UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA

Efecto del Nitrógeno, Fósforo, Inoculantes Algunos Elementos Menores y sus Interacciones en el Cultivo de Frijol de Riego en la Región Central de el Bajio.

TESIS PROFESIONAL

ANGELBERTO PEÑA BARRAZA

GUADALAJARA, JALISCO. 1974

I N D I C E

	Pag.
I.- INTRODUCCION	
1.-Importancia	1
2.-Objetivo	2
II.- REVISION DE LITERATURA	4
A.-Interaccion Nitrógeno, Fósforo, Inoculantes y Molicofix.	
B.-Elementos relacionados con la fijación del-nitrógeno atmosférico.	6
1.-Molibdeno	
2.-Cobalto	
C.-Elementos menores requeridos por el cultivo del frijol.	11
1.-Zinc	
2.-Manganeso	
3.-Boro	
III.- MATERIALES Y METODOS	21
A.-Descripción general de la región.	
a).-Consideraciones geológicas	
b).-Clima, temperatura y precipitación pluvial	
c).-Suelos	
B.-Localizacion del experimento	23
C.-Diseño experimental utilizado y tratamientos estudiados	
D.-Metodología empleada desde la siembra hasta-el análisis económico del experimento	25

Pag.

1.-Preparación del terreno
2.-Muestreo del lote experimental
3.-Establecimiento del experimento. Estacado, fertilización y siembra
4.-Variedad de semilla
5.-Deshije
6.-Riegos
7.-Observaciones de campo

IV.- DISCUSION DE RESULTADOS 33

V.- CONCLUSIONES 44

VI.- BIBLIOGRAFIA 48

FORMA C. G. 2.

SECRETARIA
DE
AGRICULTURA Y GANADERIA

DEPENDENCIA INST. NAL. INVEST. AGRIC.
DEPTO. DE SUELOS
NUMERO DEL OFICIO 603. 34.
EXPEDIENTE 02928

ASUNTO: relativo su experimento sobre inoculantes y elementos menores para su têsis.

Chapingo, Mêx., agosto 29 de 1972

C. ANGELBERTO PEÑA BARRAZA
TEC. DEPTO. LEGUMINOSAS DE GRANO
APARTADO POSTAL # 112
CELAYA, GTO.

AÑO DE JUAREZ

En relación con su atenta de fecha 24 de los corrientes, le comunico que estamos absolutamente de acuerdo en que, en coordinación con el Departamento de Suelos del Centro de Investigaciones Agrícolas del Bajío, lleve usted a cabo el experimento que se propone sobre elementos menores e inoculantes en el cultivo del frijol.

Quedamos enterados de que se compromete a estar presente en la instalación del experimento y a recabar toda la información que se requiere para su conducción, así como, prestar ayuda en las labores de campo y en la cosecha del mismo.

Le sugiero se ponga de acuerdo con el Ing. J. Horacio Rodríguez, Coordinador del Programa de Suelos del CIAB, para que lo asesore en la ejecución del citado experimento, que tenemos entendido le servirá como têsis para optar el título de ingeniero agrónomo en la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS
DEPARTAMENTO
AGO. 29 1972
OFICIALIA DE PARTES

Atentamente,
SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCION
EL JEFE DEL DEPTO. DE SUELOS

DR. RICARDO GARCIA LAGOS

C. c. al C. Director General del INIA. - Edificio.
C. c. al C. Subdirector Técnico del INIA. - Edificio.
C. c. al C. Jefe del Campo. - Apdo. Postal # 112. - Celaya, Gto.
C. c. al C. Coord. Prog. de Suelos CIAB. - Apdo. Postal # 112. - Celaya, Gto.

RGL/lmr. -

LOS DATOS CONTENIDOS EN EL CUADRO DEL ANGULO SUPERIOR DERECHO.

He llegado a cristalizar una ilusión: ser profesionista.

Esta meta de mi vida ha sido posible gracias al esfuerzo conjunto de mis padres y hermanos, del pueblo de México y de mi Universidad.

En especial dedico este libro a quienes con su ayuda moral y económica me impulsaron en mi formación profesional:

Srita. Jacoba Peña Quintero

Familia Ortega Peña

Familia Guzmán Barraza

Sra. Shirley R. Neusteter

Con devoción a la futura compañera de mi vida. Consuelo.

A mi querida Escuela

A mis maestros

A mi Director de Tesis y asesores:

M.C. Bonifacio Zarazúa Cabrera

M.C. Francisco Calderón Calderón

Ing. Eleno Félix Fregoso

A la Generación 1968-1973

"ING. RAUL PALACIOS AVILES"

A mis demás compañeros.

A G R A D E C I M I E N T O S

Por la oportunidad y apoyo económico que me brindaron para la consecusión del presente trabajo, hago patente mi profundo agradecimiento al Departamento de Suelos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y al Programa de Suelos del Centro de Investigaciones Agrícolas de El Bajío.

Al Dr. Jesús Castro Franco por las facilidades prestadas.

En particular, mi gratitud y reconocimiento al M.C. Horacio Rodríguez González, por la aportación de sus valiosos conocimientos y dirección técnica del experimento.

A los ingenieros Santiago Sánchez Preciado y Juan Antonio González Martínez, quienes contribuyeron con sus ideas y experiencias al mejoramiento y realización del proyecto.

A Cony Turribiarte, Lupita Ramos y demás personas que me brindaron su ayuda desinteresada en la elaboración de este documento.

EFECTO DEL NITROGENO, FOSFORO, INOCULANTES, ALGUNOS ELEMENTOS MENORES Y SUS INTERACCIONES EN EL CULTIVO DE FRIJOL DE RIEGO EN LA REGION CENTRAL DE EL BAJIO.

I.- I N T R O D U C C I O N.

1.- Importancia

El frijol es uno de los cultivos más importantes de México ya que, después del maíz, ocupa el segundo lugar en importancia como alimento básico y el sexto lugar en el valor de la producción nacional, siendo solamente superado por el maíz, algodón, trigo, caña de azúcar y café.

Si a lo anterior agregamos que aún después de 4,000 años de venirse cultivando esta leguminosa (17) y que ha representado la parte sustancial de la dieta y fuente única de proteínas del sector que más bajos ingresos percibe en el país, no ha dejado de ser un cultivo de subsistencia precaria, resalta más su importancia y la necesidad impostergable de enfocar nuestra atención a los problemas que se nos plantean para elevar su producción por unidad de superficie.

Lo aleatorio del temporal aunado al discorde crecimiento entre población y producción, precisa de grandes esfuerzos con encausamientos seguros para poder no solo alimentar, sino proporcionar un mejoramiento en las condiciones económicas y sociales de la población rural. Si deseamos obtener una producción abundante derivada del trabajo, nuestros agricultores necesitan conocer y aplicar las prácticas modernas: conservación y me

joramiento del suelo, empleo de maquinaria, siembra de variedades - mejoradas, uso de fertilizantes, combate de plagas, control de malas hierbas, etc., con las cuales se puede producir con más eficiencia.

2.- Objetivo

En el Bajío el frijol se cultivaba sólo bajo condiciones de temporal hasta que, recientemente, con los beneficios de las obras de riego llevados a cabo en la región, se le dió impulso a su explotación sobre condiciones de riego, cultivándose bajo este sistema alrededor de 15,000 hectáreas comprendidas al Sur y Sureste del Estado de Guanajuato, en los Municipios de Salvatierra, Valle de Santiago, Apaseo y Comonfort (18).

Con base en lo anterior, el presente trabajo enfocará su atención a corroborar el óptimo tratamiento de fertilización el cual nos pueda - permitir elevar los rendimientos en el frijol, teniendo como punto de - partida un estudio al respecto, llevado a cabo en el año de 1971 por - el Departamento de Suelos del INIA como parte de las actividades del-- Programa de Suelos del CIAB (Centro de Investigaciones Agrícolas de El Bajío), en donde se concluyó en forma preliminar, las necesidades de - nitrógeno y, además, se comprobó la hipótesis de que, en la región, - el cultivo de frijol responde favorablemente a la aplicación de elementos menores (19).

Aún cuando en ese trabajo de investigación se estudió el comportamiento de los inoculantes en ese cultivo, solamente se incluyó un tratamiento en donde el inóculo no estaba asociado con fertilizante nitrogenado y, en otras regiones, se han encontrado respuestas favorables a esta interacción en el cultivo de la soya (20).

Se supone que en los trabajos de investigación con inoculantes, se debe de tener, además de un diseño específico, una metodología refinada.

El presente, toma como fundamentales las observaciones anteriores y se propone:

1.- Corroborar las necesidades de nitrógeno por Phaseolus vulgaris, sp., y determinar la dosis óptima económica para la región.

2.- Determinar los requerimientos de inoculantes y algunos elementos menores.

3.- Definir una metodología adecuada para cuando se trate de estudiar cualquier factor, cuyo efecto debe ser detectado en el rendimiento con mucha aproximación.

II.- REVISION DE LITERATURA

Existe en la literatura científica de México escasa información sobre la fertilización de las leguminosas. Sin embargo, de los pocos estudios realizados sobre el tema, puede deducirse que si hay respuestas favorables en el rendimiento al aplicar fertilizantes químicos.

A continuación se citan algunas de las referencias relacionadas con el presente trabajo.

A.- INTERACCION NITROGENO, FOSFORO, INOCULANTES Y MOLICOFIX

LOPEZ GARCIA H. (1) en el año de 1969, al realizar trabajos de investigación sobre la inoculación y fertilización nitrogenada del frijol en Sinaloa, comprobó que en la generalidad de las siembras comerciales sí hubo respuesta a la aplicación de nitrógeno pero que solamente en algunas la inoculación fué efectiva.

OVIEDO LOPEZ J. (2) menciona que los trabajos efectuados en el Valle de Canatlán, Guadalupe Victoria e Ignacio Allende en el Estado de Durango, sobre la aplicación de inoculantes, nitrógeno, fósforo y molicofix en frijol de temporal y de riego, reportaron diferencias significativas solamente aquellos tratamientos que contenían al nitrógeno y fósforo por separado o en interacción pero que no se manifestó ningún efecto, con respecto al testigo, en aquellos que se aplicaron los inoculantes y el molicofix.

