

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



*RESPUESTA A LA FERTILIZACION FOLIAR EN LA
PRODUCCION DE CAFE (Coffea arabica L.)*

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
P R E S E N T A
JUAN FRANCISCO CASAS SALAS
GUADALAJARA, JALISCO. 1979

RESPUESTA A LA FERTILIZACION FOLIAR EN LA PRODUCCION
DE CAFE (Coffea arabica L.)

DEDICATORIA

A mis padres: *Candelario, en su recuerdo.
Ma. Luisa, compañera fiel y buena madre.*

A mi esposa: *Silvia, a mis hijos Oscar Noé y Juan Luis,
con amor.*

A mis hermanos: *Candelario, Javier, Ernesto, Carmen, Ma.
Luisa, Luis Daniel y Verónica Margarita.*

A mi abuelo: *Juan*

AGRADECIMIENTOS

A la *Universidad de Guadalajara.*

A la *Escuela de Agricultura.*

A los *CC. Ingenieros*

Antonio Sandoval Madrigal

Andrés Rodríguez García

Hugo Moreno García

*Director y asesores de tesis por sus consejos y
valiosa colaboración para el desarrollo de este
trabajo.*

A mis maestros,

A mis compañeros y amigos,

*A: Rosita
Ma. Concepción*

CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN	
1. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivos e hipótesis	2
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Origen de la especie Coffea arabica	3
2.2. Clasificación botánica	3
2.3. Descripción de la especie	3
2.4. Adaptación de C. arabica	5
2.4.1. Altitud	5
2.4.2. Precipitación pluvial	6
2.4.3. Temperatura	7
2.4.4. Suelos	8
2.4.5. Intensidad lumínica	9
2.5. Formas de aplicación de los fertilizantes	11
2.6. Fertilización foliar	12
2.7. Absorción de nutrientes por las hojas	14
3. MATERIALES Y METODOS	16
3.1. Localización del sitio experimental	16
3.2. Factores climáticos	16
3.2.1. Precipitación pluvial	16
3.2.2. Temperatura	18

	Pag.
3.3. Suelos	18
3.3.1. Características físicas	18
3.3.2. Características químicas	18
3.4. Procedimiento experimental	21
3.4.1. Tratamientos	22
3.4.2. Diseño experimental	22
4. RESULTADOS	23
4.1. Producción de café	23
4.2. Análisis foliar	24
5. DISCUSION	28
5.1. Producción de café	28
5.2. Comportamiento del cultivo	29
6. CONCLUSIONES	31
7. BIBLIOGRAFIA	32

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

CUADROS

1	Análisis de varianza para el efecto de la fertilización foliar sobre la producción de café.	23
2	Producción de café en las parcelas de estudio.	24

CUADROS DEL APENDICE

CUADROS		Pag.
1A	Cultivo de café en el Estado de Jalisco.	34
2A	Niveles comparativos para la determinación de nutrientes en las hojas de café.	35
FIGURAS		
1	Localización del sitio experimental.	17
2	Precipitación media del sitio experimental.	19
3	Temperatura media del sitio experimental.	20
4	Precipitación pluvial ocurrida durante el período de estudio.	26
5	Temperatura ocurrida durante el período de estudio.	27

RESUMEN

El cultivo del café se puede ver afectado por factores que determinan el desarrollo de la planta, como lo es la fertilización. La planta de café es muy susceptible a la deficiencia de elementos como el nitrógeno, boro, zinc y manganeso. Para la corrección de éstos se utiliza la práctica de la fertilización foliar, la cual se presenta como una alternativa para incrementar la producción.

El estudio se realizó en el poblado de Amacueca, Jalisco, empleando una plantación de café ya establecida, haciendo 9 aplicaciones con intervalo de 21 días, de una solución al 3% del fertilizante foliar conocido como Bayfolan, seleccionando el producto en base a análisis foliar previo al inicio del trabajo. El diseño experimental empleado fue parcelas apareadas, donde se estimó el parámetro producción de café.

Los resultados obtenidos para este factor en el análisis de varianza realizado presentaron diferencia altamente significativa entre tratamientos, de donde se tienen las conclusiones que: Con la fertilización foliar se incrementa la producción de café, se logran corregir deficiencias de nutrientes y se mejora el contenido de ellos en las plantas.

I. INTRODUCCION

El café es un producto de importancia económica tanto para los países altamente desarrollados como para los que están en vías de desarrollo. Entre los principales países productores de café en el mundo se pueden citar a Colombia, Etiopía, Uganda, El Salvador, los cuales dependen económicamente del café en más del 50%; Angola, Brasil, Guatemala, Costa Rica, Costa de Marfil, Madagascar, Kenya, Camerún en más del 25% y solo México, Zaire, Indonesia e India dependen de este grano en menos del 10% (INMECAFE, 1976).

México tiene importantes áreas cafetaleras en 14 Estados principalmente en el Sur, entre los que se encuentra Jalisco donde últimamente se le ha dado un gran impulso a la cafecultura incrementándose en número de hectáreas dedicadas al cultivo del café en lugares propicios para su desarrollo (Cuadro 1 Apéndice).

El cultivo del café al igual que otros puede verse afectado por varios factores que determinan el desarrollo de la planta como son los genéticos, edáficos, climáticos y bióticos; dentro de este último se tiene a la fertilización la cual se puede considerar como factor determinante para la producción de café ya que no es factible obtener una alta producción si la nutrición de la planta se subestima.

La planta de café es muy susceptible a la deficiencia de elementos mayores como el nitrógeno y elementos menores como boro, zinc y man-

ganeso (Carvajal, 1972). Para la corrección de estas deficiencias se ha venido utilizando la práctica de la fertilización foliar, la cual consiste en adicionar al follaje compuestos minerales solubles en agua, permitiendo una absorción y utilización rápidas de los elementos por las hojas, logrando corregir las deficiencias, lo cual no se lograría aplicándolos al suelo dada la dificultad con que se asimila el elemento por las raíces (Juscafresa, 1972). Por lo que esta forma de fertilizar se presenta como una alternativa para incrementar la producción al utilizarse como complemento de la fertilización ordinaria o como suplemento de la misma al utilizar cantidades pequeñas de fertilizante por lo cual su práctica reduce los costos de fertilización.

1.1. Objetivos e hipótesis.

En base a los planeamientos anteriores se desarrolló el presente trabajo teniendo como objetivo principal:

"Determinar el efecto de la fertilización foliar sobre la producción de café en árboles adultos".

En donde la hipótesis planteada es que con las aplicaciones de fertilizante foliar es de esperarse un aumento en la producción de café.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Origen de la especie *Coffea arabica* L.

