

INSTITUTO NICARAGUENSE DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA

DIVISION DE EDUCACION AGRICOLA SUPERIOR

MANAGUA, D. N., NICARAGUA

**EFECTO DE CINCO NIVELES DE NITROGENO, CINCO DE FOSFORO
Y UNO EXPLORATORIO DE POTASIO, EN EL CRECIMIENTO
Y DESARROLLO DEL CAFETO**

(Cooffea arabiga L.)

Por:

Bayardo J. González M.

T E S I S

1 9 7 6

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA

MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

EFFECTO DE CINCO NIVELES DE NITROGENO, CINCO NIVELES DE FOSFORO
Y UNO EXPLORATORIO DE POTASIO, EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO
DEL CAFETO (Coffea arabica L).

Por


BAYARDO J. GONZALEZ M.

TESIS

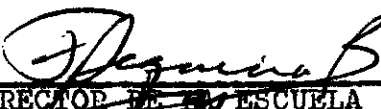
PRESENTADA A LA CONSIDERACION DEL HONORABLE TRIBUNAL EXAMINA-
DOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIE-
RO AGRONOMO.

1978

APROBADA:



ASESOR PRINCIPAL



DIRECTOR DE LA ESCUELA



JEFE DEL DEPARTAMENTO

FECHA

26/7/78

FECHA

Julio 7, 1978

FECHA

DEDICATORIA

a mi madre:

ANDREA ANGELINA

a mi adorada esposa:

LILA ELENA

a mis hijos:

LUIS BAYARDO

ANDREA ANGELINA

HUGO ALEJANDRO

a mis hermanos:

JULIO CESAR

ELSA DEL CARMEN

LIPNA EMPERATRIZ

OLGA ANGELINA

JOSE FRANCISCO

MARIA CONCEPCION

LUIS ERNESTO

A: TODOS MIS PROFESORES,

AMIGOS Y COMPAÑEROS.

AGRADECIMIENTO

El autor desea reconocer su mas sincero agradecimiento a las siguientes personas:

Al: Ing. José A. González T.

Al: Ing. José Guadalupe Rivera G.

Al: Ing. Agustín Castillo G.

Al: Agr. Juan Pastor Robleto F.

Al: Ing. Jaime Solórzano V.

A los Sres.: Jorge Armando y Francisco Chávez

Por la valiosa cooperación en el desarrollo de esta Tesis.

Tambien desea agradecer a todas aquellas personas que de una forma ú otra colaboraron en la realización de este trabajo.

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Cantidad total de nutrientes (g) extraídas del suelo por cafetos jóvenes durante su desarrollo.	4
2	Condiciones climáticas óptimas para el café.	8
3	Análisis físico-químico del suelo donde se desarrolló el experimento durante el período 1974 - 1976. Hacienda Santa Gertrudis, Jinotega. 1976.	10
4	Tratamiento de fertilizantes en g/pta/año y Kg/Ha/año.	15
5	Condiciones meteorológicas del sitio en donde se llevó a cabo el experimento durante el período 1974 - 1976. Hacienda Santa Gertrudis, Jinotega. 1976.	16

APENDICE

Cuadro		Página
6	Análisis de varianza para altura de planta en el ensayo niveles de N,P y K, en cafetos en desarrollo. Hacienda Santa Gertrudis, Jinotega. 1976.	26
7	Análisis de las diferencias significativas (Prueba de Duncan) para altura de planta, en el ensayo niveles de N,P y K, en cafetos en desarrollo. Hacienda Santa Gertrudis, Jinotega. 1976.	27
8	Análisis de varianza para el número de bandolas, en el ensayo niveles de N,P y K, en cafetos en desarrollo. Hacienda Santa Gertrudis, Jinotega. 1976.	28
9	Análisis de las diferencias significativas (Prueba de Duncan), para el número de bandolas, en el ensayo niveles de N,P y K, en cafetos en desarrollo. Hacienda Santa Gertrudis, Jinotega. 1976.	29
10	Análisis de varianza para longitud de bandolas basales, en el ensayo niveles de N,P y K, en cafetos en desarrollo. Hacienda Santa Gertrudis, Jinotega. 1976.	30

- 11 Análisis de las diferencias significativas (Prueba de Duncan), para longitud de bandolas basales, en el ensayo niveles de N,P y K, en cafetos en desarrollo. Hacienda Santa Gertrudis, Jinotega. 1976. 31
- 12 Análisis de varianza para longitud de bandolas medias, en el ensayo niveles de N,P y K, en cafetos en desarrollo. Hacienda Santa Gertrudis, Jinotega. 1976. 32
- 13 Análisis de las diferencias significativas (Prueba de Duncan) para longitud de bandolas medias, en el ensayo niveles de N,P y K, en cafetos en desarrollo. Hacienda Santa Gertrudis, Jinotega. 1976. 33
- 14 Análisis de varianza para grosor de tallos, en el ensayo niveles de N,P y K, en cafetos en desarrollo. Hacienda Santa Gertrudis, Jinotega. 1976. 34
- 15 Análisis de las diferencias significativas (Prueba de Duncan) para el grosor de tallos, en el ensayo niveles de N,P y K, en cafetos en desarrollo. Hacienda Santa Gertrudis, Jinotega. 1976. 35
- 16 Comparación de Costos de los tratamientos usados en el ensayo niveles de N,P y K, en cafetos en desarrollo. 36

CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	IV
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	2
LITERATURA REVISADA.....	3
MATERIALES Y METODOS.....	9
RESULTADOS EXPERIMENTALES.....	16
DISCUSION.....	18
CONCLUSIONES.....	21
RESUMEN.....	22
BIBLIOGRAFIA.....	23
APENDICE.....	26

INTRODUCCION

Generalmente el cultivo del café en la zona norte del país, a la fecha se ha manejado en forma tradicional. Esto significa que los cafetos se encuentran bajo una cultura deficiente, en la cual no se prevee el empleo de variedades mejoradas, adecuado sistema de siembra, medidas de protección del suelo, control de enfermedades y plagas y fertilización. Mas aún, algunos productores hacen uso de fertilizantes químicos empleando fórmulas y dosis sin análisis previo de suelo y sin conocimiento de la fertilidad del mismo. Como consecuencia, el uso de fertilizantes se hace en base a experiencias obtenidas en otros países productores cuyas condiciones, lógicamente son diferentes a las nuestras.