CRISPIN MEDINA A. (3) indica que en las investigaciones realizadas en diversos campos agrícolas de México, se ha observado una gran respuesta a las diferentes dosis de fósforo y que la respuesta vegetativa fué mayor a la interacción nitrógeno-fósforo. También observa, que no hubo diferencia en el desarrollo vegetativo entre tratamientos con semilla inoculada y semilla no inoculada.

Anota, además, que los suelos pobres en materia orgánica manifiestan una fuerte respuesta a los fertilizantes nitrogenados y fosfatados, pero que su respuesta es mayor a la interacción nitrógeno-fósforo.

En cuanto a los trabajos reportados en los años 1970, 1971 y 1972, sobre la aplicación de molicofix al frijol, no había existido ninguna respuesta en el rendimiento comparados con el testigo.

GUERRERO LOZANO Ma. E. (4) expone que las experiencias australianas sugieren que hay que tomarse en cuenta o tener cuidado con la semilla cuando ésta se encuentra en contacto con fertilizantes minerales. REID en 1930, encontró que los superfosfatos y el sulfato de amonio matan a las bacterias de los nódulos cuando se ponen directamente en contacto con las semillas inoculadas.

CASS SMITH y PITTMAN, también reportaron el efecto desfavorable del contacto directo entre el superfosfato ácido y la semilla inoculada.

B.- ELEMENTOS RELACIONADOS CON LA FIJACION DEL NITROGENO ATMOSFERICO.

1.- MOLIBDENO.

MARCO BARO L. (5) nos dice que el molibdeno es preciso en un -- suelo agrícola para el buen funcionamiento de las bacterias de las leguminosas fijadoras del nitrógeno del aire.

SCHARRER (6) menciona que la fijación del nitrógeno es estimulada por el molibdeno y que el crecimiento de las leguminosas es favorecida por este elemento.

Indica que investigadores americanos determinaron que el molibdeno es un elemento imprescindible para la nutrición de las plantas superiores. Además, que investigadores alemanes observaron la utilidad del molibdeno en los suelos fatigados de trébol la cual atribuyeron a que este elemento inhibe la formación de ácido butírico, una de las causas probables de la fatiga de los suelos.

L. THOMPSON M. (7) nos dice que las aplicaciones directas de molibdato sódico al suelo no han sido satisfactorias para las deficiencias de - algunos cultivos, que las investigaciones en Mississippi, E.E.U.U., sugirieron el tratamiento a la semilla con molibdeno cuando el pH es uniforme. Las leguminosas necesitan el molibdeno para la fijación del nitrógeno. Los síntomas de deficiencia son hojas de color claro o plantas amarillentas,-

típico de la falta de nitrógeno. Los síntomas son realmente causados por una carencia de nitrógeno y no a la carencia de molibdeno en el tejido de las hojas. Los síntomas usualmente no ocurren en cualquier suelo que tienen altas cantidades de nitrógeno que sirve para formar los nódulos de fijación.

Oue el molibdato de sodio y el molibdato de amonio son usados para los tratamientos a la semilla, aplicando media onza por acre -- (0.563 kilogramos por hectárea). Los tratamientos al suelo se utilizan de 2 a 4 onzas por acre (de 2.253 a 4.506 Kg. por hectárea).

DOMINGUEZ V. A. (8) reporta que el molibdeno es imprescindible para la utilización del nitrógeno que absorbe la planta. Las plantas - con escasez de molibdeno aparecen amarillentas, como si padeciesen falta de nitrógeno.

En ningún caso deben añadirse al suelo dosis superiores a un kilogramo por hectárea de molibdato sódico.

JACOB y VEXKULL (9) citan que el molibdeno es requerido por la - planta en dosis ínfimas, tanto para procesos de absorción de nitratos como para la fijación del nitrógeno atmosférico por los nódulos radiculares de las leguminosas. El molibdeno es un ejemplo clásico del elemento menor, cuya presencia en cantidades mínimas basta para la obtención de efectos óptimos, en tanto que la más ligera demasía de él conduce a -

serios daños. La aplicación en dosis de 2.2 a 4.5 Kg/ha. de molibdato de sodio son suficientes para el control de las deficiencias de molibdeno.

ALCALDE B.S. (10) anota que según SHUG (1955) el molibdeno es de importancia en la fijación de nitrógeno por diversas bacterias. La suposición de que la fijación de nitrógeno por las bacterias de los nódulos de las leguminosas también tiene lugar mediante la actividad de la hidrogenasa es factible, dado que las razas de Rhizobium requieren relativamente mucho molibdeno (MULDER, 1948).

No obstante el hecho de que hasta ahora no haya sido identificada ninguna hidrogenasa en los nódulos, puede deberse posiblemente, a que ahí se presente una reductasa semejante a la hidrogenasa (EVANS, 1956).

De las observaciones realizadas por BECKING, (1961) se observa, que el molibdeno es necesario para la fijación del nitrógeno molecular por lo que un abastecimiento deficiente de molibdeno causa deficiencias en nitrógeno. El molibdeno se acumula principalmente en los nódulos de las raíces.

La nitrato reductasa es la enzima que contiene molibdeno ahora mejor estudiada. EVANS Y NASON (1953) la aislaron de las hojas de frijol ó soya. La nitrato reductasa cataliza la reducción de nitrato a nitrito.

Por lo que el molibdeno es indispensable en el organismo vegetal para la reducción de nitratos. Se entiende que las nutridas con nitratos presentan un mayor requerimiento de Mo, que aquellas nutridas con nitrógeno amoniacal, urea o nitritos (MULDER, 1948, ICHIOKA y ARNON-1955, HEWITT y Mc CREADY 1956).

Como consecuencia de las cantidades tan pequeñas de Mo disponible en el suelo, los contenidos de Mo en el material vegetal normalmente también son bajos, siendo éstos en la mayoría de los casos del órden de 1 ppm en la sustancia seca HEWITT y AGARWALA (1952) Según Scharrer y Höfner, (1959) el contenido de molibdeno en frijol era del órden de - 0.60 ppm.

PUENTE BERUMEN J. A. (11) menciona que en el mecanismo de fijación nitrogenada de las leguminosas, el molibdeno juega un papel de - mucha importancia a tal grado que en ausencia de ese elemento las leguminosas no fijan nitrógeno del aire.

2.- COBALTO

L. TISDALE y L. NELSON (12) enuncian que no ha sido probado definitivamente que el cobalto sea un elemento necesario para las plantas verdes superiores, aunque se señalan varias respuestas de cultivos de no leguminosas a aplicaciones de este elemento. El cobalto se requiere por las Rhizobia para la fijación del nitrógeno, y desde este punto de vista debe ser considerado esencial en la producción de leguminosas.

La esenciabilidad del cobalto para la Rhizobia es debida, en parte, a la formación de la vitamina B12 (cianocobalamina), la cual a su vez es esencial para la formación de la hemoglobina que se necesita para la fijación del nitrógeno.

Existen numerosas referencias de pruebas con leguminosas adecuadamente inoculadas con Rhizobia que dejaron de crecer en ausencia de cobalto.

Investigadores rusos recientemente señalan respuestas a las aplicaciones de cobalto en algodón judías y mostaza. Se dice que incrementa el crecimiento, la transpiración y la fotosíntesis, y que en las judías y la mostaza se observó un incremento de la actividad y contenido de clorofila de las hojas. Más adelante se afirmó que el contenido de agua y la actividad de la catalaza en las hojas se incrementaban, y que de los tratamientos con cobalto resultaba un descenso en la concentración del líquido celular.

SCHARRER dice que desde hace algún tiempo se sabe que el cobalto es un componente esencial de la vitamina B12, por lo que es probable que también pudiera ser el cobalto una necesidad vital para las plantas. En todo caso, el contenido de cobalto de los suelos y de las plantas es importante para el buen estado de salud de los animales.

JACOB y VEXKULL manifiestan que el cobalto es un componente de la vitamina B12, cuya necesidad es vital tanto para el hombre como para

los animales. Investigaciones recientes han demostrado ser también necesaria una determinada cantidad de cobalto para el normal crecimiento de los vegetales verdes.

H. SHAW (13) menciona que se ha demostrado que el cobalto es esencial para la fijación del nitrógeno por las bacterias sólo en los nódulos de las raíces de la alfalfa. El cobalto es considerado como un componente necesario del denominado factor proteínico animal.

D. CHAPMAN HOMER (14) dice que AMMED y EVANS (1959, 1960 y 1961) demostraron que el cobalto es requerido para la fijación simbiótica del nitrógeno por las plantas de soya. REISENAVER (1960) y DELWICHE et al (1961) fundamentan que el cobalto es requerido para la fijación simbiótica del nitrógeno en la alfalfa.

Además que HASELHOFF (1895) demostró que 1 ppm en solución cultivada fué tóxico a frijol y maíz.

C.-.ELEMENTOS MENORES REQUERIDOS POR EL CULTIVO DE FRIJOL

1.- Z I N C

J. SHAW menciona que el zinc está encadenado, aparentemente al hierro y al manganeso, en la formación de la clorofila.

SCHARRER manifiesta que el zinc es necesario para el crecimiento de las plantas superiores por las manifestaciones de carencia que--

se pueden curar por adición de zinc. También el zinc parece actuar fisiológicamente en el grupo prostético de distintos sistemas de enzimas.

JACOB y VEXKULL citan que son muy limitados los conocimientos que se tienen acerca de las funciones específicas del zinc. No obstante ello, la frecuente manifestación de sus síntomas de deficiencia en diversos cultivos denota la importancia de sus funciones en el metabolismo vegetal. Bajo este tipo de deficiencia las plantas sufren, junto con la atrofia de los cloroplastos un achaparramiento y enanismo así como la formación de rosetas.

COREY (15) dice que la importancia del zinc para las plantas se debe al hecho de ser un constituyente de numerosas enzimas esenciales, aparte de que afecta la formación de la clorofila y funciona en la síntesis del triptófano, precursor de las auxinas.