La especie *C. arabica* L. es originaria de Africa en Etiopía y no de Arabia como puede suponerse por su denominación. Es la más antigua y conocida en todo el mundo, se encuentra distribuida en Africa y América (Costé, 1969). En Asia esta especie fue eliminada debido en parte a la incidencia del herrumbe *Hemileia* sp. (Carvajal, 1972). La especie *Coffea arabica* se cultiva en un 85% de los países cafeticultores como especie única o junto a las otras comercialmente importantes; teniendo su mayor distribución en el Continente Americano.

2.2. Clasificación botánica.

C. arabica pertenece a las plantas Fanerogamas; división Embryophyta; subdivisión Angiospermae; clase Dicotyledoneae; familia Rubiaceae género *Coffea*; especie *arabica* (Oronoz y colab., 1977).

2.3. Descripción de la especie.

Se considera a la especie *C. arabica* como un arbusto de hoja perenne con frecuencia multicaule, de naturaleza autógama y sus principales características de acuerdo a lo expresado por Chandler (1969) y Costé en el mismo año, son las siguientes:

El árbol del café tiende a tener un tronco principal dominante, con ramas laterales primarias horizontales en pares, opuestas una a otra, --

que se ramifican para formar pares de ramas secundarias y éstas a su vez ramificarse para formar pares de hojas terciarias. Las ramas son largas, flexibles y muy delgadas de aspecto semi-erecto cuando son jóvenes; ensanchado y decaído cuando adultas. Las hojas son opuestas, ovaladas y acuminadas, de pecíolo corto, bordes ondulados y superficie brillante, ligeramente abarquilladas.

Las flores son blancas de perfume ajazminado, agrupadas en las axilas de los pares de hojas, en cimas de 2 a 3 constituyendo verticilos de 8 a 15 flores. Cada flor está sujeta por un corto pedúnculo y un cáliz compuesto de 5 pequeñas brácteas que recubren el ovario. Corola formada por un tubo largo y ensanchado en 5 lobulos estrechos. Estambres soldados a los pétalos, anteras alargadas; pistilo formado por un largo estilo y 2 finos estigmas dominando la corola.

El fruto es una drupa llamada vulgarmente cereza, ovoidea, subglobulosa, roja si está madura; constituida por un exocarpio coloreado (piel), un mesocarpio carnoso y blanco amarillento (pulpa) y, dos semillas unidas por sus caras planas. Cuando uno de estos ovulos aborta, el otro se desarrolla dando una semilla ovoidea conocida comercialmente como "cacacolillo". Cada grano está protegido por dos envolturas: La primera — el endocarpio es delgado y de textura esclerosa (parche); la segunda el — perispermo es una membrana muy fina (película) más o menos adherida al grano.

La semilla está formada por un albumen córneo, superficie lisa, —

cuya cara está hendida siguiendo el eje mayor por un surco más o menos rectilíneo. El embrión es corto y está situado en la base; comprende una radícula y dos cotiledones cordiformes.

2.4. Adaptación de *C. arabica*.

2.4.1. Altitud.

Haarer (1969). Menciona que el café en México se cultiva en altitudes que van desde los 500 hasta los 1,500 msnm, considerando que las mejores localidades son las situadas a alturas de 800 a 1,000 msnm.

Del café de la especie *C. arabica* producido a altitudes comprendidas entre 1,050 y 1,950 m se puede obtener una bebida mejor que el mismo café obtenido a menores altitudes. El efecto beneficioso sobre la calidad del café puede deberse en parte a las menores temperaturas de las zonas de altitud (Chandler, 1969).

Costé (1969). Señala que las plantaciones de *C. arabica* en Etiopía se encuentran en alturas que van de 1,300 a 1,800 msnm entre 6° y 9° de latitud Norte, lo que puede explicar la dificultad que se encuentra para cultivar esta especie con buenos resultados en las regiones tropicales bajas, con calor y humedad excesivos, o con un régimen pluviométrico muy distinto ya sea por la abundancia de precipitaciones, ya sea por su mala distribución estacional; demostrando que esta especie no puede prosperar en las regiones intertropicales si no es en zonas en que la conjugación —

del relieve y la latitud proporcione la corrección de los factores desfavorables.

En México aproximadamente el 42% del área cafetalera produce rendimientos muy bajos por hectárea, debiéndose en gran parte a sistemas de plantación deficientes considerando que muchas de estas áreas deben considerarse como marginales para C. arabica particularmente las regiones más bajas, calientes y húmedas (Krug y De Poerck, 1969).

2.4.2. Precipitación pluvial.

Carvajal (1972). Menciona que la precipitación anual ideal para C. arabica es entre 1,600 y 1,800 mm con un mínimo absoluto de 1,000 mm sabiendo que una lluvia excesiva conduce a correlaciones negativas respecto a la cosecha, así mismo la distribución de lluvias tiene que ver con la deficiencia estacional de algunos nutrimentos como boro y fósforo, durante la estación seca y hasta cierto punto de nitrógeno durante la época de lluvias fuertes y prolongadas como acontece en el trópico americano.

Costé (1969). Señala que la planta de café prospera en regiones en que las precipitaciones alcanzan de 1,500 a 1,800 mm anuales, con un régimen que comprende algunos meses poco lluviosos o de relativa sequía los cuales coinciden con el período de reposo negativo que precede a la gran floración. Por abajo de los 800 o 1,000 mm de precipitación anual, incluso bien repartidos, el cultivo de café es aleatorio y la producción fluctuante.

2.4.3. Temperatura.

La planta de café necesita crecer bajo un régimen de termoperíodo - que beneficie el crecimiento vegetativo y el sistema radical, la iniciación de las yemas florales, así como el crecimiento, parecen favorecerse más por temperaturas altas que bajas; en estudios realizados en condiciones - controladas, probando efectos de temperaturas altas y bajas (diurnas y -- nocturnas), las plantas mantenidas a 23°C durante el día y 17°C nocturna, - aparecieron más vigorosas y saludables. Observando que a temperaturas más altas 30°C diurna y 24°C nocturna habría un desarrollo floral defi - ciente y gran incidencia de flores estrellas (flor subdesarrollada), debido probablemente a una termoperiodicidad diaria inadecuada (Carvajal, 1972).

Chandler (1969). Señala que las hojas de la planta de café son algo - más resistentes a las heladas que las de otros cultivos tropicales, pero - el árbol tiene menos capacidad que otros para producir nuevos brotes, -- después de una helada que haya matado las hojas y dañado la madera. Es tolerante a los veranos fríos y menos tolerante a las temperaturas muy - elevadas del verano.

La especie C. arabica soporta variaciones de temperatura, siempre y cuando no alcancen cifras muy bajas o muy elevadas, temperaturas entre -7°C y -8°C en unas 2 horas pueden causar la muerte de arbustos. Con una temperatura menos baja 0°C hasta -2°C; los tejidos foliares y - los brotes mueren, lo que se traduce en una defoliación más o menos to-

tal de los arbustos y en la muerte de las extremidades de las ramas.