Es posible suponer, que si las fórmulas y dosis no son las adecuadas, se puede provocar un deterioro de los cafetos y aumento de los costos de producción al aplicar cantidades altas ó bien desaprovechar el potencial productivo de los cafetos al aplicar cantidades bajas de nutrientes esenciales.

La fertilización constituye un factor decisivo en el desarrollo de los cafetos recién sembrados en terreno definitivo, para lograr en el futuro plantaciones vigorosas y de alta producción. De lo expuesto anteriormente se deduce lo urgente y necesario del siguiente estudio, el cual puede servir para aportar información a los cafetaleros cuyas plantaciones tengan condiciones similares a esta investigación, acerca de las fórmulas y dosis que resultaron ser las mas adecuadas bajo las condiciones del ensayo.

OBJETIVOS

- A) Determinar los niveles óptimos de nitrógeno y fósforo a aplicarse al suelo en plantaciones de cafetos jóvenes de la Zona Norte y bajo estas condiciones.

- B) Establecer en base al primer objetivo las fórmulas de fertilizantes mas adecuadas para plantaciones de cafetos jóvenes en dicha zona.

LITERATURA REVISADA

ANACAFE (4) indica que los cafetos al momento de sembrarse al terreno definitivo requieren ser fertilizados, lo que bien puede lograrse con la fórmula 20-20-0. Otras fórmulas altas en fósforo como la 18-46-0, pueden dar resultados iguales ó mejores. Esta misma institución recomienda también que, en suelo muy bajos en potasio es preferible el uso de fórmulas como la 12-24-12 ó la 10-30-15.

El Ministerio de Agricultura y Cría de Venezuela (20) recomienda para cafetos en crecimiento la aplicación de fórmulas altas en nitrógeno y fósforo en dosis de 100 á 200 g por planta, haciendo dos aplicaciones de esta cantidad por año, la primera en abril ó mayo y la segunda en septiembre ó octubre.

Trabajos realizados en Guatemala por Camargo de León (7) demostraron que no se debe hacer una sola aplicación al año incrementando las cantidades de los elementos fertilizantes, sino por el contrario distribuirlos en varias aplicaciones durante el año. Este mismo autor recomienda efectuar como mínimo dos aplicaciones, una a la entrada de las lluvias (junio-julio) y la otra a la salida de éstas (octubre-noviembre).

Catani y Moraes citados por Malavolta (15) determinaron las cantidades de elementos que el cafeto extrae del suelo en distintas edades. Esto muestra que hasta los 3 1/2 años, en contraste con la absorción de nitrógeno, potasio y calcio, la cual se incrementa a medida que la planta crece, la absorción de fósforo y magnesio es mucho menos pronunciada. (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Cantidad Total de Nutrientes Extraídos del Suelo por Cafetos Jóvenes Durante su Desarrollo.

Elemento	Edad (años)							
	1	1.5	2	2.5	3.5	4	4.5	5
N	1.29	10.77	28.27	43.20	80.24	84.24	94.73	117.47
P ₂ O ₅	0.11	1.83	3.67	4.32	9.38	14.38	14.38	16.33
CaO	0.63	6.65	22.80	29.33	64.65	59.61	76.67	77.11
K ₂ O	1.43	15.18	20.85	35.21	85.45	70.88	116.85	121.32
H ₂ O	0.32	0.80	2.16	10.25	22.33	13.18	25.10	23.47

Estudios realizados por el Instituto Salvadoreño de Investigación del Café (I.S.I.C) (2) han demostrado que las curvas de absorción de los elementos nitrógeno y potasio por cafetos en desarrollo son casi paralela, por lo que debe balancearse la relación nitrógeno-potasio en la fórmula fertilizante a aplicarse, para no indocer efectos perjudiciales en los cafetos.

De León (7), en trabajos realizados en Guatemala, concluyó que el suelo debe proporcionar al cafeto elementos nutritivos esenciales en cantidades suficientes y de manera equilibrada, pues la disminución de uno ó mas de ellos ó la ruptura del equilibrio puede ser causa de deficiencias minerales; además la fórmula fertilizante y elementos a aplicarse estarán determinados por las deficiencias nutricionales, necesidades del cafeto, edad de la planta, factores ambientales, etc.

Experimentos realizados en Costa Rica (3) han demostrado que un abonado correcto es una gran ayuda para evitar los hongos Omphalia flavida (Ojo de gallo) y Cercospora coffeicola, (mancha de hierro) pues un lote abonado se mantuvo libre de ellos, mientras que los adyacentes que no fueron abonados, sufrieron mucho ataque.

La dirección de Agricultura de Venezuela citada por Glander (11) sugiere la siguiente fertilización para cafetos en crecimiento: 300 g de la fórmula 14-20-12, aplicando la mitad de la dosis el día de ser plantados al terreno definitivo y la otra mitad seis meses después.

En ensayos llevados a cabo por el I.S.I.C. (13) tendientes a determinar si los fertilizantes químicos retardan la maduración del fruto, al evitar ó disminuir las maduraciones prematuras y considerando las producciones al sol y sombra, se encontró que, tanto al sol como a la sombra, hubo una relación lineal inversa entre la cantidad de fertilizante aplicado y la proporción de café maduro prematuramente. Esta relación fue mayor al sol que a la sombra. Por lo tanto, los fertilizantes no solo contribuyeron a aumentar los rendimientos, sino que también se reflejaron en una cosecha de maduración más tardía, con los consiguientes beneficios que esto reporta.

