSUAL

CUADRO 23.

No.	Tratamiento	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.
1	D1 4 épocas	2.36	3.60	4.56	5.11
2	D1 2 épocas	2.32	3.69	4.21	4.83
3	D2 4 épocas + U	2.31	3.56	4.44	5.19
4	D1 2 épocas + U	2.25	3.31	4.40	5.33
5	D1 4 épocas + U	2.25	3.81	4.53	5.24
6	D2 4 épocas	2.25	3.35	4.51	5.43
7	D2 2 épocas + U	2.19	3.50	4.48	5.25
8	D2 épocas	2.13	3.69	4.05	5.15

INCREMENTO PORCENTUAL DE DIAMETRO
DE TALLO DE PLANTAS

CUADRO 24.

No.	Tratamiento	Lecturas			Total
		I	II	III	
1	D1 4 épocas	34	21	11	66
2	D1 2 épocas	37	12	13	62
3	D2 4 épocas + U	35	20	14	69
4	D1 2 épocas + U	32	25	17	74
5	D1 4 épocas + U	40	16	14	70
6	D2 4 épocas	33	26	17	76
7	D2 2 épocas + U	37	22	15	74
8	D2 2 épocas	42	8	21	71

BIBLIOGRAFIA

1. ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE. DIVISION DE ASUNTOS AGRICOLAS. DEPARTAMENTO DE CULTIVOS Y AGENCIAS TECNICAS REGIONALES. Precipitación pluvial, temperatura y humedad relativa. Revista Cafetalera. No. 143. Abr. 1975. pp. 23-37.
2. CARBAJAL, C., J.F. Cafeto, cultivo y fertilización. Berna, Suiza, Instituto Internacional de la Potasa, 1972. pp. 25, 75, 98, 132 y 133.
3. ----- . Seminario en fertilización efectiva en café. Guatemala, INTECAP. División Agropecuaria, 1976. Cap. II p. 5. Cap. III p. 1.
4. CRUZ, J.R. DE LA Clasificación de zonas en vida en Guatemala basada en el Sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1976. p. 24.
5. ESCOBAR BARRERA, R. Programa de fertilización en el cultivo del café. Guatemala. ANACAFE. Boletín Técnico No. 2, 1979. pp. 1, 2.
6. ESTRADA CASTILLO, C.F. Influencias de deficiencias minerales sobre los pigmentos en los plastidios de café. Coffea arabica. Revista Cafetalera Nos. 167, 168, Jul. 1977; Ago-Sept. 1977. pp. 30-32; 29-31.
7. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Atlas nacional de Guatemala. Guatemala, 1972.
8. GUTIERREZ ZAMORA, G., y CAMPOS, C.F. Seminario AGA-INTECAP-ANACAFE. Nutrición mineral del café. Caficultura intensiva. 6a. etapa. Guatemala, 1978. pp. 9-19, 44-45.

9. ORTIZ MAYEN, O. Manual de suelos y fertilización del café. Guatemala, ANACAFE. Boletín Técnico No. 12, 1973. pp. 6, 10, 23 y 24.
10. PERDOMO, R. Resumen de notas de teoría de Edafología II (Fertilidad de suelos) Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, 1970. s.p.
11. SOTO, B. Semillero y almácigo. Manejo integral de fincas cafetaleras. Curso de Capacitación a Personal Técnico ANACAFE. Guatemala, Ministerio de Agricultura, 1978. p. 4.

Vo.Bo.

Lic. Olga M. Ramírez Castañeda



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertura Postal No. 1543

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia	09-83
Asunto	21-3-83

"IMPRIMASE"

DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
DECANO



FE DE ERRATA

- 1) Carátula exterior léase
Guatemala, Abril de 1983
- 2) Carátula interior léase
Guatemala, Abril de 1983