Los ascensos de temperatura por encima de los 30°C afectan igualmente a la especie, especialmente si el aire es seco; la transpiración aumentada deshidrata los tejidos; el follaje se marchita (Costé, 1969).

2.4.4. Suelos.

Krug y De Poerck (1969). Informa que en México los suelos dedicados al cultivo del café difieren considerablemente en cuanto a estructura física y grado de fertilidad. La mayoría son de origen volcánico y con un contenido variable de arcilla. Algunos son suelos lateríticos con contenido variable de arena.

Si las lluvias son adecuadas y frecuentes, la planta de café es relativamente tolerante a los suelos poco profundos, las raíces de los árboles jóvenes penetran a gran profundidad rápidamente. Si los árboles tienen que resistir períodos relativamente largos sin lluvia, estos extensos sistemas radiculares, profundos, son esenciales para un buen crecimiento y producción. La reacción del suelo más favorable para la planta de café parece ser la correspondiente a un p.H. de 7 (Chandler, 1969).

Costé (1969). Indica que la textura del suelo y su profundidad tienen importancia en el desarrollo de la planta de café ya que posee un sistema radicular que alcanza gran extensión, lo cual le permite aprovechar un volumen de tierra muy considerable y disminuir así una relativa pobreza

en elementos fertilizantes. En los suelos compactos o poco profundos, el tallo queda corto y las raíces no se extienden más que en los horizontes -- superficiales, en un espesor que rara vez sobrepasa los 30 cms exigiendo todo cultivo intensivo en estas condiciones un importante aporte de fertilizantes.

Vladimir y Harold (1969). Señalan que el cultivo de café necesita un suelo profundo y friable, de textura franca media y bien aireado para que sus raíces se desarrollen plenamente y cumplan su tarea. Para su rendimiento óptimo de la planta de café el suelo ha de contener abundante reserva de humedad. Las diferentes especies de café varían entre sí en su -- reacción a la acidez del suelo. Algunas crecen ya a un p.H. de 4, pero -- en general, la escala óptima de este se sitúa entre 4,8 y 6.5. Más allá -- de 6.5, la productividad disminuye y las cosechas tienden a acusar ciertas deficiencias de nutrientes sobre todo de hierro y manganeso.

2.4.5. Intensidad lumínica.

El cultivo del café bajo sombra o a plena exposición solar varía para cada región; el cultivo bajo sombra es muy común en América Central, Colombia y México. El cultivo de solana se encuentra como práctica única en Hawaii, Brasil, Kenya y otros países.

Se considera que la sombra tiene una acción moderadora sobre la -- inducción floral y sobre la fructificación, reduce también la evaporación y la transpiración y permite a la planta soportar mejor los períodos de --

sequía prolongados. Este papel de termoprotección a los arbustos continúa también por la noche evitando un descenso pronunciado de la temperatura - (en regiones altas, la diferencia de temperatura con el medio exterior, pue de llegar a los 4°C o 5°C (Costé, 1969).

Cuando la planta de café, crece a plena exposición solar usa las reservas rápidamente y los frutos a menudo no desarrollan bien por insuficien--cia de minerales. La especie C. arabica parece ser particularmente exige--nte en nutrimentos cuando se cultiva al sol. Este comportamiento incide en la longevidad de los arbustos, pues las plantaciones al sol por lo gene--ral deben ser renovadas en un menor plazo en comparación con aquellas bajó sombra, si todos los demás factores responsables de la producción in--fluyen en ambos sistemas de manejo por igual. Si el suelo es naturalmen--te fértil el cultivo al sol mostrará siempre ventaja en cuanto a cosecha, en comparación con el cultivo a la sombra. Se sigue que es obvio que si se --añaden los nutrimentos a las plantaciones en cantidades apropiadas, a la --vez que se propicia un manejo cuidadoso, los cafetos bajo cultura de sola--na producirán una cosecha más abundante (Carvajal, 1972).

Chandler (1969). Considera que en algunos casos la sombra puede --determinar cierta mejora en el sabor de la bebida que se prepara con las --semillas de café. Sin embargo se puede producir un excelente café sin --sombra, en zonas de suficiente altitud. En las regiones donde la tempera--tura es alta, el cielo despejado y la insolación intensa, los árboles de ca--fé viven mejor bajo una sombra parcial. Esto se comprobó en un estudio -

realizado en Puerto Rico donde el rendimiento y el crecimiento de los árboles se incrementó significativamente, al parecer, mediante un sombreado artificial, que redujo la luz a la tercera parte o la mitad, de la de pleno sol.

Jacob y Uexhull (1973). Mencionan que tanto el sombreado como la presencia de abundante materia orgánica imparten al suelo una favorable estructura y una constante humedad, lo cual permite el desarrollo de un sano y extenso sistema radicular. Esto a su vez, conduce a un mejor aprovechamiento de las reservas de agua y de nutrientes y, por ende, al suministro de rendimientos permanentes.

2.5. Formas de aplicación de los fertilizantes.

Conceptos publicados por el INIA (1977) y, Edmon y colab. (1978). Mencionan que los fertilizantes pueden aplicarse en diferentes formas básicas principales, las cuales son:

Aplicación al suelo. (1) mateado (2) a voleo (3) en banda (4) en perforaciones (5) en forma líquida.

Aplicación en el agua de riego. Se utiliza para fertilizaciones iniciales o complementarias aplicando el fertilizante en solución en el agua de la regadera principal.

Aplicación foliar. La aspersión de fertilizante al follaje se utiliza para corregir la deficiencia de algún elemento esencial en un tiempo rela-

tivamente corto y para proporcionar materias primas esenciales que, si se aplican al suelo, por una razón u otra, llegan a hacerse inaprovechables por las plantas.

2.6. Fertilización foliar.

La fertilización foliar es una práctica que se ha generalizado sobre todo en cultivos hortícolas. Considerando que este sistema de abonamiento es muy útil para corregir deficiencias minerales y como suplemento del abonamiento ordinario. En estudios realizados sobre la absorción de nitrógeno aplicando urea en las hojas de la planta de café la penetración es mucho más rápida por el envés y que en las hojas jóvenes, en general es más pronto que en las viejas, la entrada por el envés de las hojas viejas equivale, para los efectos, a la penetración por el haz en las jóvenes. Con relación al provecho que se obtiene al aplicar nitrógeno vía foliar, información proveniente de Kenya, indica que la aplicación de urea, al suelo o al follaje resulta igual bajo determinadas condiciones, concluyendo que la cosecha de café puede aumentarse por aplicaciones de nitrógeno vía foliar en la forma de urea. La respuesta a la aplicación de micronutrientes como boro, zinc y manganeso, es muy notoria cuando la deficiencia es severa, solo en Brasil se ha reportado que la corrección de zinc resultó en una oportunidad en una disminución significativa en la cosecha (Carvajal, 1972).