2.- MANGANESO

MARCO BARO señala que se ha demostrado que el manganeso es U importante en la formación de la clorofila de las plantas, pero, así como el hierro, puede encontrarse en una forma no asimilable para las plantas, apareciendo las carencias de este metal.

La asimilación depende del pH del suelo, del contenido en cal y fósforo y de la presencia de ciertos compuestos reductores u oxidantes.

SCHARRER indica que algunos investigadores sostienen la idea de que el manganeso obra como catalizador de los procesos oxidativos (respiración de las plantas superiores) y que cataliza la reducción del nitrato.

JACOB y VEXKULL escriben que al igual que el hierro el manganeso resulta ser también imprescindible en la formación de la clorofila, en la reducción de nitratos y en la respiración.

Al manganeso le absorven las plantas sólo en la forma divalente. Tanto la reacción ácida del suelo como su baja aereación y alto contenido de humus, fomentan la reducción del manganeso a su forma divalente de fácil asimilación. Por el contrario, todas las medidas que incrementen los procesos de oxidación del suelo, a saber: intensa aereación reacción alcalina, etc., conducen a su fijación intensivá. En ella pueden tomar parte también los microorganismos del suelo.

J. SHAW dice que el manganeso está asociado estrechamente al cobre y zinc y, aparentemente, actúa como catalizador en los procesos de crecimiento de las plantas.

La deficiencia de este elemento causa una clorosis, cuya apariencia es frecuentemente similar a la del magnesio.

L. TISDALE y L. NELSON mencionan que como el hierro y otros metales del grupo de los pesados, el manganeso tiene funciones de activación de numerosas enzimas relacionadas con el metabolismo de los carbo-

hidratos, reacciones de fosforilación y ciclo del ácido cítrico.

Recientemente se han atribuido al manganeso funciones en ciertos procesos fotoquímicos tales como la reacción de Hill.

COREY expone que al igual que el hierro, el manganeso interviene en la síntesis de la clorofila y es también un activador de diversos sistemas enzimáticos.

3.- BORO

SCHARRER K. señala que de investigaciones recientes ha resultado que todas las plantas necesitan boro. La importancia fisiológica del boro para el crecimiento de la planta no está aún bien explicada. Es probable que su acción sea de tipo coloidal, porque el boro es necesario para el estado normal de imbibición del plasma.

MARCO BARO dice que no se conoce el papel del boro en las plantas, pero se ha observado que en presencia de boro las plantas absorben más calcio.

Las plantas que vegetan en suelos de pH alto requieren más boro, por eso hay que evitar encalados excesivos ya que ocasionan su deficiencia.

DOMINGUEZ V. expone que la falta de boro se manifiesta generalmente por el cese del crecimiento. La planta adquiere un aspecto general arrosetado.

Para añadir boro a los cultivos se emplea el Bórax, que contiene un

10% de elemento (B). La dosis a emplear variará entre 1 y 2 kilogramos por hectárea de Bórax.

NORMAN A. G. (16) menciona que una deficiencia de boro no ha sido encontrada en el cultivo de frijol soya.

En efecto, agrónomos del Estado de Ohio, E.E.U.U., están más interesados con cantidades altas que con cantidades pequeñas en el cultivo de frijol soya.

Este elemento es más fácilmente aprovechable en suelos fuertemente ácidos, que en suelos alcalinos.

El boro es extremadamente tóxico en las plantas jóvenes y consecuentemente no se debe mezclar en los fertilizantes en banda, en frijolsoya, aún en bases experimentales.

JACOB y VEXKULL señalan que la deficiencia de boro, entre los elementos menores es la que con mayor frecuencia ocurre en los cultivos agrícolas. Además de otras funciones, tiene gran importancia en la germinación del polén, en la formación de frutas, flores y raices, en la absorción de cationes, y en el transporte de sustancias en la planta.

Aún cuando la deficiencia de boro puede presentarse en toda clase de suelos, ocurre con mayor frecuencia en los terrenos ligeros, que en los de tipo pesado. Los repentinos períodos de sequía y el exceso de cal incrmentan este tipo de deficiencias. Así como las plantas denotan-

una gran sensibilidad a la carencia de este elemento, su exceso resulta ser también de fatales consecuencias. Esto último se manifiesta primeramente, en contraste con la deficiencia, enlas hojas adultas. - El sistema radicular es también afectado, muriendo posteriormente.

ALCALDE B.S. enuncia que los suelos ricos en arcilla contienen menos boro soluble en agua, en relación a su contenido total de boro, que los suelos ligeros (PILIPSON 1953).

Es sabido, que la disponibilidad del boro es disminuida notablemente por el encalado, a tal grado que eventualmente puede conducir a deficiencias del micronutrimiento. Esta baja disponibilidad puede ser causada por varios factores. Por una parte con el encalado es elevado el pH del suelo y con ello precisamente a pH elevados el boro se precipite en forma de complejos Ca-Al-silicatos (PARKS y SHAW 1941).

El contenido de boro de los suelos de las zonas climáticas áridas y semiáridas es en general mayor que en los suelos de las zonas húmedas (KANWAR y SHAHSING 1961). Principalmente los suelos podsolizados son pobres en B, debido al intenso lavado (OULLETTE 1963).

El boro debe considerarse como un elemento formativo de las estructuras vegetales, bajo cuya falta no transcurre normalmente la formación y el desarrollo completo de varios tejidos (KORONOWSKI 1961).

Según SCHMUCKER (1934) mediante el B es aumentada la estabilidad de los tubos polínicos y evitada su rotura.

En general puede decirse que el B favorece las relaciones del metabolismo de los carbohidratos. Sin embargo la síntesis de almidón no es activada en todos los casos por el boro. DUGGER et al (1957) encontraron, que el B limitó en algo la síntesis de almidón en las hojas de frijol.

El boro favorece laabsorción activa de los iones, evidentemente mediante un eficiente transporte de carbohidratos a las raíces (GAUCH y DUGGER 1954).

Bajo deficiencias de B el equilibrio del agua en la planta es afectado. Las plantas bien abastecidas con B, pueden limitar mejor su transpiración, que las plantas con deficiencias, en condiciones de escasa disponibilidad de agua (DORFMULLER 1941, BIEBL 1942, SCHROPP 1957).

El boro como ningún otro micronutrimiento tiene gran importancia en el desarrollo, la calidad y el rendimiento de las plantas de cultivo.

Las leguminosas tienen comparativamente con otros cultivos, alto requerimiento de B, por lo que eventualmente se pueden llegar a presentar deficiencias en el campo (GARTEL 1962).

El requerimiento y contenido de B de las distintas plantas de cultivo es muy variado. Las monocotiledóneas requieren menos B que las dicotiledóneas (SCHROPP 1957).

En las leguminosas no se desarrollan bien los nódulos bacterianos radiculares, cuando el B no se encuentra disponible en suficiente cantidad (SCHROPP 1957).

Las deficiencias de B, así como también el abastecimiento excesivo con el micronutrimento, causan una respiración acelerada, de tal forma que la asimilación neta disminuye (AMBERGER 1960).

D. CHAPMAN nos dice que GERRETSEN y HOOP (1954), estudiaron los requerimientos de boro por Azotobacter chroococcum como un posible indicador microbiológico para la aprovechabilidad del boro en los suelos. Ellos concluyeron que Azotobacter requiere boro. Si el boro es deficiente, la multiplicación, la producción de dioxido de carbono, la fijación del nitrógeno y la pigmentación, son síntomas relacionados estrechamente.

L. TISDALE y L. NELSON indican que el boro es requerido en cantidades generalmente pequeñas, y que algunas plantas, principalmente de la familia de las judías son muy sensibles a este elemento. Dosis aplicadas a cultivos tales como alfalfa son tóxicas a las judías.

Se cree que el boro tiene influencia en el desarrollo de las células por el control que ejerce en la formación de los polisacáridos.

Otra función atribuida a este elemento es la inhibición de la formación de almidón mediante combinación con la parte activa de la fosforilasa.

Se ha observado en trabajos experimentales que las plantas judías cultivadas sin boro transpiran menos que las que han sido cultivadas con éste, por lo que se deduce que este elemento tiene un papel en las relaciones del agua. Esta reducción fué atribuida a una reducción en la absorción de agua y a la anormal morfología de las plantas con carencia de boro y su alta concentración de azúcar y coloide hidrofílico.

Recientes trabajos llevados a cabo en Rusia han mostrado que una deficiencia de boro hace disminuir el contenido de ácido ribonucléico (RNA) en los vértices de los brotes y en las raíces en las plantas de judía y de girasol cultivadas en soluciones nutritivas. Al aplicarse boro, el retorno a un contenido normal de RNA y DNA de los brotes y de las raíces indujo a la conclusión de que una deficiencia de boro provoca trastornos en el metabolismo del ácido nucléico, más bien que en el metabolismo de los hidratos de carbono.

PUENTE B. nos dice que el boro en las plantas fué descubierto en 1857 y en 1915 fué demostrada su esenciabilidad enel desarrollo y rendimiento de los cultivos.

Dentro de las plantas es esencial o indispensable para su crecimiento, pero noes clara su función específica aunque parece ser que es importante en la formación de proteínas ya que se ha observado que cuando hay acumulación de carbohidratos o azúcares y proteínas hay por lo general deficiencias de boro. Es también muy importante su presencia para la formación de nódulos en las leguminosas.

COREY concluye que la importancia del boro en la nutrición vegetal radica principalmente en la parte que desempeña en el transporte de los azúcares. En la actualidad, numerosos investigadores suponen que el boro desempeña unas 15 o más funciones en el metabolismo vegetal, por cuanto afecta: (1) los procesos de florescencia y fructificación, (2) la germinación del grano de polén; (3) la división celular; (4) el metabolismo del nitrógeno; (5) el metabolismo de los carbohidratos; (6) el metabolismo de

las sustancias pécticas; (7) el metabolismo del agua; (8) las relaciones de agua de la planta; por otra parte (9) activa la absorción de sales minerales; (10) carece de movimiento y acción; (11) es un constituyente de las membranas; (12) precipita el exceso de cationes; (13) actúa como amortiguador; (15) mantiene los tejidos de conducción; (15) regula la actividad de los demás elementos, etc.