HAARER (12) dice que el café es una planta muy susceptible a las deficiencias ó a los excesos de nutrientes y esto puede constituir un severo impedimento a su cultivo en ciertas áreas. Los rendimientos del café pueden en algunas ocasiones ser aumentados sorprendentemente por el uso correcto de ciertos elementos nutritivos esenciales.

En el Salvador (8) recomiendan hacer aplicaciones de 56 á 112 g de fertilizantes altos en nitrógeno y fósforo, quince días después de la siembra al terreno definitivo, aplicando una cantidad igual a la salida de la estación lluviosa para mantener las plantas en mejor estado durante la época seca.

En un ensayo realizado en la Estación Experimental del Café en Masatepe (10) con popas de café al trasplante y aplicando 5.88 g de N/pta/año, el nitrógeno en 3 aplicaciones el fósforo y potasio en 2, se concluyó que la nutrición mineral del cafeto en sus primeras etapas del desarrollo debe ser orientada a suministrar nitrógeno en cantidades sustanciales, el fósforo parece ser necesario aunque por sí solo no alcanzó significancia, pero mostró su importancia en el aumento significativo del peso del follaje y su mayor número de ramas y hojas en la planta. Con respecto al potasio bajo las condiciones de desarrollo de este ensayo, sugiere no emplear cantidades altas ya que causó efecto depresivo de crecimiento.

Algunos experimentos en cafetos realizados por el I.S.I.C. (2) han suministrado información concerniente a la fertilización con potasio. Hasta la fecha los resultados obtenidos indican que las aplicaciones de diversas dosis de este elemento no son económicas, sino que al contrario, disminuyen los rendimientos.

En un ensayo realizado en la Estación Experimental de Chocó (17) tendiente a determinar la época de aplicación de N, P y K, durante tres años, en una sola aplicación en distintos meses del año, se concluyó que la efectividad fue mayor durante los meses mayo-septiembre, disminuyendo progresivamente la efectividad entre más tarde fue la aplicación.

El Ministerio de Agricultura y Cría de Venezuela (21) recomienda fertilizar los cafetos en producción con una fórmula cuya relación N,P y K, sea 1: 1: 1.5, en dos aplicaciones anuales. La primera cuando se hayan regularizado las lluvias, comienzo de la floración (abril-mayo) y la segunda cuando los frutos estén en pleno desarrollo (septiembre-octubre). Las dosis pueden variar de 200 á 500 g por planta en cada aplicación, según el estado del cafetal y el crecimiento de las ranas en el año anterior.

SALAS (19) determinó que los fertilizantes aplicados al suelo no son absorbidos en su totalidad por el cafeto en el curso del año y si las reservas son altas ó las cosechas bajas no hay razón para hacer aplicaciones de fórmulas completas. En casos como este, la adición de solamente los elementos que se encuentran en menores proporciones, de las requeridas por el cafeto, satisfacen a veces las necesidades de las cosechas mas exigentes. Esto puede lograrse conociendo el análisis químico de la llamada "Banda de Fertilización". En ocasiones la adición de un solo elemento nutritivo esencial aumenta grandemente la cosecha, si este es el que se encontraba en proporción ya que puede crear un balance nutritivo para el cafeto y hacen absorbibles grandes cantidades de otros elementos que pueden existir en el suelo, pero que el desequilibrio existente los hacía inaprovechables. (9)

El nitrógeno aplicado en forma de nitrato, ya sea en suelos arcillosos ó arenosos, es lixiviado en mayor cantidad que el nitrógeno aplicado en forma de sulfato de amonía (3, 6, 16).

Cuadro 2.- Condiciones óptimas que el cafeto necesita para obtener un buen desarrollo, según Acosta y Cleves (1).

Formación Ecológica	Bosque sub-tropical húmedo
Precipitación anual	1700 mm (70 pulgadas) bien distribuidas
Régimen Pluviométrico	Estación seca no mayor de 3-4 meses Precipitación mínima mensual 50 mm
Temperatura	Mínima 17°C. Media 20°C. Máxima 23°C.

MATERIALES Y METODOS

Este ensayo se estableció el 26 de junio de 1974, en la finca Santa Gertrudis, situada aproximadamente a 27 Km al noreste de la ciudad de Jinotega, camino al Tuma, en la comarca llamada Venecia. La finca tiene una elevación de 960 m.s.n.m., latitud de 13° 15' N y longitud de 85° 54' O. El suelo donde se desarrolló este ensayo presenta las siguientes características: Textura franco arcillosa, pH entre 5.3. y 6.1 (ligeramente ácido), topografía plana ligeramente inclinada sin problemas de encharcamiento. En el cuadro 3 se presenta el análisis físico-químico del suelo.

Se utilizó para este ensayo café de la variedad caturra, recién plantado al terreno definitivo y que no había recibido con anterioridad tratamiento con fertilizantes. Se utilizaron un total de 560 plantas en un área de 1740 m² que fueron sembradas a una distancia de 165 cm entre surcos y de 124 cm entre plantas. No se dejó surcos bordes entre los tratamientos de cada bloque, porque las aplicaciones se hicieron en bandas circulares de aproximadamente 20 cm alrededor del tallo de los cafetos.

Se usaron los siguientes fuentes fertilizantes: Urea al 45% para nitrógeno, triple superfosfato al 45% para el fósforo y nuriato de potasio al 60% para potasio.

Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental consistió de dos surcos de cinco plantas cada una, tomando como parcela útil las seis centrales.

Cuadro 3-A. Análisis físico-químico del suelo donde se desarrolló el experimento "Niveles de Fertilizantes N,P y K, en Cafetos en Desarrollo". Hacienda Santa Gertrudis, Jinotega. 1974.