Gordon (1969). Menciona que la aplicación de los elementos menores por aspersión dan gran resultado y la dosis utilizada es solo una fracción

de la requerida para la aplicación al suelo. Así mismo que los elementos necesarios en mayores cantidades durante el desarrollo del cultivo se deben proporcionar en varias aplicaciones. También Gross (1971) señala que la absorción de nutrientes es más eficaz cuanto más joven es la hoja realizándose por ambas caras, evitando realizar el tratamiento cuando el tiempo sea caluroso o reine fuerte viento, así tampoco en períodos fríos o secos. De la misma manera Trocme y Cross (1972) consideran que la absorción de un nutriente se realiza mejor a temperaturas poco elevadas y en atmósfera relativamente húmeda. Siendo la absorción mejor por el envés -- que por el haz.

Juscáfresa (1961). Señala que con la fertilización foliar se logran corregir ciertas carencias de elementos básicos o micronutrientes que el árbol no ha encontrado en el suelo en el momento de necesitarlos, debido a su desaparición de las fuentes naturales del suelo o bien que se han aplicado inoportunamente, así mismo los fertilizantes foliares no son persistentes como los aplicados al suelo, pero sirven de gran alivio para corregir deficiencias en plena manifestación vegetativa, lo que no puede lograrse -- aplicando el elemento carente en la misma época, dada la dificultad que representa el poder ser asimilado por las raíces con la misma rapidez con que lo hace la masa foliar.

Papadakis (1954). Considera que cuando se pulverizan las hojas con una solución en agua la eficiencia es mucho mayor pudiendo superar 100%

la absorción del fertilizante, simplificando las cuestiones de inmovilización de los elementos. Aunque el contacto es solo por unas horas; por lo que se debe repetir cada tanto las pulverizaciones, teniendo la ventaja que se puede adecuar la fertilización a las necesidades del cultivo, que varían durante el crecimiento y no se pueden prever, puesto que dependen de las condiciones meteorológicas.

2.7. Absorción de nutrientes por las hojas.

Alcalde (1975). Menciona que la absorción de nutrimentos es a través de los estomas, de los ectodesmos, así como a través de las laceraciones de la hoja. Las moléculas absorbidas de elementos entran primeramente a la cavidad respiratoria, de donde son conducidos posteriormente a través de los espacios intercelulares hacia el tejido foliar, ahí son solubilizadas en agua y transformadas.

Con la fertilización foliar se emplea la capacidad de las plantas de absorber nutrimentos y reguladores del crecimiento a través de sus hojas para mejorar su estado nutrimental y desarrollo. Teóricamente la planta puede ser nutrida a través del sistema foliar, aunque en la práctica esta operación es limitada; debido a que el empleo de soluciones nutritivas para cubrir las necesidades nutrimentales de ella, requeriría de concentraciones que podrían causar lesiones por exceso de sales en las hojas.

Tukey y colab. (1962). Informan que la cutícula que cubre las hojas-

no es una barrera infranqueable, presenta resquebrajaduras y su comportamiento es algo semejante a una esponja que se hincha más o menos según su estado de hidratación, adoptando la cutina de la cutícula la forma de laminillas interrumpidas por sustancias pécticas que permiten la penetración al interior de la hoja, no existiendo, apenas, sin duda, penetración a través de los estomas por cuanto que los poros están llenos de gas.

Tamhane (1978). Señala también que la absorción de elementos esenciales a través de las hojas tiene lugar mediante los estomas y la cutícula; siendo el movimiento más rápido por los primeros, pero la absorción total puede ser la misma por la cutícula.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del sitio experimental.

El presente estudio fue realizado en el poblado de Amacueca, municipio perteneciente a la sub-región Sayula y localizado en la parte central de la región Sur del Estado de Jalisco (Figura 1). Su elevación es de 1,800 - msnm y tiene por coordenadas el paralelo 20°01'' de latitud Norte y el meridiano 103°39' de longitud Oeste.

3.2. Factores climáticos.

Para la clasificación del clima que predomina en su territorio se tomaron los datos de los reportes de la estación meteorológica Amacueca, los cuales lo definen como: C (oi) B'I (a'). Que según la clasificación de climas del Dr. C. W. Thornthwaite, modificada para México por el Ing. - A. Contreras Arias, significa:

- C - Semiseco.
- (oi) - Con otoño e invierno secos.
- B'I - Semi cálido.
- (a') - Sin cambio térmico invernal definido.

3.2.1. Precipitación pluvial.

La precipitación media anual para el municipio de Amacueca en 16 - años de estudio ha sido de 636 mm y tienen una distribución en el año tal -

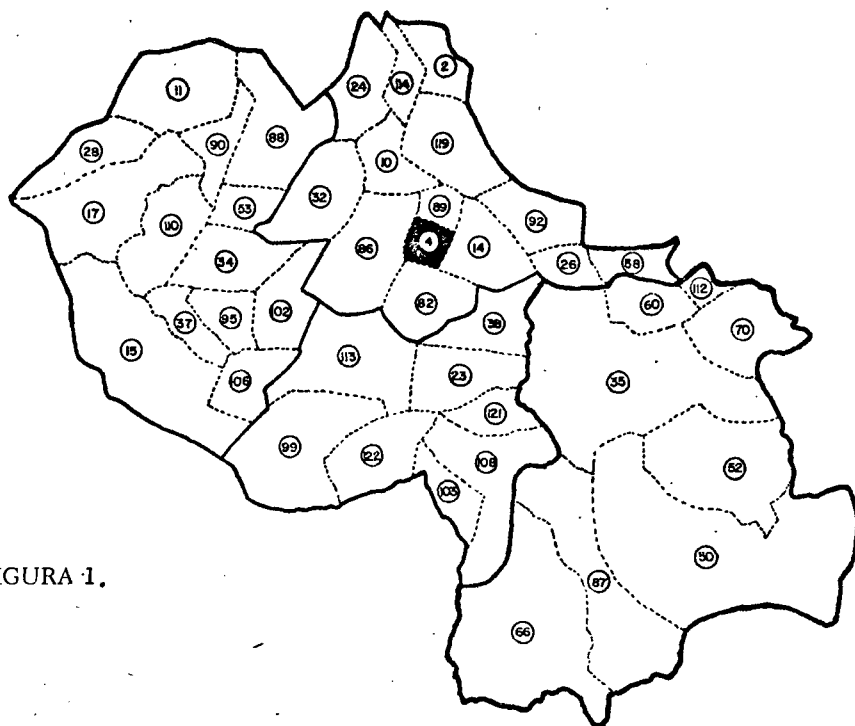


FIGURA 1.

como se observa en la figura 2.

3.2.2. Temperatura.

La temperatura promedio para la región en 8 años de observación es de 21°C y se presenta en el año de la manera como se observa en la Figura 3.