III.- MATERIALES Y METODOS.

A.- Descripción general de la Región.

a) Consideraciones geológicas

La literatura disponibel, señala que la región deEl Bajío , - pertenecía a una parte de los grandes lagos que se formaron durante el período Cretácico, cuya formación se debió a movimientos orogénicos y emisión de grandes masas ígneas de la Sierra - Madre Occidental, cuyas elevaciones formaron una especie de -- barrera entre las cuencas externas y la ahora llamada Mesa Central.

La actividad volvánica de aquella época, proporcionó gran -- cantidad de material de relleno reolítico principalmente, el cual - se fué acumulando en el fondo de aquellas depresiones cubiertas- de agua. Por eso aquellos depósitos antiguos, se encuentran mezclados con material lacustre, sedimentario, producto del asenta-- miento de los elementos sólidos. (21)

b) Clima, Temperatura y Precipitación Pluvial

El sistema de clasificación del Dr. C.W. Thornthwaite, tomada de Contreras Arias (22) define su situación climática como sigue:

Salvatierra	C(ci) B_i (a')	Semiseco con otoño e invierno secos. Semicálido, sin cambio térmico bien definido.

De acuerdo con este mismo sistema, el estudio de Castillo (23) asegura que es posible diferenciar tres climas distintos: semiseco, tibio seco y templado semiseco.

El primero prevalece en la mayor parte del área de estudio, el segundo en la porción nororiental abarcando parte de Celaya y Apaseo, y el tercero en las faldas de las montañas y los cerros inmediatos a las planicies, como son los Cerros de Culiacán y la Gavia, al Sur; y la Sierra de Codornices al Norte.

Temperatura.- Por su situación intertropical y su altitud (de 1720 a 1808 msnm), el área en cuestión presenta en general un régimen térmico caracterizado por ser de ambiente tibio con temperatura media anual de 20°C con poca variación en el año.

Precipitación pluvial.- Predominan en la zona precipitaciones entre 700 y 800 mm al año.

c) Suelos

El Río Lerma con sus afluentes formó un vasto sistema hidrográfico que sirvió para drenar toda la zona de El Bajío. De ahí que el nivel ó niveles del antiguo lago o antiguos lagos, se abatieron quedando al descubierto las primeras áreas de los suelos lacustres que fueron cubiertas por depósitos aluviales más recientes. Estas áreas fueron las primeras que recibieron la acción del intemperismo directamente, dando lugar a la formación de los suelos más antiguos, en

tanto que el nivel del agua del lago Continental se iba abatiendo dejando al descubierto otras superficies que recibieron nuevos -- acarreos, estos ultimos sufrieron modificaciones debido al intemperismo en grado menor que los anteriores.

La textura de la mayor parte de estos suelos es arcillosa y- en segundo término predominan las texturas francas. En las primeras, las características de cohesión y plasticidad dificultan el manejo agrícola. El pH es de valores cercanos a la neutralidad. El- contenido de materia orgánica varía de medianamente pobre a pobre. Los niveles de calcio, magnesio y potasio, se puede considerar -- que son suficientes para cubrir las necesidades del cultivo. El fósforo arroja valores analíticos bajos, y el nitrógeno se encuentra en pequeñas cantidades, las cuales no satisfacen el normal desarrollo de los cultivos (21)

B.- Localización del experimento.

El experimento se localizó en el Municipio de Salvatierra, ya- que es la zona más importante de El Bajío como productora de frijol, con una superficie sembrada de esta leguminosa de 9,000 hectáreas, o sea el 60% de la superficie total del Estado. (ver Fig. 7).

C.- Diseño Experimental utilizado y tratamientos Estudiados.

Se utilizó el Diseño de Bloques al Azar con seis repeticiones- para cada tratamiento. La parcela total constó de 3 surcos de 1.20-

de ancho y 8 m de longitud; cada surco tenía dos hileras de plantas con una separación de aproximadamente 17 cm. y la distancia entre planta y planta de 10 cm. La parcela útil constó de los 3 surcos por 7 m de longitud.

Los tratamientos estudiados son los siguientes:

1.- Testigo

2.- 00-60-0

3.- 40-60-0

4.- 80-60-0

5.- 0-60-0 + Pagador

6.- 0-60-0 + Nitragin

7.- 40-60-0 + Pagador

8.- 40-60-0 + Nitragin

9.- 40-60-0 + Pagador + Molicofix

10.- 40-60-0 + Nitragin + Molicofix

11.- 40-60-0 + Pagador + Cobalto + Molibdeno

12.- 40-60-0 + Nitragin + Cobalto + Molibdeno

13.- 80-60-0 + 15 Kg. de Zinc

14.- 80-60-0 + 30 Kg. de zinc

15.- 80-60-0 + 5 Kg. de Boro

16.- 80-60-0 + 20 Kg. de Manganeso

Fuentes de los elementos estudiados.

Elemento	Producto	Concentración	Fórmula
Nitrógeno	Sulfato de Amonio	20.5% N	$(NH_4)_2SO_4$
Fósforo	Superfosfato de calcio simple.	19.0% P_2O_5	$H_4(PO_4)_2$5 Ca. H_2O
Molibdeno	Molibdato de sodio	39.6% Mo	$Na_2MoO_42H_2O$
Zinc	Sulfato de zinc Monohídrico.	36.0% Zn	$ZnSO_4$-H_2O
Manganeso	Sulfato de Manganeso	27.0% Mn	Mn SO_4
Boro	Borax	11.0% Bo	$Na_2B_4O_7$- 10H20
Cobalto	Nitrato de Cobalto	20.5% Co	$Co(NO_3)_26H20$

D.- Metodología empleada desde la siembra hasta el analisis económico del experimento.

1.- Preparación del terreno.

El sistema de preparación del terreno en donde se localizó el -- experimento, fué el mismo que utiliza el agricultor para sus siembras comerciales consistente en barbecho, rastreo y trazo de surcos.

2.- Muestreo de lote experimental

Antes de efectuarse la siembra se procedió a muestrear el terreno en 5 puntos a las profundidades de 0-15 y 15-30 cm para hacer las -- determinaciones físicas y químicas correspondientes. (Apéndice No. 1).

3.- Establecimiento del experimento. Estacado, Fertilización y siembra.

La instalación del experimento se realizó sobre terreno húmedo. Primeramente se delimitaron las repeticiones con hilos y estacas-- procediéndose luego ala distribución de las bolsas de fertilizante- correspondientes a cada tratamiento, las cuales fueron checadas - según la distribución en el croquis. (Ver Fig. 1).

Utilizando azadones triangulares se abrieron dos surquitos sobre el lomo de cada surco, a una profundidad de 15 cm. Inmediatamente se tiró el fertilizante en banda tapándose con una capa de -- suelo de más o menos 5 cm; encima de esta tapa se depositó la semilla a chorrillo cubriéndola hasta aproximadamente 12 cm. Tanto la- fertilización como la siembra se efectuaron por tratamientos, es de-- cir, se fertilizaba y se sembraba un mismo tratamiento en las 6 repeticiones y solo hasta cuando se terminaba de tapar se pasaba al -- siguiente. Esta práctica, además de impedir grandes pérdidas de humedad y posteriores irregularidades en la germinación, evitaba que- los productos usados sufrieran algún cambio. Dichas actividades se- efectuaron los días 13 y 14 de febrero.

Al terminar de efectuar la fertilización y siembra de cada tratamiento, se tenía el cuidado de que el personal se lavara perfectamente las manos, ya que debido a que las cantidades empleadas de los diversos elementos eran muy pequeñas y cualquier traza de ellos en las manos podría influenciar el desarrollo de las plantas.

En la figura No. 1 se muestra la distribución de parcelas y -- tratamientos del lote experimental.

En el cuadro No. 1 se reportan los gramos correspondientes de cada producto para una hilera de plantas de 8 m de longitud.

4.- Variedad de Semilla

La variedad usada fué Flor de Mayo, semilla que se trajo ex-- profeso del Campo Experimental de Pabellón, Aguascalientes por es- tar esa región libre del ataque de virosis y otras enfermedades que atacan al cultivo. (24)

5.- Deshije

La práctica del aclareo se realizó a los 20 días después de la siembra, dejando una planta cada 10 cm. Cabe mencionar que antes de esta práctica se efectúo un cultivo, evitando así posteriores -- pérdidas de plantas que originaría una baja densidad de población.

6.- Riegos

La aplicación del agua de riego en el lote experimental la efec- túo el agricultor cooperante al mismo tiempo que regaba su siembra- comercial. El número de riegos aplicados durante el ciclo del culti- vo fué de 4 con intérvalos de acuerdo a las necesidades de la plan- ta.

7.- Observaciones de campo.

El lote experimental fué periodicamente inspeccionado y en él se

hicieron observaciones de campo que a la postre fueron de utilidad en la interpretación de los resultados de rendimientos que se obtuvieron. A continuación se presentan algunas de estas observaciones:

a) Nacencia.

En general todas las repeticiones observaron una buena población de plantas con excepción de los tratamientos 1, 7, 2, 14, 16, 3, 9 y 8, que alojaba la primera repetición y que por causas ajenas a la investigación presentaron baja germinación y consecuentemente duranto todo el ciclo una población deficiente lo cual originó que se eliminara de este experimento toda la repetición.

b) Malas hierbas.

Realmente no existió problema alguno en cuanto a infestación de malezas. Las pocas que surgieron durante la época crítica del cultivo, fueron eliminadas en el aporque continuándose con su control para que su presencia no afectara los resultados.

c) Plagas.

Se presentaron ligeros ataques de Conchuela (Epilachna varivestis Mulsant), Chicharrita (Empoasca fabae Harris) y minador (Liriomyza spp.), habiéndose combatido con Azodrín 5 en dosis de 1 litro en 200 litros de agua por hectárea.