Muestra	pH	P p.p.m.	K p.p.m.	Ca mg/100ml	Mg mg/100ml	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm
1	6.0	7B++	290A+	17.0	4.4	44.8	6.0	12.5
2	5.9	7B	280A	16.5	3.9	31.2	6.0	11.0
3	6.0	8B	320A	15.0	4.0	23.2	4.0	13.0
4	6.1	7B	320A	12.5	3.0	21.6	5.0	14.5
5	6.1	7B	310A	17.5	3.9	28.0	5.0	14.0
6	5.8	7B	260A	16.5	3.8	31.2	5.0	13.5
7	6.1	6B	320A	17.0	4.3	34.6	6.0	12.5
8	6.1	6B	320A	17.0	4.3	34.6	6.0	12.5
9	6.0	6B	300B	16.0	4.2	38.4	8.0	12.0
10	6.0	6B	250A	19.0	4.0	43.2	5.0	13.0
11	6.0	8B	300A	16.5	3.9	26.4	6.0	14.5
12	6.0	8B	220A	16.5	4.5	43.2	6.0	10.5
13	6.0	6B	280A	16.0	4.4	36.4	4.0	11.5
14	5.8	6B	340A	13.5	3.7	21.6	5.0	11.0

Análisis realizados 27/8/1974.

+ A: Alto

++ B: Bajo

Cuadro 3-B. Análisis físico-químico del suelo donde se desarrolló el experimento "Niveles de Fertilizantes N,P y K, en Cafetos en Desarrollo". Hacienda Santa Gertrudis, Jinotega. 1974.

Muestra	pH	P ppm	K ppm	Ca me/100ml	Mg me/100ml	Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm
1	5.6	6B ⁺⁺	280A ⁺	12.0	4.5	136.0	52.0	15.0	9.0
2	5.8	5B	270A	12.0	4.3	110.0	54.0	15.0	9.0
3	5.8	6B	220A	11.5	4.4	84.0	54.0	12.0	7.5
4	5.5	7B	320A	10.5	3.4	124.0	68.0	12.0	10.0
5	5.6	5B	300A	11.0	3.4	100.0	54.0	12.0	9.5
6	5.6	7B	290A	11.5	3.8	92.0	56.0	11.0	8.0
7	5.7	6B	380A	12.0	4.3	114.0	62.0	10.0	8.0
8	5.8	6B	360A	14.5	4.4	96.0	64.0	11.0	8.0
9	5.8	6B	210A	14.0	3.9	98.0	76.0	12.0	11.0
10	5.7	6B	260A	14.0	3.8	116.0	74.0	14.0	10.0
11	5.7	6B	210A	12.5	3.4	114.6	70.0	15.0	10.0
12	5.7	5B	310A	12.5	3.7	116.0	56.0	13.0	8.0
13	5.7	6B	340A	12.5	4.0	160.0	60.0	14.0	8.0
14	5.6	5B	260A	10.0	3.8	130.0	66.0	14.0	11.0

Análisis realizados 22/4/1976

+ A: Alto

++ B: Bajo

Cuadro 3-C. Análisis físico-químico del suelo (Bandas de Fertilización) donde se desarrolló el experimento "Niveles de Fertilizantes N,P y K, en Cafetos en Desarrollo". Hacienda Santa Gertrudis, Jinotega. 1974.

Muestra	pH	P ppm	K ppm	Ca me/100ml	Mg me/100ml	Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm
1	5.7	5B ⁺⁺	190A ⁺	9.0	3.4	116.0	14.0	12.0	10.0
2	5.9	5B	180A	8.5	4.8	112.0	8.0	12.0	8.0
3	5.3	5B	100A	8.0	2.6	94.0	8.0	9.0	6.0
4	5.5	5B	160A	7.5	3.3	156.0	20.0	12.0	9.0
5	5.5	5B	160A	6.0	3.2	154.0	36.0	13.0	9.5
6	5.7	6B	300A	9.0	3.9	106.0	24.0	13.0	9.0
7	5.7	19B	230A	9.0	3.6	110.0	22.0	12.0	7.5
8	5.6	9B	190A	10.0	2.9	96.0	14.0	10.0	7.5
9	5.6	7B	160A	10.0	2.9	96.0	14.0	10.0	10.0
10	5.6	13B	170A	10.0	2.9	146.0	26.0	15.0	10.5
11	5.6	27A	280A	10.5	3.4	96.0	20.0	12.0	8.5
12	5.6	26A	280A	13.0	3.8	118.0	30.0	15.0	8.0
13	5.6	13B	200A	13.0	3.2	120.0	36.0	15.0	7.0
14	5.6	7B	210A	11.5	3.2	144.0	14.0	14.0	7.0

+ A: Alto

++ B: Bajo

Se estudiaron cinco niveles de nitrógeno y cinco de fósforo. Del total de 25 tratamientos, se tomaron 13 obtenidos del cuadro doble y un tratamiento mas complementado con potasio para explorar el comportamiento de este elemento en el desarrollo de cafetos plantados al terreno definitivo.

Las aplicaciones de los diferentes niveles de fertilizantes se hicieron en dos épocas del año, aplicando en cada época la mitad de la cantidad total correspondientes a cada uno de los tres elementos (N,P y K). En los dos años de duración del ensayo, las primeras aplicaciones se hicieron en junio (al comienzo de la estación lluviosa) y las siguientes 90 días despues aplicándose los fertilizantes en forma de anillo alrededor de la planta e incorporándolos.

Los datos meteorológicos registrados durante el período de duración del ensayo se presentan en el Cuadro 5.

Para la evaluación de los tratamientos en este ensayo, se tomaron y analizaron los siguientes datos, tomándose las primeras medidas al momento de hacer la primera aplicación y las siguientes con intervalos de hasta finalizar el ensayo.

- 1) Altura de Planta: desde el suelo hasta las hojas apicales.
- 2) Número total de bandolas: desde la base hasta la última bandola diferenciada.
- 3) Longitud de bandolas: desde el ángulo de inserción con el tallo principal, hasta el último par de hojas, se tomaron en consideración únicamente las bandolas de la parte basal y de la parte intermedia.
- 4) Diámetro del tallo: a 20 cm sobre el nivel del suelo.