3.3. Suelos.

Los suelos que predominan en el sitio experimental son los siguientes:

Chernozem 65%; localizados en la parte Norte, Sur y Oeste del municipio; Salino, Salino alcalino, Alcalino 35%, ubicados en la parte central, Noroeste y Sureste.

3.3.1. Características físicas.

El terreno donde fue establecido el estudio presentó las siguientes características:

Textura: Franco arenosa.

Materia orgánica: 10.15%.

3.3.2. Características químicas.

Las características químicas que presentó el terreno fueron las siguientes:

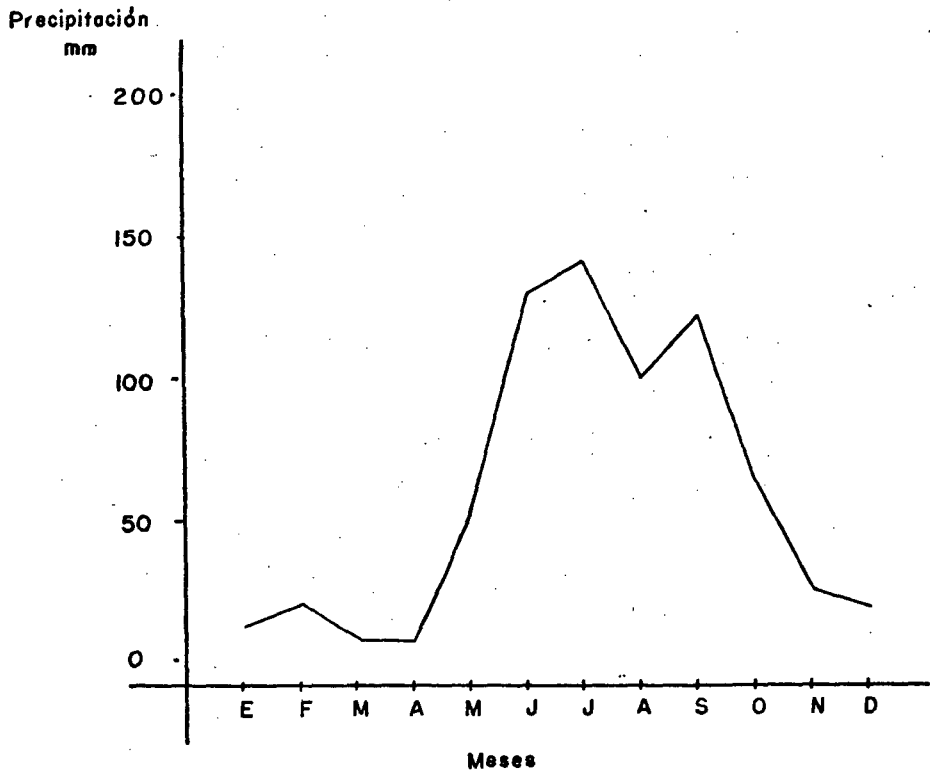


Figura 2. Precipitación medio en el año

Promedio de 16 años

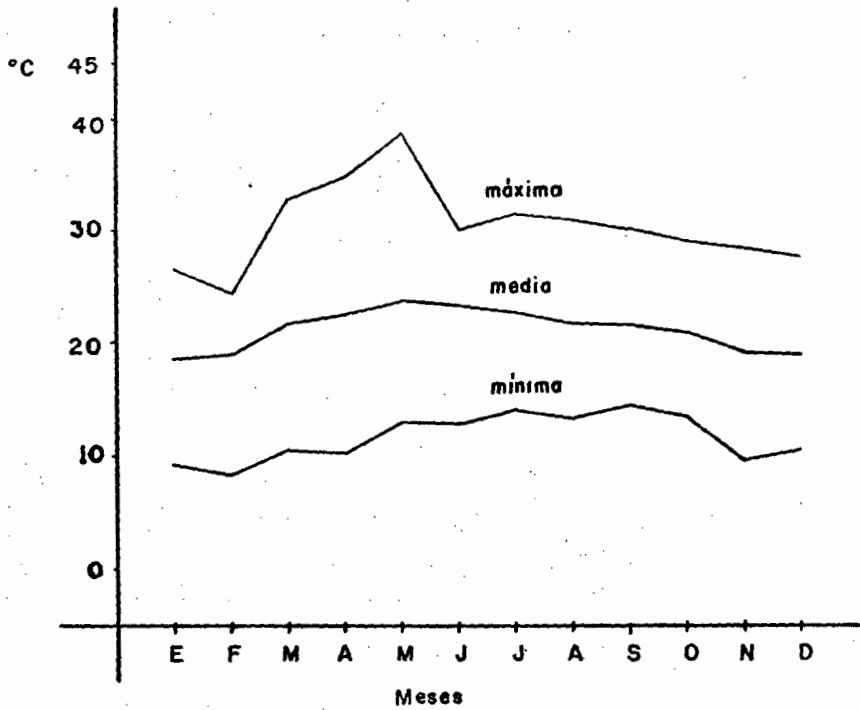


Figura 3 Distribución de temperatura en el año
Promedio de 8 años

a.- Nutrientes:

	Nivel	Kg/Ha
NITROGENO	Medio	24
FOSFORO	Medio	100
POTASIO	Alto	400
CALCIO	Alto	3000
MAGNESIO	Medio	25
MANGANESO	Bajo	5

b.- p.H.:

El p.H. contenido en el suelo fue de 7.4 cuyo valor lo hace considerar ligeramente alcalino.

3.4. Procedimiento experimental.

El presente estudio tuvo una duración de 10 meses a partir del mes de mayo de 1977, lo cual se considera como un ciclo de cultivo. Para la realización del mismo, se utilizó una plantación de café con una superficie aproximada de 250 m² con un número de 60 árboles, los cuales presentaban las mismas condiciones en cuanto a edad y manejo anterior.

Los árboles fueron fertilizados con un producto conocido como bayfolan, el cual presenta las propiedades siguientes:

Químicas. Nitrógeno 110%, Fósforo 80%, Potasio 60%, además de otros elementos como Calcio, Magnesio, Boro, Zinc, Cobre, Cobalto, Hierro, Manganeso, Vit. B1 y Hormonas de crecimiento.

Físicas. Estado físico líquido; color verde; olor ninguno; disolvente-agua.

La solución utilizada en las aplicaciones del fertilizante fue al 3% - - (3 litros de fertilizante en 100 litros de agua), haciendo 9 aplicaciones en total, con un intervalo de 21 días entre éstas durante el ciclo de estudio, - ya que los árboles nunca habían sido fertilizados por lo cual al aplicar una dosis alta era de esperar una respuesta satisfactoria, además de que se recomienda como mínimo 4 o 5 tratamientos, las aplicaciones se iniciaron - 21 días antes de la floración y continuándolas 21 días después hasta la maduración del fruto.