DISTRIBUCION DE LAS PARCELAS Y TRATAMIENTOS EN EL LOTE EXPERIMENTAL

3.60 mts.

14	13	5	16	1	11	7	3	2	12	15	6	4	11	13	7	8 mts.
15	2	12	8	6	10	4	9	16	8	3	1	10	14	5	9	VI

1 m.

11	12	7	16	2	9	14	1	14	4	7	13	15	8	9	2	
13	3	8	10	5	15	4	6	3	10	11	5	16	1	12	6	III

10	1	7	2	14	5	13	4	16	2	11	13	13	7	9	5	
6	16	3	9	8	15	11	12	15	12	8	1	14	10	4	6	II

FIG. I

CUADRO Nº 1 .- GRAMOS DE FERTILIZANTE PARA UNA HILERA DE PLANTAS DE 6.00 MTS. DE LONGITUD .

Nº TRATAMIENTO	SULFATO DE AMONIO.	SUPERFOSFATO DE CALCIO SIMPLE.	SULFATO DE ZINC MONOHIDRICO.	SULFATO DE MANGANESO	BORAX	MOLIBDATO DE SODIO.	NITRATO DE COBALTO.	MOLICOFIX.
1								
2		151.6						
3	93.7	"						
4	187.3	"						
5		"						
6		"						
7	93.7	"						
8	"	"						
9	"	"						③ ④ ⑤
10	"	"						④ ④ ⑤
11	"	"				③	③ ④	
12	"	"				③	③ ④	
13	187.3	"	20.0					
14	"	"	40.0					
15	"	"			2.4			
16	"	"		36.0				

③ MOLIBDATO DE SODIO.— Se aplicaron 6.9 gramos en 4,838 Kg. de semilla.

④ ⑤ NITRATO DE COBALTO. — Se utilizaron 1.69 gramos en 4,838 Kg. de semilla.

③ ④ ⑤ MOLICOFIX.— De acuerdo a las recomendaciones del fabricantes se aplicaron 8.8 gramos en 4838 Kg. de semilla.

PAGADOR Y NITRAGIN.— Estos inoculantes se agregaron en una cantidad mayor a la recomendada por el fabricante con el objeto de asegurar alto contenido de bacterias.

d) Respuestas vegetativas.

1.- Respuesta a nitrógeno. Se observó diferencia en -- vigor, tamaño y coloración de las plantas entre el tratamiento 2 (0.60-0) y el 3 (40-60-0). Estas diferencias no se manifestaron al comparar los tratamientos 3 y 4 (80-60-0).

2.- Al observar los tratamientos 5 (0-60-0 + Pagador) - y 6 (0-60-0 + Nitragin) no se encontraron diferencias entre ellos y al compararlos con el testigo.

3.- Se encontraron ligeras respuestas en los tratamientos 9 (40-60-0 + Molicofix + Pagador) y 10 (40-60-0 + Molicofix + Nitragin).

4.- No se detectaron respuestas en los tratamientos que incluían al Zinc, Molibdeno, Cobalto y Manganeso.

5.- En las parcelas que se aplicó el Borax se presentaron problemas de toxicidad a los pocos días de germinado el cultivo, localizándose el daño enlas primeras hojas, notándose que conforme avanzaba el - ciclo el efecto disminuyó.

f) Cosecha de las parcelas.

La parcela útil constó de 3 surcos de 7 metros de longitud --- (25.20 M2).

El producto de cada una de ellas fué encostalado previa identificación con etiquetas, para posteriormente trasladarse a las instalaciones del Campo Experimental. Debido a que contaba todavía con alto porcentaje de humedad, se asoleó durante algunos días procediéndose luego a su trilla utilizando para ello una máquina Pullman de tipo experimental. A continuación y por cadaparcela se tomó una muestra para determinar el porciento de humedad y poder estandarizar al 12% de humedad. Una vez logrado lo anterior, se realizaron las pesadas anotándose en el cuadro de rendimientos (Cuadro No. 2).

8.- Análisis Estadístico.

Los datos correspondientes al rendimiento de grano fueron analizados en el Centro de Estadística y Cálculo del Centro de Investigaciones Agrícolas de El Bajío.

CUADRO No. 2.- Rendimientos de grano de frijol expresados en kilogramos por parcela. Experimento localizado en el Ejido San - Nicolás de los Agustinos, Municipio de Salvatierra, Gto.

RATA-IENTOS	REPETICIONES I	II	III	IV	V	SUMA	$\bar{X}$
1	4.815	3.493	4.617	4.284	4.477	21.626	4.325
2	4.107	4.007	4.658	5.705	5.486	23.963	4.792
3	6.432	5.642	4.522	5.536	5.357	27.489	5.497
4	4.763	5.623	5.539	5.721	5.231	26.877	5.375
5	4.303	4.149	4.706	3.244	4.217	20.619	4.123
6	5.129	4.514	4.649	4.305	4.253	22.850	4.570
7	5.256	5.351	6.276	5.664	5.622	28.169	5.633
8	5.239	5.251	3.252	5.561	5.894	25.197	5.039
9	5.917	5.762	5.296	5.492	5.707	28.174	5.634
10	5.760	5.733	5.640	5.098	5.523	27.754	5.550
11	6.155	5.906	5.476	4.897	4.320	26.754	5.350
12	5.751	5.208	6.529	6.416	4.466	28.370	5.674
13	5.665	5.172	5.100	5.508	5.199	26.644	5.328
14	6.400	5.043	5.339	6.448	5.455	28.685	5.737
15	4.805	5.827	5.963	2.837	5.594	25.026	5.005
16	5.923	5.770	6.425	5.186	5.450	28.754	5.750

ANALISIS DE VARIANZA.

V	GL	SC	CM	Fc.	F.05	F.01	
ticiones	4	0.882	0.220	0.493	2.52	3.65	N.S.
amientos	15	20.116	1.341	2.999	1.81	2.32	
Exptal.	60	26.831	0.447				
AL	79	47.829					

C.V. = 12.830

$S\bar{x}$ = 0.298

IV.-DISCUSION DE RESULTADOS.

1.- En el Cuadro No. 2 se concentran los rendimientos de cada uno de los tratamientos estudiados.

Con este cuadro de rendimientos se construyó la Gráfica de la figura No. 2 en la cual se comparan dos tratamientos que permiten evaluar el efecto del fósforo.

Se hace mención que anteriormente ya se había estudiado este elemento y se encontró que un tratamiento total de 60 Kg. de fósforo por hectárea, satisfacía los requerimientos del frijol. Sin embargo, para hacer objetivo el estudio se presenta esta gráfica que nos permite apreciar el incremento de 185 Kg. de grano, suficientes para justificar la inversión por la aplicación de 60 Kg. de fósforo.

2.- La Figura No. 3 muestra los tres niveles de nitrógeno estudiados (0, 40 y 80), con una dosis constante de fósforo (60 Kg. P_2O_5). Estos 3 tratamientos señalan que hay un incremento en el rendimiento cuando se incluyen 40 kilogramos de nitrógeno y una tendencia a bajar la producción cuando se aplican 80 Kg.

Una vez conocidos los 3 puntos necesarios para trazar nuestra curva de rendimientos, procedimos a realizar el análisis económico en el que se relacionan el costo que representa aplicar un kilogramo (N) y el ingreso obtenido al vender un kilogramo de producto (Y).

2.1.- ANALISIS ECONOMICO DEL EXPERIMENTO.

A.- CALCULO DE P_N O COSTO BRUTO QUE REPRESENTA APLICAR UN KILOGRAMO DE NITROGENO (N):

1.- Costo por hectárea de Sulfato de Amonio (20.5% N).....	$	773.00
2.- Costo de transporte de esa tonelada ala zona de estudio.....	"	50.00
3.- Costo de aplicación de esa tonelada de-fertilizante.....	"	60.00
	$	883.00
4.- Intereses sobre el capital invertido, al - 8% anual suponiendo un márgen de seis - meses.....	"	35.32
TOTAL DE (1+2+3+4)	$	918.32

B.- CALCULO DE PY O INGRESO NETO OBTENIDO AL VENDER UN KILOGRAMO DE FRIJOL (Y):

5.- Valor de una tonelada de frijol con 12% de humedad.....	$	6,000.00
6.- Costo de cosecha de una tonelada de-frijol; incluye arranque, acarreo, trilla carga, descarga y maniobras 1/.....	"	337.00

7.- Costo de transporte de una tonelada de frijol de la zona de estudio al - centro de recepción más cercano..... $ 50.00

VALOR-COSTOS 5-(6+7): $ 5,613.00

Ingreso neto obtenido al vender 1 -- Kg. de frijol..... $ 5.61

1/ FONDO DE GARANTIA Y FOMENTO PARA LA AGRICULTURA GANADERIA Y AVICULTURA.

Partiendo de los cálculos anteriores, procedemos a obtener la -- dosis óptima económica de nitrógeno utilizando como fuente el -- Sulfato de Amonio (20.5% N).

$$\frac{PN}{PY} = \frac{4.48}{5.61} = 0.798$$

0.798 Kg. de frijol equivalen al costo de

1 Kg. de nitrógeno (N)

Para encontrar gráficamente la dosis óptima económica utilizamos- el valor de 0.798 que equivale a un kilogramo de frijol. Con este - dato se construyó, en el cuerpo de la gráfica (Figura No. 3.1), un- triángulo en donde en el cateto adyacente se señala el kilogramo de nitrógeno y en el cateto opuesto su equivalencia en kilogramos de- frijol. Se traza la hipotenusa y se corre una paralela hasta encon-- trar la curva que se trazó también graficamente. El punto en donde- se unen tangencialmente corresponde al nivel óptimo económico. -- Después de localizado este punto, se traza una línea paralela al -

eje de las ordenadas. En el sitio en donde se cruzan estas dos líneas corresponde la cantidad de nitrógeno óptima económica, - que en nuestro caso fué de 40.4 Kg. de N para obtener al nivel de máximo rendimiento.