Cuadro 4. Tratamientos de Fertilizantes aplicados al suelo.

NO. Trat.	Trata- miento	NITROGENO (N)		FOSFORO (P ₂ O ₅)		POTASIO (K ₂ O)	
		Kg/ Ha/año	Gr/ pta/año	Kg/ Ha/año	Gr/ pta/año	Kg/ Ha/año	Gr/ pta/año
1	N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0	0	0	0
2	N ₂ P ₀ K ₀	93.5	20	0	0	0	0
3	N ₄ P ₀ K ₀	187.0	40	0	0	0	0
4	N ₀ P ₀ K ₀	46.8	10	46.8	10	0	0
5	N ₃ P ₀ K ₀	140.3	30	46.8	10	0	0
6	N ₀ P ₂ K ₀	0	0	93.5	20	0	0
7	N ₂ P ₂ K ₀	93.5	20	93.5	20	0	0
8	N ₄ P ₂ K ₀	187.0	40	93.5	20	0	0
9	N ₀ P ₃ K ₀	46.8	10	140.3	30	0	0
10	N ₃ P ₃ K ₀	140.3	30	140.3	30	0	0
11	N ₀ P ₄ K ₀	0	0	187.0	40	0	0
12	N ₂ P ₄ K ₀	93.5	20	187.0	40	0	0
13	N ₄ P ₄ K ₀	187.0	40	187.0	40	0	0
14	N ₂ P ₂ K ₀	93.5	20	93.5	20	46.8	10

Cuadro 5 .- Condiciones Meteorológicas del Sitio Donde se llevo a Cabo el Experimento Durante el Periodo

1974 - 1975 Correspondiente a Precipitacion Pluvial, Humedad Relativa, Temperatura y Evaporación

Factor Climatico	Unidad	Año 1974												Promedio	Total
		Ene	Feb	Mar	Abri	May	Jun	Jul	Ag	Sept	Oct	Nov	Dic		
Precipitación	mm	109	42	33	31	62	187	218	278	216	26,2	68	84	112,9	1354,2
H. Relativa	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	--	--
Temperatura	oC	19.6	18.8	19.4	20.8	22.5	22.0	21.6	21.7	21.8	20.9	20.2	19.6	20.7	248.9
Evaporación	mm	92	100	128	159	136	122	117	134	125	105	104	99	118,4	1421.0

Factor Climatico	Unidad	Año 1975.												Promedio	Total
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sept	Oct	Nov	Dic		
Precipitación	mm	156	21	13	5	3	224	141	318	535	207	260	55	161.6	1938.0
H. Relativa	%	88	86	82	86	82	84	85	85	--	--	--	--	85.1	681.0
Temperatura	oC	19.0	19.0	18.7	21.4	23.0	22.4	20.8	21.0	20.5	20.6	19.6	18.0	20,3	244.0
Evaporación	mm	87	97	146	174	164	135	125	110	115	111	93	97	124.2	1454.0

Estación Meteorológica Nancotal. Jinotega Empresa Nacional de Luz y Fuerza. División de Estudios Básicos. Sección de Meteorología.

Este dato no se registró durante este período.

RESULTADOS

Los datos tomados en el ensayo de campo al ser analizados estadísticamente, dieron los siguientes resultados:

Altura de planta: Las aplicaciones de los diferentes tratamientos al suelo, de los elementos N, P_2O_5 y K_2O , dieron como resultado que se encontraron diferencias significativas para la altura de planta entre tratamientos (Cuadro 6 Apéndice).

Al realizar la prueba de Duncan se encontró que el tratamiento que dió la mayor altura de planta fue el 20-20-0 g de N, P_2O_5 y K_2O , con una media de 51.46 cm (Cuadro 7 Apéndice).

Número de bandolas: Se encontró que los tratamientos mostraron diferencias altamente significativas entre sí para el número de bandolas (Cuadro 8 Apéndice). Al realizar la prueba de Duncan, para detectar las diferencias entre los tratamientos, se encontró que el tratamiento que registró el mayor número de bandolas fue el 20-200 g de N, P_2O_5 y K_2O , con una media de 23.33 (Cuadro 9 Apéndice).

Longitud de bandolas basales: El análisis estadístico para el dato longitud de bandolas basales reveló que hubo diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 10 Apéndice). Al realizar la prueba de Duncan, se encontró que hubo contraste con la hipótesis planteadas, al tratamiento 20-20-0 g de N y P_2O_5 fue el que dió la mayor longitud de bandolas basales con una media de 30.50 cm (Cuadro 11 Apéndice).

Longitud de bandolas medias: Los tratamientos mostraron diferencias significativas entre sí para este dato (Cuadro 12 Apéndice).

Según prueba de Duncan, (Cuadro 13, Apéndice), el tratamiento que dió la mayor longitud de bandolas medias guarda relación 1:1:0 de N, P_2O_5 y K_2O . Pero en este caso fue el 30-30-0, con una media de 22.34 cm.

Diámetro del tallo: El análisis estadístico para el dato diámetro de tallos mostró diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 14). Al realizar la prueba de Duncan, se encontró que el que el tratamiento que dió el mayor diámetro de tallos fue el 20-20-0 g de N, P_2O_5 y K_2O , con una media de 13.09 mm.

DISCUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos, los tratamientos que recibieron nitrógeno (N) y fósforo (P_2O_5), en los niveles de 93.52 - 93.52 Kg/Ha/A (20-20 g/pta/A) y 140.28 - 140.28 Kg/Ha/A (30 - 30 g/pta/A) de N y P_2O_5 , respectivamente, fueron los que dieron los mayores valores para cada una de las variables en estudio. Resultados similares se han obtenido en Guatemala y Venezuela (4, 20).