Para la selección del producto utilizado se realizó previamente un - - análisis foliar al inicio del trabajo y en base a los resultados del mismo - - (Cuadro 2) se determinó el nivel de nutrientes a utilizar en este estudio, - tomándose muestras de hojas en ramas portadoras de fruto utilizando los - 3 primeros pares terminales; realizando otro análisis al final de la cose--cha en la misma forma descrita.

3.4.1. Tratamientos.

A - Con fertilizante foliar.

B - Sin fertilizante.

3.4.2. Diseño experimental.

Para el análisis de los resultados obtenidos se utilizó el diseño de - -

parcelas apareadas formado por 2 tratamientos y 30 repeticiones (considerándose cada árbol como una repetición) donde el parámetro estimado fue la producción de café.

4. RESULTADOS

4.1 Producción de café.

Los resultados obtenidos para este factor en el análisis de varianza - realizado presentaron diferencia altamente significativa ($P < .01$) entre tratamientos. (Cuadro 1)

CUADRO 1. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL EFECTO DE LA FERTILIZACION FOLIAR SOBRE LA PRODUCCION-DE CAFE.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F.C.
TRATAMIENTOS	2,9483	1	2,9483	49.97 **
ERROR EXPTAL.	3,4217	58	0.0590	
TOTAL	6,3700	59		

** Indica diferencia altamente significativa al nivel de probabilidad ($P < .01$).

C.V. 9.72%

S. 0.242

La producción de café obtenida en los tratamientos, se presenta en el Cuadro 3, donde se observa que el tratamiento (A) en el cual se utilizó fertilizante, alcanzó una producción promedio de 2.72 kg/árbol. En cambio el tratamiento (B) sin fertilizante produjo 2.28 kg/árbol, lo cual representa un incremento con la utilización de fertilizante foliar de 19.29%.

CUADRO 2. PRODUCCION DE CAFE EN LAS PARCELAS DE ESTUDIO.

REPETICION	TRATAMIENTO		REPETICION	TRATAMIENTO	
	A	B		A	B
1	3.0	2.1	16	2.6	2.7
2	2.7	2.0	17	2.5	2.4
3	2.8	2.2	18	3.0	2.2
4	2.5	2.1	19	2.3	2.7
5	2.6	2.0	20	2.9	2.4
6	2.9	2.2	21	2.3	2.3
7	2.9	2.3	22	2.7	2.0
8	2.3	2.1	23	2.6	2.2
9	2.5	2.0	24	3.0	2.3
10	2.3	2.3	25	2.4	2.5
11	2.8	2.2	26	3.2	2.6
12	3.0	2.5	27	2.9	2.2
13	2.8	2.5	28	2.9	2.1
14	2.9	2.9	29	2.6	2.0
15	2.8	2.1	30	2.9	2.2
TOTAL				81.6	68.3

$$\bar{X}_A = 2.72 \text{ kg de café/árbol}$$

$$\bar{X}_B = 2.28 \text{ kg de café/árbol}$$

4.2. Análisis foliar.

En el análisis foliar realizado para la observación del nivel de nu---

trientes al término de la cosecha, así como el que se hizo previo a la iniciación de este trabajo; se obtuvieron los siguientes resultados:

ELEMENTO	M U E S T R A			
	1		2	
	P. P. M.	NIVEL	P. P. M.	NIVEL
NITROGENO TOTAL	*1.16	BAJO	*1.30	BAJO
FOSFORO (P ₂ O ₅)	2,760.0	NORMAL	2,875.0	NORMAL
POTASIO (K ₂ O)	25,500.0	NORMAL	34,200.0	ALTO
CALCIO	12,000.0	NORMAL	13,000.0	NORMAL
MAGNESIO	3,350.0	NORMAL	3,600.0	NORMAL
MANGANESO	20.0	BAJO	50.0	NORMAL
HIERRO	250.0	NORMAL	250.0	NORMAL
ZINC	30.0	NORMAL	30.0	NORMAL
COBRE	20.0	NORMAL	25.0	NORMAL
BORO	25.0	NORMAL	37.0	NORMAL
SODIO	250.0	BAJO	442.0	BAJO
MOLIBDENO	TRAZAS	MUY BAJO	5.0	NORMAL
COBALTO	TRAZAS	MUY BAJO	0.1	NORMAL

* Se da en %

Por otra parte la precipitación pluvial y la temperatura ocurridas durante el ciclo de estudio se representan graficamente en las Figuras 4 y 5 respectivamente; donde se puede observar que la primera tiene su mayor-distribución en los meses de junio a octubre y la temperatura promedio se mantuvo dentro de la óptima para el cultivo.