3.- Al analizar la Gráfica No. 4 en la cual se esquematizan los rendimientos de los tratamientos 2, 5 y 6 que corresponden a la interacción de inoculantes sin aplicación de nitrógeno, permiten estimar el efecto de los inoculantes bajo las condiciones en que se realizó el estudio, corroborándose lo que en trabajos anteriores - se había encontrado y los cuales indican que cuando no se añadía una cantidadde nitrógeno al frijol, el efecto del inoculante no se manifestaba.

Al conocerse este resultado en el que fué superior en producción el tratamiento No. 2 (00-60-0) que no incluye inoculante, se plantea la siguiente hipótesis: a) los resultados obedecen a que el -- Rhizobium ya está establecido en la región y en el sitio del experimento, o bien, b) no hay ningún efecto del inoculante.

4.- En la Gráfica No. 5 se puede apreciar que los incrementos obtenidos con los diferentes estímulos quese indican son muy pequeños, por lo tanto el análisis estadístico no permite hacer ningún análisis- económico debido a que esos incrementos no tienen diferencia -- significativa. Sinembargo se observan diferentes tendencias, por- ejemplo, los incrementos en el rendimiento al usar 40-60-0 Pagador y 40-60-0 Nitragin son reducidos y, además, estos mismos -

tratamientos de comparación acompañados de Molicofix, no manifiestan una amplia respuesta que justifique el uso de ese producto. Inclusive, dentro de los tratamientos correspondientes a esta gráfica, el máximo rendimiento se logró cuando se usó Cobalto y Molibdeno en forma de sales inorgánicas por lo que no hay diferencia alguna entre usar sales inorgánicas y el producto Molicofix.

5.- Observando la Figura No. 6 en donde se comparan los tratamientos que incluyen a los elementos menores zinc, boro y manganeso, vemos claramente el incremento de la producción cuando se usaron 30 Kg. de zinc y 20 Kg. de manganeso, siendo estos superiores en rendimiento a todos los demás tratamientos estudiados.

El Boro se agregó al cultivo de frijol como elemento nutricional y se vió claramente que 5 Kg. por hectárea resultaron tóxicos a la planta. Los síntomas que se presentaron fueron los característicos de la toxicidad de este producto reportados por la literatura; las hojas adultas se vuelven amarillas y necróticas, a menudo se enrollan de las orillas al centro, etc., Aunque estos daños se presentaron en la primera etapa del ciclo vegetativo, desapareciendo en el transcurso del crecimiento, se comprueba en la gráfica que la toxicidad que se manifiesta vegetativamente repercute invariablemente en el rendimiento.

RENDIMIENTOS EN KILOGRAMOS DE FRIJOL POR HECTAREA OBTENIDOS EN LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION APRECIANDOSE EL EFECTO DEL FOSFORO

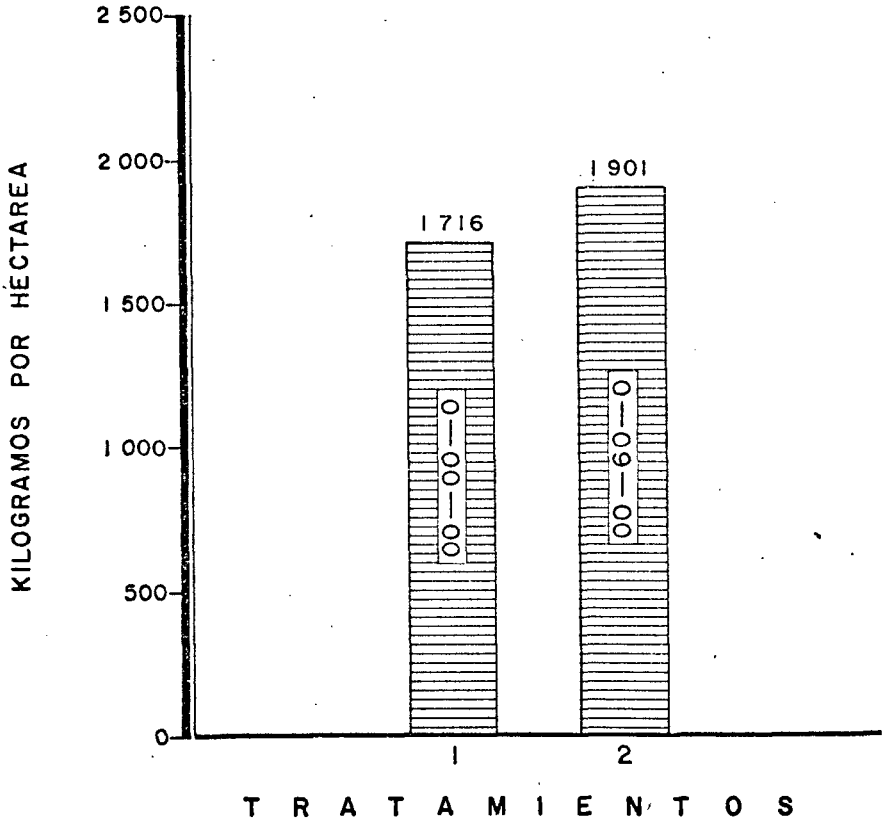


FIG.2

RENDIMIENTOS EN KILOGRAMOS POR HECTAREA
APRECIANDOSE EL EFECTO DEL NITROGENO
A UN NIVEL CONSTANTE DE FOSFORO

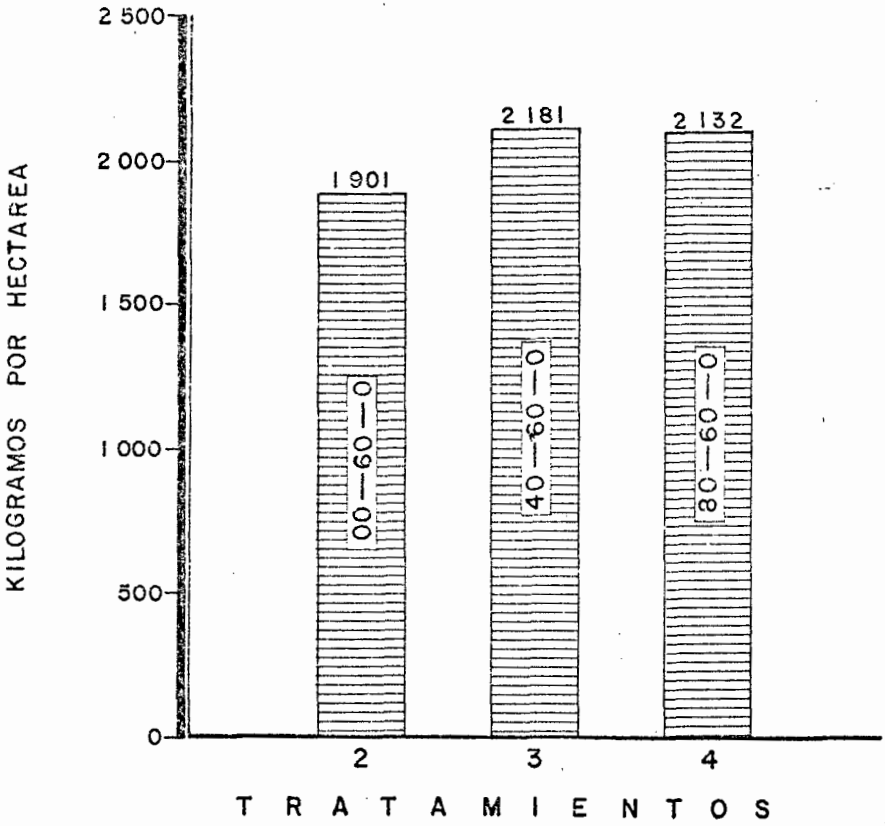
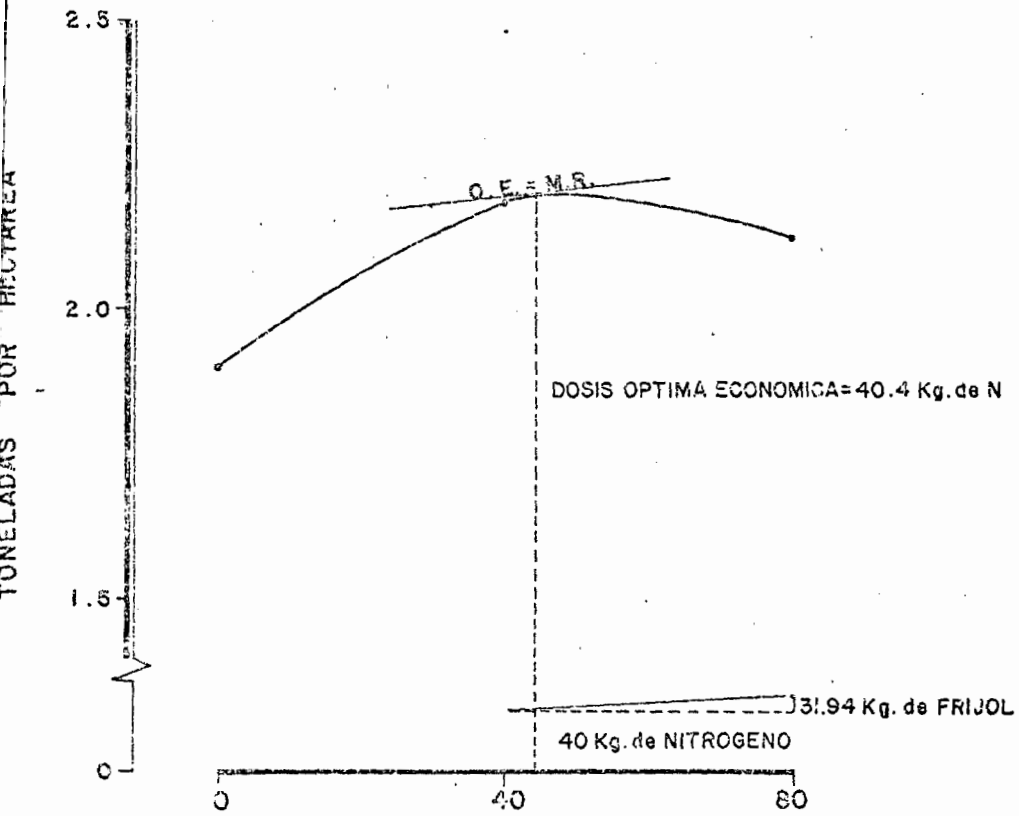