En general, se pudo determinar en este ensayo una mayor uniformidad en las plantas y un mayor desarrollo con los tratamientos 20-20-0 g/pta/A y 30-30-0 g/pta/A de N y P_2O_5 , respectivamente. El tratamiento 20-20-0 consistentemente dió mayores valores para cada una de los datos analizados; a excepción de la longitud de bandolas medias, en el cual el tratamiento 30-30-0 dió el mayor valor.

Al comparar las dosis aplicadas en los tratamientos que guardan relación 1:1:0 y testigo, se encontró que la aplicación de dosis altas (40-40-0) g/pta/A de N, P_2O_5 y K_2O no se obtuvieron los resultados esperados (Cuadro 16 Apéndice) y cuando se aplicaron cantidades bajas (10-10-0) g/pta/A de N, P_2O_5 y K_2O , igualmente que en el caso de las dosis altas, estos tratamientos provocaron menores incrementos de desarrollo. Los tratamientos que dieron los mayores valores de desarrollo fueron el 20-20-0 y 30-30-0 g de N, P_2O_5 y K_2O . En cuanto a costos haciendo la relación a Kg/Ha/A

Se demuestra que el tratamiento (49040-0) obtiene un valor total de 1002.28 , el (30-30-0) de 761.71, el (20-20-0) de 501.13 y el (10-10-0) de 250.57. El tratamiento (20-20-0), con un valor de 501.13, es el tratamiento que dió los mayores valores para cada una de las variables estudiadas, obteniéndose una diferencia en los costos de producción de 501.15, y 250.57 por Ha/año, en relación a los tratamientos (40-40-0) y (30-30-0), respectivamente.

De acuerdo a lo anterior, se puede decir que al aplicar la relación 1:1:0 y con los tratamientos 20-20-0 y 30-30-0 g/pta/A de N, P_2O_5 y K_2O , respectivamente, se obtuvieron los mayores valores y difirieron estadísticamente, de los tratamientos 10-10-0 y 40-40-0 g/pta/A, respectivamente. Estos resultados están de acuerdo a lo recomendado por ANACAFE en Guatemala (4). Esto se puede deber a que si se aplican cantidades menores de 20-20-0 g/pta/A y mayores de 30-30-0 g/pta/A de N, P_2O_5 , respectivamente; en la primera situación no se llenan los requerimientos nutritivos de la planta y en el segundo caso los elementos N, P_2O_5 , se encuentran en cantidades desproporcionales a la edad de la planta. (15, 7, 5).

Al comparar los tratamientos en que se aplicó N y P_2O_5 en forma individual, se observó que no se incrementó el desarrollo de los cafetos, similares resultados han sido obtenidos por otros investigadores. (8, 4, 20, 15)

Durante el desarrollo del experimento, las aplicaciones de fertilizantes se hicieron en los meses de junio y septiembre, pudiendo

observarse que las condiciones meteorológicas que se registraron se distribuyeron de acuerdo a las necesidades del cultivo (Cuadro 5).

Los resultados experimentales y los análisis de suelo demuestran determinar que en el suelo el elemento potasio se encuentra en abundancia y el tratamiento que incluía potasio (K_2O) a nivel de g, por planta por año, no incrementó el desarrollo de los cafetos como se esperaba aún cuando se combinó con los niveles de 20-20-0 g, de N, y P_2O_5 respectivamente. Esto posiblemente puede ser consecuencia de que al aplicar mas potasio en esta clase de suelo se esté creando un desbalance nutricional. Resultados similares han sido obtenidos por muchos investigadores. (2, 7, 5)

CONCLUSIONES

En las condiciones en que se realizó este trabajo, las conclusiones que pueden obtenerse de la información lograda es la siguiente:

- A.- El mayor desarrollo de las plantas se obtuvo utilizando niveles de 93.52 - 93.52 - 0, y 140.28 - 140.28 de N, P_2O_5 y K_2O , respectivamente.
- B.- La fórmula fertilizante comercial mas adecuada para las condiciones en que se desarrolló este ensayo, es la que contenga los elementos N - P_2O_5 - K_2O , en relación 1:1:0; incorporándose al suelo una cantidad de N - P_2O_5 , no menor de 20-20 ni mayor de 30-30 g/ptaA
- C.- En relación a lo económico, se encontró que al aplicar el tratamiento 20-20-0 g/pta/A y comparándolo con el 40-40-0 y el 30-30-0 g/pta/A de N - P_2O_5 - K_2O , los costos de producción, para este rubro, pueden disminuirse en un 50 y 25%, respectivamente.
- D.- Se sugiere que se sigan estudiando los mismos tratamientos en cafetos productores y si es posible en el mismo ensayo para determinar las curvas de distribución que siguen los tratamientos en el aspecto de producción.

RESUMEN

Este estudio se llevó a efecto en terrenos de la finca "Santa Gertrudis", de la comarca Venecia, del Departamento de Jinotega, durante el período de junio 1974, a febrero de 1976.

En lote de café (Coffea arábica L) variedad de caturra, recién sembrado al terreno definitivo, se estudiaron cinco niveles de N, (0-10-20-30 y 40 g/pta/A, cinco niveles de P_2O_5 (0-10-20-30 y 40 g/pta/A) y dos niveles de K_2O (0 y 10 g/ptaA). Se escogieron catorce tratamientos; trece provenientes de un cuadrado doble y un último tratamiento complementado con potasio a los niveles intermedios de nitrógeno y fósforo, para observar el comportamiento de este elemento bajo las condiciones del ensayo. Como fuente de elementos se usaron: Urea al 46% para nitrógeno, triple superfosfato al 46% para fósforo, y Muriato de potasio al 60% para potasio, respectivamente. Se usó un arreglo de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