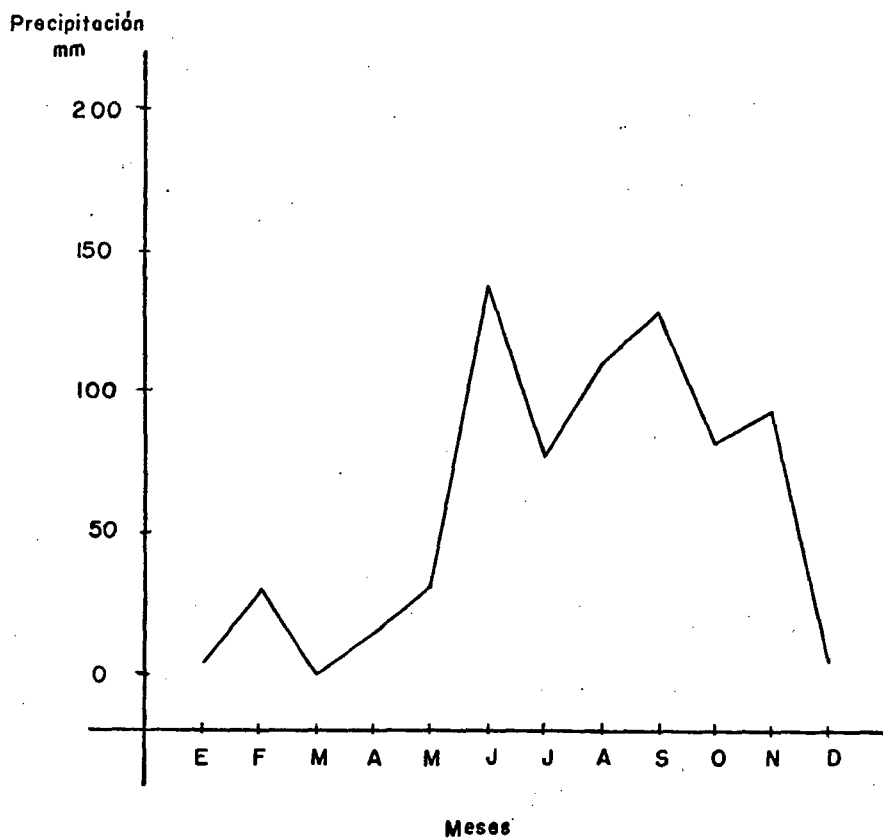


Figura 4 Precipitación pluvial ocurrida durante el periodo de estudio

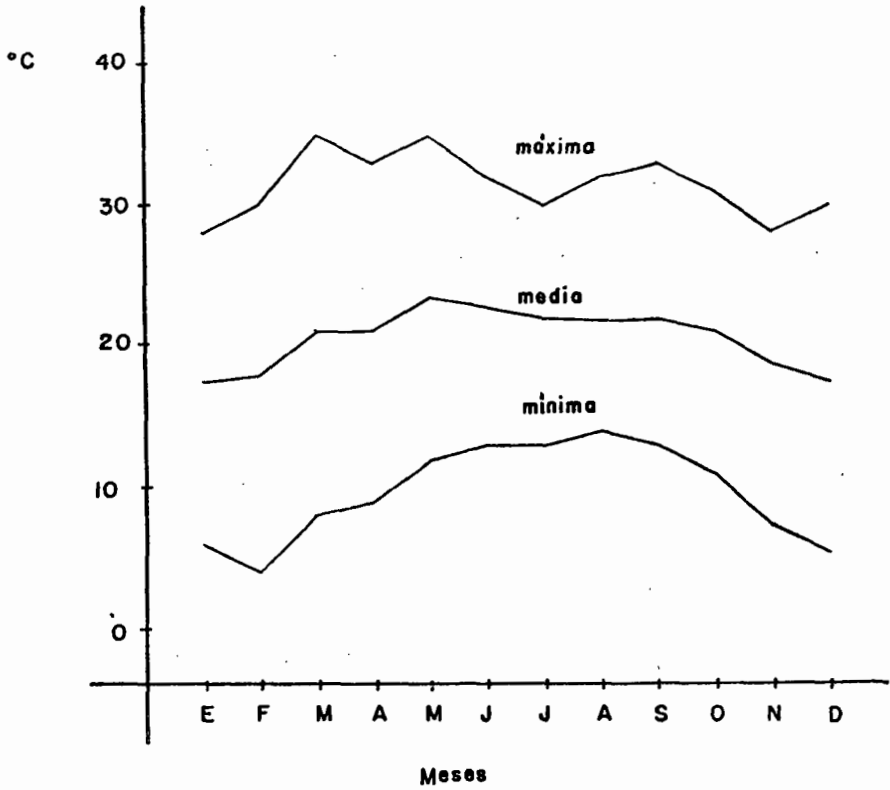


Figura 5 Temperatura presentada durante el periodo de estudio

5. DISCUSION

5.1. Producción de café.

De los resultados obtenidos en el análisis de varianza para el efecto de la fertilización foliar en la producción de café se observaron diferencias altamente significativas entre tratamientos, lo cual se atribuye a la efectividad con que fue aprovechado el fertilizante por las plantas tratadas, lográndose un aumento en la producción del 19.29% ya que de acuerdo con Carvajal (1972), la aplicación de nitrógeno (vía foliar) la cosecha de café se aumenta; con la ventaja en el presente trabajo de que se aplicaron varios nutrientes en combinación.

Los resultados obtenidos en el análisis foliar realizado al final del trabajo mostraron que se mejoró el contenido de nutrientes en las plantas. Resultados similares obtenidos por Juscafresa (1973) señalan que con la fertilización foliar se logran corregir ciertas carencias de elementos básicos o micronutrientes. En nuestro caso se corrigieron las deficiencias de nitrógeno, boro, manganeso y molibdeno utilizando solo una fracción de la dosis requerida para la aplicación al suelo de los elementos deficientes (Gordon, 1969). Así mismo Papadakis (1954) indica que el contacto es solo por unas horas, por lo cual es necesario realizar con mayor frecuencia las aplicaciones; aunque analizando este planteamiento desde un punto de vista económico, se debe determinar cual es el número de aplicaciones que incrementen en mayor porcentaje la producción de grano y a la vez

sea redituable la inversión que se realiza en los costos del fertilizante y - las aplicaciones del mismo.

5.2. Comportamiento del cultivo.

En cuanto al comportamiento del cultivo del café Chandler y Costé - - (1969) señalaron que el café presenta mejor adaptación en alturas compren - didas entre 1,300 y 1,800 msnm. En nuestro caso la plantación utilizada - en el sitio experimental tiene una altura de 1,800 m la que se puede consi - derar dentro de los límites normales para el cultivo. En lo que concierne - a la precipitación pluvial, Carvajal, (1972) expresa que la precipitación - - anual ideal para C. arabica es entre 1,600 y 1,800 mm con un mínimo de - 1,000 mm observándose gran diferencia al comparar el lugar del experi - - mento en donde solo se reúne 636 mm anuales en promedio, lo cual crea - la necesidad de utilizar el riego para cubrir las necesidades de agua en la - planta, ya que se cree que precipitaciones abajo de los 1,000 mm incluso - bien distribuidos, la producción obtenida no es igual que bajo las condicio - nes adecuadas (Costé, 1969).

En el aspecto de temperatura se considera que para un buen desarro - llo del cultivo debe ser entre 17° y 23°C (Carvajal, 1972). Observando que - en el sitio experimental se tuvo una temperatura promedio de 21°C conside - rándola normal para el cultivo.

Vladimir y Harold (1969) señalaron que el cultivo del café necesita - - un suelo profundo, de textura franca media y bien aireado; el suelo donde -

se estableció el estudio presentó una textura franco arenosa, estando acorde con las características que ellos refieren. En lo que respecta a la reacción de la planta a la acidez del suelo, se indica que un valor de p.H. más allá de 6.5 la productividad disminuye y se presentan deficiencias de nutrientes sobre todo de hierro y manganeso. De acuerdo a esto se puede considerar que la producción obtenida en el trabajo es baja, debido a que se desarrolla en un suelo con p.H.: 7.4, lo cual ocasiona que existan deficiencias de boro, zinc, hierro y manganeso principalmente.

Respecto a la intensidad de luz, Costé (1969) señala que la sombra tiene una acción moderadora sobre la inducción floral y sobre la fructificación, reduciendo también la evaporación y la transpiración lo cual permite a la planta soportar mejor los períodos largos de sequía, refiriendo estos conceptos al cultivo del café utilizado en el estudio, este se encuentra sombreado, por lo que la evaporación y la transpiración son mínimas. De la misma forma Jacob y Ueshull (1973) mencionan que la sombra y la presencia de materia orgánica proporciona al suelo una favorable estructura y una constante humedad, lo cual se confirma en el estudio, ya que el suelo presentó un alto contenido de materia orgánica proporcionada principalmente por la caída de hojas de los árboles que dan sombra a las plantas de café.

6. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se derivan de los resultados obtenidos son las siguientes:

Haber comprobado la hipótesis planteada.

Con la fertilización foliar se incrementó la producción de café, así como la corrección de nutrientes deficientes y mejora del contenido de los mismos en las plantas, lo cual indica que, es un buen complemento de la fertilización ordinaria.

El comportamiento de la planta de café en lo que se refiere a altitud, temperatura e intensidad lumínica fue normal para su desarrollo, presentando variación solo en la precipitación pluvial, ya que no cae la necesaria para el cultivo, proporcionando ésta con riegos de auxilio.

El suelo donde está plantado el café presentó textura adecuada para el desarrollo del cultivo, presentando diferencia en cuanto a la acidez del suelo, ya que el pH es de un valor de 7.4 lo cual ocasiona las deficiencias de boro, zinc, hierro y manganeso.

Se sugiere seguir haciendo trabajos de este tipo en donde se prueben diferentes fórmulas de fertilizantes foliares a distintas concentraciones y en varias aplicaciones para determinar el número óptimo para una alta producción; probarlos con fertilizaciones ordinarias y determinar su efecto, sobre todo en plantas en plena producción.

7. BIBLIOGRAFIA

- ALCALDE, B. 1975. Apuntes mimeografiados de la clase de Fisiología -- Vegetal. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. (pag. 11-21, 95-98).
- CARVAJAL, J.F. 1972. Cafeto Cultivo y Fertilización. Instituto Internacional de la Potasa. Berna Suiza. (pag. 11-21, 95-98).
- CIAS. 1977. Guía práctica para la Asistencia Técnica Agrícola. INIA. - México. (pag. 68-69).
- COSTE, R. 1969. El café. 1a. Ed. Editorial Blume. España. (pag. 11-13, 21-26, 88-91).
- CHANDLER, W.H. 1969. Frutales de hoja perenne. 1a. Ed. UTEHA. - México. (pag. 463-484).
- DE LA LOMA, J.L. 1966. Experimentación Agrícola. 2a. Ed. UTEHA. - México. (pag. 280-283).
- DEPTO. DE ECONOMIA. 1973. Gobierno del Estado de Jalisco. Desarrollo Regional y Municipal. Región Sur. Subregión Sayula. Tomo I.
- EDMOND, J.B. y Colab. 1978. Principios de Horticultura. Editorial - - Continental. 3a. Ed. México (pag. 251-255).
- GORDON, W. 1969. Agricultura Tropical. 3a. Reimp. Editorial Continental. México. (pag. 145-147).
- GROSS, A. 1971. Abonos. Guía Práctica de la Fertilización. 5a. Ed. - Ediciones Mundi-Prensa. España. (pag. 458-459).

- HAAREER, A.E. 1964. Producción Moderna de Café. 1a. Ed. Editorial Continental. México. (pag. 579-580).
- INMECAFE. 1976. Boletín Técnico Cafetalero. No. 1. Abril - Mayo. - México. (pag. 4-12).
- JACOB, A. Y UEXHULL, A.V. 1973. Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. "Fertilización". Ediciones Euroamericanas. México. (pag. 281-295).
- JUSCAFRESA, B. 1973. Árboles frutales. Cultivo y Explotación Comercial. 4a. Ed. Editorial Aedos. España. (pag. 54).
- KRUG, C.A. Y DE POERCK, R.A. 1969. Estudio Mundial del Café. FAO. Roma. (pag. 199-200).
- PANSE, V.G. Y SUKHATME, P.V. 1963. Métodos estadísticos para investigadores agrícolas. 2a. Ed. Fondo de Cultura Económica. México. (pag. 63-69).
- REYES, C.P. 1978. Diseño de Experimentos Agrícolas. 1a. Ed. Editorial Trillas. México. (pag. 48-49, 89-103).
- RUIZ, O.M. Y Colab. 1977. Tratado Elemental de Botánica. 14a. Ed.- Editorial ECLALSA. México. (pag. 563-663).
- SNEDECOR, G.W. Y COCHRAN, W.G. 1975. Métodos Estadísticos. 3a. Imp. Editorial Continental. México. (pag. 123-333).
- TAMHANE, R.V. Y Colab. 1978. Suelos, su Química y Fertilidad en Zonas Tropicales. Editorial Diana. México. (pag. 293-297; 387 - 388).
- TROCME, S. Y CRASS, R. 1972. Suelo y Fertilización en Fruticultura. Ediciones Mundi-Prensa. España. (pag. 52-55).

CUADRO 1A. CULTIVO DE CAFE EN EL ESTADO DE JALISCO.

MUNICIPIO	EJIDO, COMUNIDAD O PEQUEÑOS PROPIETARIOS	No. DE PRODUCTORES	HECTAREAS EN PRODUCCION
Cabo Corrientes	Com. Ind. El Refugio	52	253.0
	Com. Ind. Chacala	11	64.0
Sn. Sebastián del O.	Ej. Estancia de Landeros	10	24.5
	Ej. Sn. Sebastián del O.	9	45.0
Tapalpa de Allende	P.P. Cabecera Municipal	4	23.5
	Ej. La Cuesta	25	527.0
	Pequeños propietarios	58	1,809.0
	Com. Ind. Desmoronado	9	52.0
	Ej. Concepción del Bramadero	12	15.0
Tomatlán	Pequeños propietarios	5	130.0
Autlán de Navarro	Ej. Ahuacatlán	17	20.0
Cuautitlán	Ej. Cuautitlán	2	25.0
Villa Purificación	P.P. Villa Purificación	3	85.0
	Ej. Tablazos	16	85.0
Tonila	P.P. Cabecera Municipal	10	36.0
Sn Martín de Bolaños	Pequeños propietarios		5.0
Chimaltitán	Pequeños propietarios		4.0
Bolaños	Pequeños propietarios		9.0
SUMA :			3,212.0

FUENTE: (INMECAFE, 1978)

CUADRO 2A. NIVELES COMPARATIVOS PARA LA DETERMINACION DE NUTRIENTES EN LAS HOJAS DE CAFÉ.

ELEMENTO NUTRICIONAL P. P. M.	N I V E L		
	BAJO	MEDIO	ALTO
N*	3	3- 3.4	3.4
P ₂ O ₅	2,070	2,300- 3,450	3,450
K ₂ O	21,600	21,600-30,000	30,000
Ca	11,000	11,000-20,000	20,000
Mg	2,000	2,000- 3,700	3,700
Mn	20	50-200	200
Fe	80	80-250	250
Zn	7	10- 30	30
Cu	8.5	10- 25	25
B	20	30-100	100
Na	3,000	1,3500-33,400	PERJUDICIAL
Mo	0.9	1-4	4
Co	0.01	0.1	1

* Este elemento se da en porcentaje (%).