FIG.3

CALCULO GRAFICO DE LA DOSIS OPTIMA ECONOMICA NITROGENADA



KILOGRAMOS DE NITROGENO (N) POR HECTAREA

O.E. = NIVEL OPTIMO ECONOMICO

M.R. = NIVEL DE MAXIMO RENDIMIENTO

FIG. 3-1

RENDIMIENTOS EN KILOGRAMOS DE FRIJOL POR HECTAREA COMPARANDOSE LOS TRATAMIENTOS CON INOCULANTE SIN APLICACION DE NITROGENO

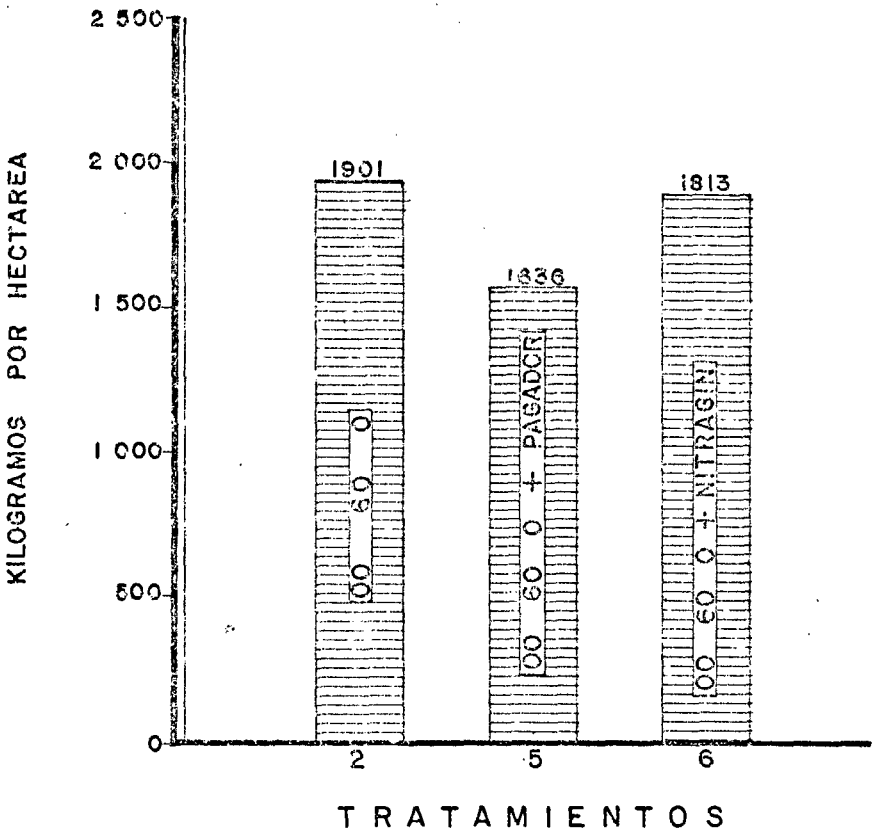


FIG. 4

RENDIMIENTOS EN KILOGRAMOS DE FRIJOL POR HECTAREA OBTENIDOS CON TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION Y EN DONDE SE PUEDE APRECIAR EL EFECTO DE LOS ELEMENTOS ESTUDIADOS"

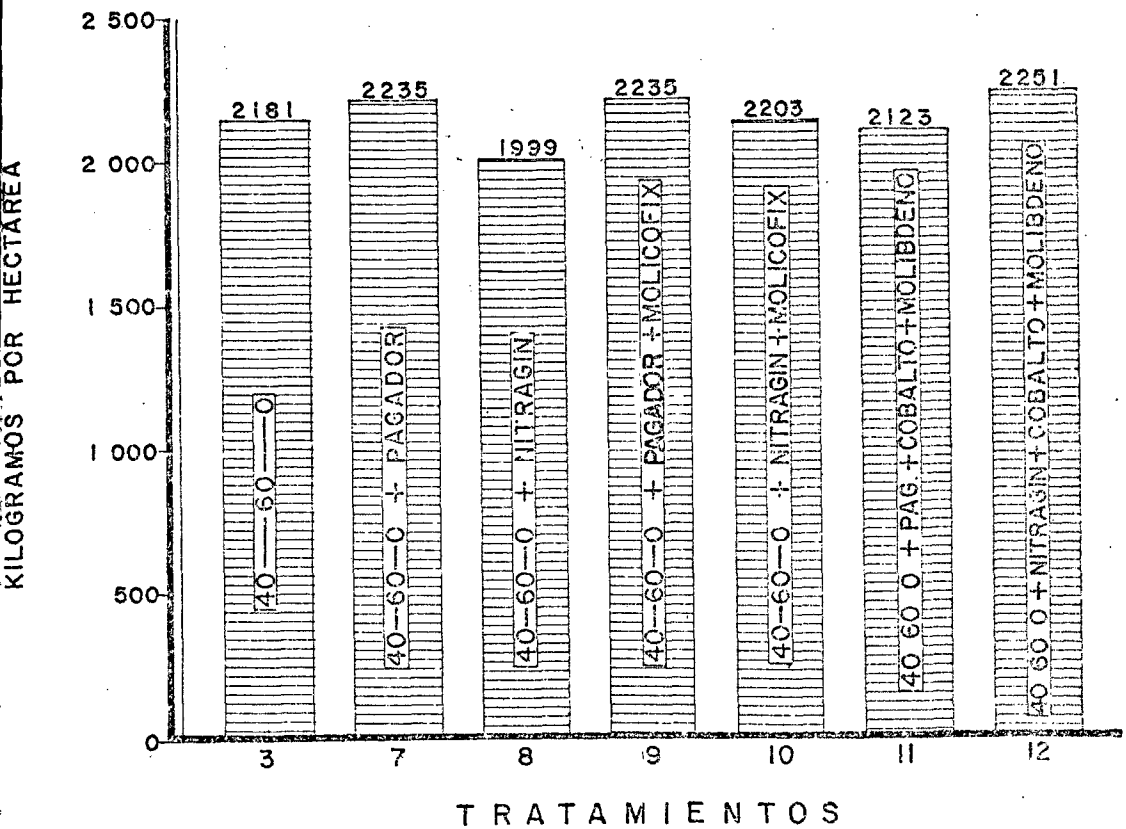


FIG. 5

RENDIMIENTOS EN KILOGRAMOS DE FRIJOL POR HECTAREA OBTENIDOS CON CINCO TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION EN DONDE SE INCLUYEN LOS ELEMENTOS MENORES (ZINC, BORO Y MANGANESO).

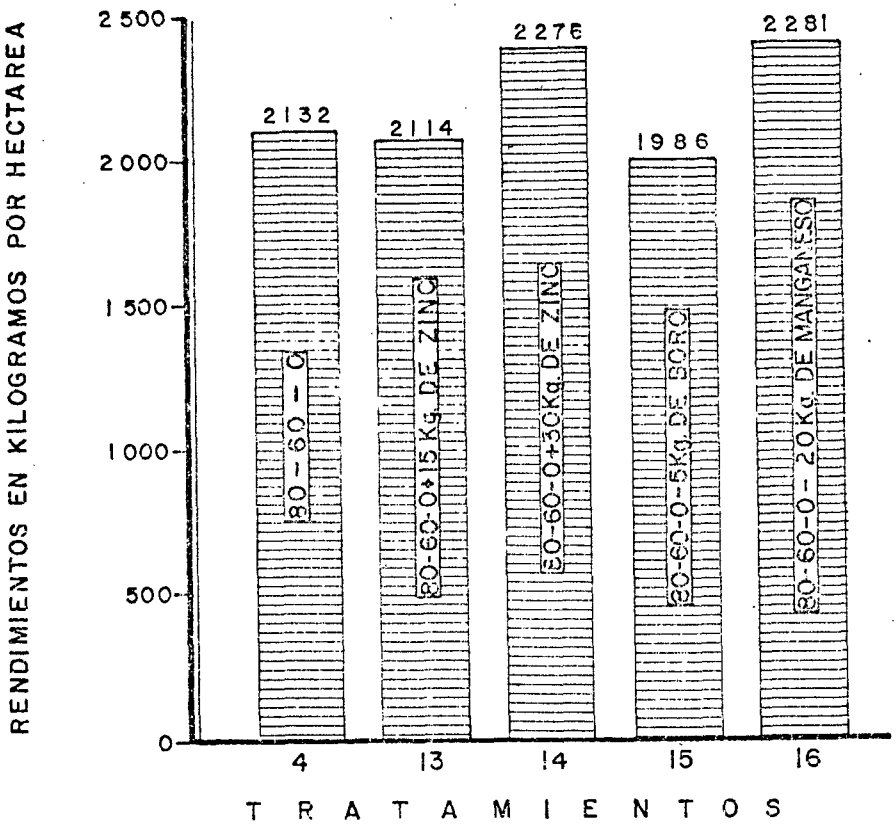


FIG.6

V.- C O N C L U S I O N E S.

1.- Se encontró un efecto de fósforo, por lo tanto, este elemento es necesario en la producción de frijol. Se corrobora también, que la dosis de 60 kilogramos de fósforo por hectárea es la adecuada y debe seguirse recomendando.

2.- Para las condiciones en que se llevó a cabo el experimento, se corroboró que el nitrógeno es necesario para el cultivo del frijol, habiéndose encontrado que 40.4 kilogramos de nitrógeno satisfacen los requerimientos de esta leguminosa al coincidir con el máximo rendimiento.

3.- Cuando no se usa nitrógeno no existe ningún efecto de los inoculantes.

4.- Los incrementos obtenidos en el rendimiento cuando se usaron los inoculantes en interacción con el nitrógeno y fósforo fueron muy pequeños, por lo que la prueba estadística no permite consideraciones económicas.