Los mayores incrementos de desarrollo se obtuvieron con los tratamientos 20-20-0 y 30-30-0 g/pta/A de $N - P_2O_5 - K_2O$, respectivamente, equivalente a aplicar 93.52 - 93.52 - 0 y 140.28 - 140.28 - 0 Kg/Ha/A de $N - P_2O_5 - K_2O$, respectivamente. A niveles menores de 20-20-0 y mayores de 30-30-0 g/pta/A, no se obtuvo respuesta significativa. La relación 1-1-0 es la que dió el mayor desarrollo de plantas.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ACOSTA, R. G. y CLEVES, R. S. 1964. Tipos de café de Costa Rica, condiciones ecológicas que los producen. Oficina del Café de Costa Rica. Boletín NO. 1, p 5 - 19.
- 2.- AGUILAR, R. J. 1959. Resultados de la fertilización potásica en la producción de café. Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café (I.S.I.C.). Santa Tecla, El Salvador. Boletines informativos, Tomo I. Proyecto A-31. p 11-24.
- 3.- ARIAS, T. 1942. Ensayos sobre el cultivo y beneficio del café arabigo. In. La Hacienda. Noviembre. p 451 - 454.
- 4.- ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE (ANACAFE). 1973. Manual de suelos y fertilización del Café. Guatemala. Boletín NO. 12. p 89.
- 5.- CARVAJAL, J. F. 1976. Cafeto. Introducción al cultivo. Servicio de Extensión Agrícola. Israel. Departamento de Capacitación para el Extranjero. p 72.
- 6.- _____ y LOPEZ, C. A. 1965. Acumulación de nutrientes en el suelo en función de la fertilización periódica. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Laboratorio de Investigaciones Agrícolas. Informe anual 1974. p 13-16.
- 7.- DE LEON, C. S. 1966. Los nutrientes y el cafeto. Fotocopias. Guatemala. C. A.

- 8.- EL CAFE DEL SALVADOR. 1956. El café y su cultivo. Revista de la Asociación Cafetalera del Salvador. (El Salvador) 24: (270-276): 9-10.
- 9.- _____ . 1954. Generalidades sobre fertilización. Revista de la Asociación Cafetalera del Salvador. (El Salvador) 25: (260-261).
- 10.- GONZALEZ, T. J. 1963. Datos preliminares sobre la fertilización de Almacigos de Café. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Revista: "Nuestra Tierra". Masatepe. Nicaragua. p 4-9.
- 11.- GLANDER, H. 1967. Conocimientos y Experiencias obtenidas en la abonadura del café. Managua, Nicaragua. Instituto Nicaragüense del Café. Boletín Informativo. p 39-40.
- 12.- HAMMER, A. E. 1964. Producción Moderna del Café. Trad. Marcos Godínez Noriega. 2a. Ed. México, D. F. Ed. Continental, S. A. p 319-335.
- 13.- INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES DEL CAFE (I.S.I.C.) 1964. Efecto del fertilizante químico en la maduración del fruto de café. Santa Tecla, El Salvador. Boletín informativo. 2: (355-356).
- 14.- MARTINEZ, A. G. 1953. Conceptos teóricos - prácticos sobre los abonos sulfato de amonio y nitrato. El Salvador. Revista de la Asociación Cafetalera del Salvador. 23: (258-259): 221.

- 15.- MALAVOLTA, E. 1965. Nutricao de cafeeiro. En cultura e Edubacao de cafeeiro, 2a. Ed. Sao Paulo, Brasil. Instituto Brasileiro de Potasa. p 207-232.
- 16.- _____ y PUPO DE MORAES, F. R. 1965. Resultado de ensaios de edubacao. In. Cultura e edubacao de cafeeiro. Sao Paulo, Brasil. Instituto Brasileiro de Potasa. p 207-232.
- 17.- ORTIZ, O. 1965. Experiencias sobre fertilización en Guatemala. Ministerio de Agricultura. División General de Investigación y Control. Boletín Técnico NO. 15. p38
- 18.- PANSE, V. G. y SUKADME, F. V. 1963. Métodos Estadísticos para Investigadores Agrícolas. Trad. Ana María Flores y María Guadalupe Loneli. 23^{SVC} Ed. México, D. F. Fondo de Cultura Económica. p 349.
- 19.- SALAS, L. A. 1969. La toma de muestras de suelo en plantaciones de café. Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía. Boletín informativo NO. 1. p 9.
- 20.- SERVICIO DE EXTENSION DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRÍA. 1968. Proyecto Nacional de Café. Caracas, Venezuela. p 14.
- 21.- SELVAIN, P. G. 1963. Problemas del cultivo del café en Venezuela y papel de la investigación en su solución. Turrialba, Costa Rica. (Fotocopias).

APENDICE

Cuadro 6. Análisis de Varianza para altura de plantas, en el ensayo niveles de N,P y K, en cafetos en desarrollo.

Fuente de Variación	C.L.	S.C	G.M
Bloques	3	392.62	130.87 N.S
Tratamientos	13	2562.21	197.07 +
Error	39	3028.94	77.67
Total	55	5983.77	

N.S: No hay significancia

+ : Significancia al 5%

Cuadro 7. Prueba de Duncan para altura de planta, en el ensayo niveles de N, P y K, en cafetos en desarrollo.

Tratamientos	Altura de planta \bar{x} (cm)	
20 - 20 - 0	51.46	A
30 - 30 - 0	49.29	A B
20 - 40 - 0	41.13	A B C
30 - 10 - 0	40.67	A B C
10 - 30 - 0	37.42	B C D
0 - 40 - 0	37.29	B C D
20 - 20 - 0	36.71	B C D
40 - 0 - 0	36.54	B C D
40 - 20 - 0	36.13	B C D
40 - 0 - 0	32.92	C D
20 - 0 - 0	32.88	C D
10 - 0 - 0	32.75	C D
0 - 20 - 0	30.75	C D
0 - 0 - 0	24.42	D

+ Promedios con iguales letras son iguales estadísticamente al nivel de 0.05 .