Se sugiere que para estudios posteriores, en donde se quiera estudiar el efecto de los inoculantes acompañados con fertilizantes químicos, se efectúen utilizando suelo de la región, en condiciones de invernadero. Esto es indispensable porque permitirá establecer las causas que motivaron los bajos incrementos en el rendimiento. Consecuentemente si no hay un efecto en producción de grano por lo menos se obtendrán resultados de nodulación.

Se recomienda que la muestra sea tratada con sumo cuidado -- para que no se lleguen a afectar las bacterias supuestamente- establecidas en el área problema.

En el presente trabajo no se justifica el uso de inoculantes -- para la zona de estudio.

5.- No hubo amplia respuesta del Molicofix como para que se -- justifique el uso de este producto. En este estudio se logró- un máximo rendimiento cuando se aplicó, siguiendo la metodo- logía descrita en el Capítulo III, el Molibdeno y Cobalto en - forma de sales inorgánicas.

6.- Los tratamientos que incluyeron a los elementos menores Zinc y Manganeso, arrojaron incrementos que fueron superiores en- rendimiento a los obtenidos en cualquiera de los tratamientos- estudiados con inoculantes y Molicofix, por lo que se corrobo- ra las recomendaciones preliminares dadas por el Programa de - Suelos del CIAB, recomendándose el uso de estos elementos co- mo un tratamiento adicional para la zona de estudio.

Se sugiere que para futuros trabajos se estudien los niveles - de zinc y Manganeso en combinación, y estos se lleven a ca- bo directamente en el campo debido a que en el manejo de las muestras del suelo se pueden liberar estos elementos.

7.- El Boro, en la cantidad aplicada al cultivo, resultó tóxico, por lo que se considera que la existencia de este elemento en el - suelo satisface los requerimientos de la planta.

8.- Se recomienda la fórmula 40.4-60-0 zinc y manganeso, en la dosis que recomiende el Programa de Suelos del -- Centro de Investigaciones Agrícolas de El Bajío, para aplicarse al cultivo de frijol en la superficie que comprende el área de influencia del Estudio Experimental (Figura No.7).

ESTADO DE GUANAJUATO.

Localizacion del area de influencia del estudio.

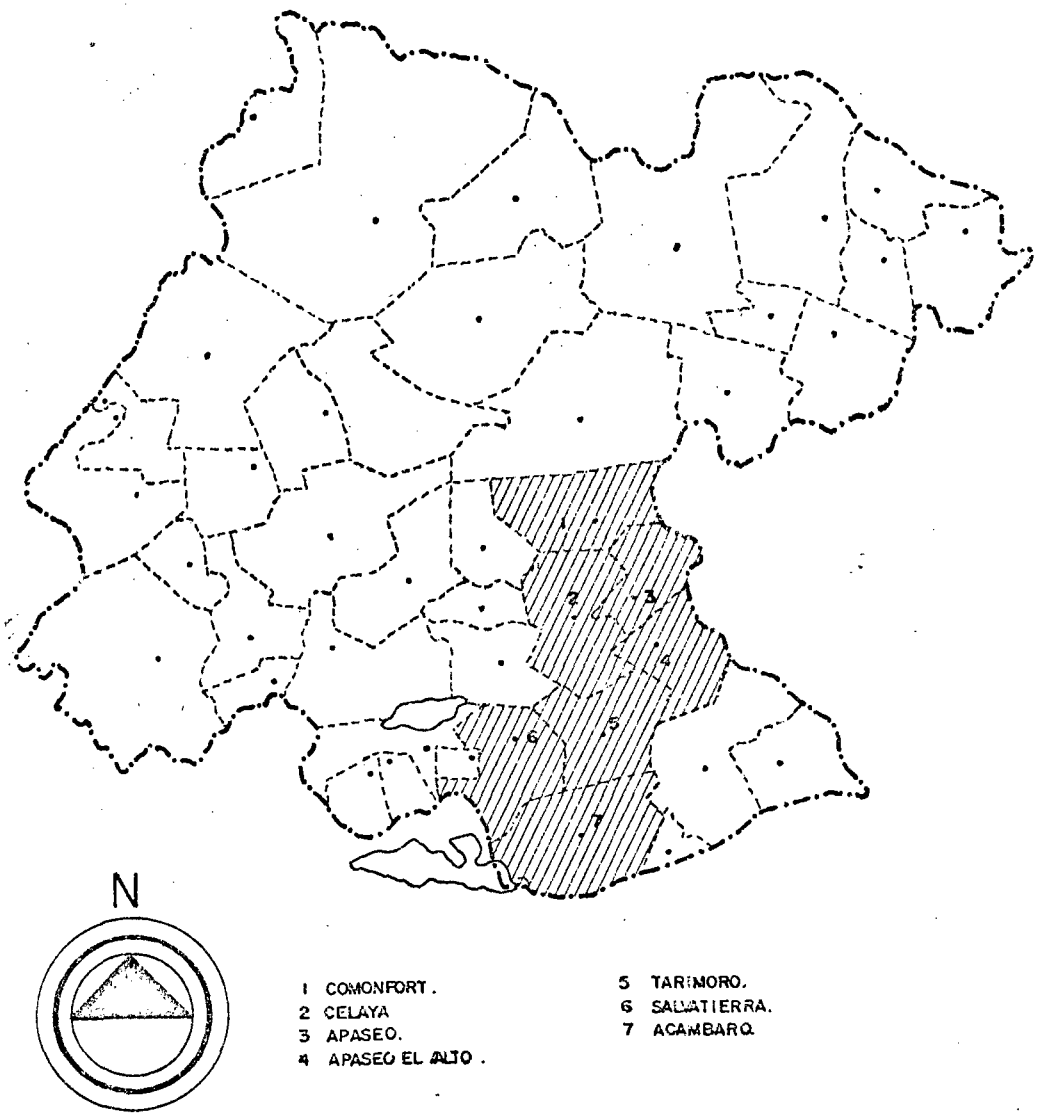


FIG. 7.

VI.- B I B L I O G R A F I A .

1.- LOPEZ GARCIA, HECTOR (1970). Aumente sus Rendimientos en - Frijol. Circular CIAS No. 5 Segunda Edición.

2.- OVIEDO LOPEZ, JUAN (1971 y 1972). Informe Anual del Programa de Leguminosas Comestibles. Centro de Investigaciones Agrícolas del Noreste. (Inédito).

3.- CRISPIN MEDINA, ALFONSO (1973). Informe del Departamento de Leguminosas Comestibles. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Chapingo, México.

4.- GUERRERO LOZANO, MA. EUGENIA (1963). Nodulación y Simbiosis entre Rhizobium sp. y Algunas Leguminosas. Tesis Profesional. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. Páginas 1-6

5.- MARCO BARO, LORENZO(1963). Manual de Tierras y Fertilizantes Barcelona, España. Páginas 76-85

6.- SCHARRER KARL (1960). Química Agrícola. Nutrición de las Plantas. Suelos y Fertilizantes. Manuales UTEHA No. 19 Tomo 1 páginas - 46-50 .

7.- L. THOMPSON, M. (1965) El Suelo y su Fertilidad. Editorial Reverté 3a. Edición . Pags 297-312

8.- DOMINGUEZ VIVANCOS, ALFONSO (1973) Abonos Minerales. Ministerio de Agricultura. Madrid. Pags. 161-173

9.- JACOB A. y VEXKULL H. (1966) Nutrición y Abonado de los Cultivos Tropicales y Subtropicales. Pags. 59-64

10.- ALCALDE B. SALVADOR (1971). La Acción Específica e Importancia de los distintos Nutrimentos. Apuntes Mimeogra-fiados. Colegio de Postgraduados-Rama de Suelos. Chapingo, México.

11.- PUENTE BERUMEN, J. ARMANDO (1962). Importantes Datos sobre los Elementos Menores en la Fertilidad de losSuelos. Programa de Suelos del Campo Agrícola Experimental de La Laguna.

12.- L. TISDALE S. y L. NELSON W. (1970). Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Editorial Montaner y Simón, S.A.. Barcelona. -- Pags. 310-382

13.- J. SHAW EARLE (1956). Manual de Fertilizantes. Soil Improvement Committee. California Fertilizer Association Sacramento, California. Ediciones Gaceta Agrícola 1973.

14.- D. CHAPMAN HOMER (1973). Diagnostic Criteria for Plants and Soils. Departamente of soils and Plant Nutrition, University of California. Citrus Research Center an Agricultural. Experiment Station, Riverside. Riverside, California.

15.- COREY (1969). Química de los Elementos Menores Apuntes Mimeografiados. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

16.- G. NORMAN A. (1971) The Soybean. Academic Press. New - York. Pag. 239.

17.- MIRANDA C., SALVADOR (1966) Mejoramiento del Frijol en -- México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Chapingo, México. Pags. 5-7

18.- SANCHEZ PRECIADO, SANTIAGO (1972). Informe Anual del Programa de Leguminosas Comestibles. Centro de Investigaciones Agrícolas de El Bajío. Roque, Guanajuato. (Inédito).

19.- RODRIGUEZ GONZALEZ HORACIO, SARMIENTO GONZALEZ RUGIERO y VAZQUEZ PALACIOS, LUCIANO. (1971). Informe Anual del - Programade Suelos. Centro de Investigaciones Agrícolas de El-Bajío. Roque, Guanajuato. (Inédito).

20.- S.A.G. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (1968) Adelantos de la Ciencia Agrícola en México, Chapingo, México.

21.- MATABUENA LOPEZ", R. (1965) Estudio Físico de la Zona Oeste de El Bajío. Tesis Profesional. Instituto Politécnico Nacional- México. Pag. 7-9.

22.- CONTRERAS ARIAS, ALFONSO (1949) Mapa de las Provincias - Climatológicas de la República Mexicana, S.A.F.

23.- CASTILLO CARLOS, MANUEL (1956) La Economía Agrícola en la- Región de El Bajío. Problemas Agrícolas e Industriales de México. Vol. VIII Nums. 3-4. México, pp. 8-10

24.- I.N.I.A. (1973) El Cultivo de Frijol en México. Chapingo, México.