Cuadro 8. Análisis de varianza para el dato número de bandolas, en el ensayo niveles de N, P y K, en cafetos en desarrollo

Fuente de variación	G.L	S.C	C.M
Bloques	3	2.59	0.85 N.S
Tratamientos	13	779.44	59.96 +
Error	39	758.39	19.45
Total	55	1540.42	

N.S: No hay significanci a

+ : Significante al 5%

Cuadro 9. Prueba de Duncan para el número de bandolas, en el ensayo niveles de N, P y K, en cafetos en desarrollo.

Tratamientos	Número de bandolas	
	\bar{x} (Por planta)	
20 - 20 - 0	23.33	A
30 - 30 - 0	21.92	A B
20 - 40 - 0	19.96	A B C
40 - 20 - 0	17.67	A B C D
40 - 40 - 0	17.58	A B C D
30 - 10 - 0	17.34	A B C D
10 - 30 - 0	16.63	A B C D
20 - 20 - 0	16.17	A B C D E
20 - 0 - 0	16.05	A B C D E
10 - 10 - 0	15.37	B C D E
0 - 40 - 0	14.63	B C D E
40 - 0 - 0	13.79	C D E
0 - 20 - 0	10.59	D E
0 - 0 - 0	8.99	E

+ Promedios con iguales letras son iguales estadísticamente al nivel de 0.05 .

Cuadro 10. Análisis de varianza para longitud de bandolas basales, en el ensayo niveles de N, P y K, en cafetos en desarrollo.

Fuente de variación	G.L	S.C	C.M
Bloques	3	162.13	54.04 N.S
Tratamientos	13	1177.72	90.59 +
Error	39	1407.02	36.08
Total	55	2746.87	

N.S : No hay significancia

+ : Significante al 5%

Cuadro 11. Prueba de Duncan para longitud de bandolas basales, en el ensayo de niveles de N, P y K, en cafetos en desarrollo.

Tratamientos	Longitud de bandolas \bar{x} (cm)	
20 - 20 - 0	30.50	A
30 - 30 - 0	26.92	A B
20 - 40 - 0	24.67	A B C
30 - 10 - 0	22.08	A B C
10 - 30 - 0	21.34	A B C
40 - 20 - 0	21.13	A B C
20 - 20 - 0	20.29	B C
0 - 40 - 0	19.13	B C
40 - 40 - 0	18.58	B C
10 - 10 - 0	18.17	B C
20 - 0 - 0	18.04	B C
40 - 0 - 0	17.17	B C
0 - 20 - 0	14.09	C
0 - 0 - 0	12.54	C

+ Promedios con iguales letras son iguales estadísticamente al nivel de 0.05

Cuadro 12. Análisis de varianza para longitud de banderolas medias, en el ensayo de niveles de N,P y K, en cafetos en desarrollo.

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M
Bloques	3	162.13	54.04 N.S
Tratamientos	13	762.53	58.66 +
Error	39	934.42	23.96
Total	55	1859.08	

N.S: No hay significancia

+: Significante al 5%

Cuadro 13. Prueba de Duncan para longitud de bandolas medias, en el ensayo niveles de N, P y K, en cafetos en desarrollo.

Tratamientos	Longitud de bandolas medias \bar{x} (cm)	
30 - 30 - 0	22.34	A
20 - 20 - 0	20.54	A B
20 - 40 - 0	18.09	A B C
40 - 20 - 0	16.25	A B C D
10 - 30 - 0	16.08	A B C D
30 - 10 - 0	15.67	A B C D
20 - 20 -10	14.04	B C D
40 - 40 - 0	14.0	B C D
20 - 0 - 0	12.88	B C D
0 - 40 - 0	12.50	B C D
10 - 10 - 0	12.29	C D
40 - 0 - 0	11.96	C D
0 - 20 - 0	9.83	C D
0 - 0 - 0	8.75	D

+ Promedios con iguales letras son iguales estadísticamente al nivel de 0.05

Cuadro 14. Análisis de varianza para diámetro de tallos, en el ensayo niveles de N, P y K, en cafetos en desarrollo.

Fuente de variación	G.L	S.C	C.M
Bloques	3	36.51	12.17 N.S
Tratamientos	13	283.88	22.22 +
Error	39	289.40	7.42
Total	55	614.79	

N.S: No hay significancia

+ ; Significante al 5%

Cuadro 15. Prueba de Duncan para diámetro de tallos, en el ensayo niveles de N, P y K, en cafetos en desarrollo.

Tratamientos	Diámetro de Tallos \bar{x} (mm)	
20 - 20 - 0	13.09	A
30 - 30 - 0	11.58	A B
10 - 30 - 0	9.96	A B C
20 - 40 - 0	9.75	A B C
30 - 10 - 0	8.87	A B C D
40 - 20 - 0	8.46	B C D
40 - 40 - 0	8.21	B C D
20 - 20 - 10	7.63	B C D
10 - 10 - 0	7.00	C D
0 - 40 - 0	7.00	C D
40 - 0 - 0	6.54	C D
20 - 0 - 0	6.42	C D
0 - 20 - 0	5.10	D
0 - 0 - 0	4.41	D

+ Las que tienen igual letra son iguales estadísticamente al nivel 0.05

Cuadro 16. Comparación de las cantidades a aplicar y los costos entre tratamientos que guardan relación 1:1:0 y 0-0-0 (Testigo) en el ensayo de niveles N,P y K, en cafetos en desarrollo.

Tratamientos	Cantidades a aplicar en Kg/Ha/año		Costos/Ha		Total Año ₡
	18-46-0	Urea 45%	18-46-0	Urea 45%	
0 - 0 - 0	0	0	0	0	0
10 - 10 - 0	100.42	64.60	161.71	84.86	250.51
20 - 20 - 0	200.84	129.20	331.42	169.71	501.13
30 - 30 - 0	302.25	193.80	497.13	254.58	751.71
40 - 40 - 0	401.68	259.40	662.84	339.44	1002.28

+ 1 Ha = 4724 plantas de café