

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTUDIO DEL ABONAMIENTO Y DENSIDAD DE SIEMBRA DEL
CULTIVO DEL FRIJOL. (Phaseolus vulgaris L.)

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por:

PORFIRIO NICOLAS MASAYA SANCHEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA DE INGENIERO AGRONOMO

Guatemala, Diciembre, 1968

01
T(141)
C.3

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA

DECANO: ING. AGR. RENE CASTAÑEDA PAZ
VOCAL 1o.: ING. AGR. MARIO A. MARTINEZ
VOCAL 2o.: ING. AGR. ANTONIO SANDOVAL
VOCAL 3o.: LIC. FERNANDO TIRADO BARRIOS
VOCAL 4o.: BR. HUGO FONT
VOCAL 5o.: BR. FRANCISCO VALLEJO
SECRETARIO: ING. AGR. FERNANDO LUNA

JURADO QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: ING. AGR. EDUARDO D. GOYZUETA
SECRETARIO: ING. AGR. CARLOS ALDANA
EXAMINADOR: ING. AGR. HECTOR MURGA G.
EXAMINADOR: ING. AGR. MARIO MOLINA LLARDEN
EXAMINADOR: ING. AGR. MARCO TULIO URIZAR

DEDICO ESTE ACTO

A LA DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y
EXTENSION AGRICOLA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DEDICO ESTA TESIS

A MI MADRE

A LA MEMORIA DE MI PADRE

A MI ESPOSA

I N D I C E

	Página
AGRADECIMIENTO	i
I. INTRODUCCION	ii
II. REVISION DE LITERATURA	1
III. MATERIALES Y METODOS	17
IV. RESULTADOS	28
V. DISCUSION DE RESULTADOS	52
VI. CONCLUSIONES	66
VII. BIBLIOGRAFIA	70

RECONOCIMIENTOS

El presente trabajo se llevó a cabo como parte de los estudios que realiza la Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola del Ministerio de Agricultura.

Para la realización de los ensayos sobre épocas y forma de fertilización se contó con la cooperación del Instituto Nacional de Energía Nuclear.

Para éstas dos instituciones el autor desea expresar sus agradecimientos pues sin la ayuda prestada no hubiera sido posible realizar éste trabajo de tesis.

También desea expresar sus reconocimientos a los Ingenieros Agrónomos: Antonio Sandoval y Edgar Ibarra por su valiosa ayuda y asesoramiento.

I. INTRODUCCION

Hoy, en 1,968, la agricultura sigue siendo la principal actividad de la humanidad. A excepción de la energía nuclear y la energía de las corrientes de agua, la humanidad depende de las plantas para su supervivencia en una u otra forma.

En los trópicos, los cereales y granos proporcionan la mayoría de los carbohidratos y son además la fuente de proteínas más barata.

En Guatemala, esta situación tiende a hacerse más importante cada día, en virtud del ritmo de aumento de población. Este es uno de los más altos en los países en desarrollo.

La provisión de alimentos y el desarrollo del sector agrícola deberán tener la atención de los gobernantes con mayor intensidad en los años venideros.

Por ello, este trabajo tiene como objetivo contribuir al estudio del abonamiento del cultivo que ocupa el segundo lugar en importancia para la alimentación de la mayoría de los guatemaltecos.

Se considera que el uso de fertilizantes, puede contribuir decisivamente al aumento de la provisión de alimentos para la humanidad.

II. REVISION DE LITERATURA.

2.1 La Agricultura de Guatemala.

La fisiografía del territorio guatemalteco es accidentada. De la combinación de latitud y altura, resulta una gran variedad de climas que difícilmente se encuentra en otra parte del mundo en una extensión similar. Situada entre los 14 y los 18° de latitud norte, se encuentra en la faja tropical. Limitada en sus costas por dos océanos que actúan como moderadores de la temperatura, está exenta de condiciones extremas en este aspecto.

En una gran parte del territorio nacional, se pueden distinguir dos estaciones bien definidas; una lluviosa, que se inicia generalmente en Mayo y finaliza en Octubre, y otra estación seca durante los restantes meses del año.

Casi todos los cultivos conocidos por el hombre pueden ser sembrados en Guatemala. Estas condiciones han hecho que la agricultura de Guatemala se pueda considerar potencialmente autosuficiente.

Lo anterior y la estructura social del país, heredada desde la época colonial han producido una agricultura tradicionalista. LeBeau, en una monografía realizada en 1,956 (1) distingue dos sectores dentro de la actividad agrícola del país. Un sector que produce cosechas para el mercado exterior integrado por pocos terratenientes que explotan las tierras de mayor potencial productivo.

Un segundo sector, integrado por la mayoría de la población rural que produce principalmente maíz y frijol, que son autoconsumidos. Este grupo de agricultores se encuentra típicamente localizado en el altiplano del país. Se caracteriza por explotar las tie

rras de menor potencial productivo, y porque durante una época del año emigra hacia las plantaciones de café y algodón existentes en las llanuras costeras del Pacífico, en busca de dinero a través de jornales.

De esta situación se ha originado el nombre de agricultura de subsistencia que erróneamente se le dá, pues al producto de las cosechas obtenidas en las tierras del altiplano no se puede considerar suficiente para subsistir.

Existe un sistema intermedio constituido por la agricultura de oriente*. Aunque los cultivos establecidos, siguen siendo maíz y frijol principalmente, las cosechas levantadas son vendidas en buen porcentaje y enviadas a centros de consumo que se localizan en la capital del país y otros centros urbanos.

Aunque existen explotaciones ganaderas y plantaciones extensivas en las costas del Pacífico y el Atlántico, no puede decirse que éstas constituyan una agricultura desarrollada como ~~com~~ existente en América del Norte y Europa.

Si bien es cierto, que en dichas plantaciones se ha introducido en cierto grado la mecanización, el uso de fertilizantes, insecticidas y otros productos químicos, no se ha modificado el sistema fundamental de obtener utilidades de la explotación de una finca sin reinvertir en ella las mismas. En un grado considerable éste tipo de agricultura es dirigida por hombres de empresa, más bien que agricultores y muchos de ellos no residen habitualmente en la finca.

De aquí resultan barreras de índole social y física, que impiden la adopción de métodos de cultivo

* Incluye los Departamentos de Jalapa, Zacapa, Jutiapa, Chiquimula, Progreso y Santa Rosa.

nuevos y en general una transformación hacia una agricultura tecnificada.

En algunas regiones es corriente el sistema de talar los bosques existentes y sembrar en éstas tierras un año o dos, para luego abandonar ésta área pasando a talar otras contiguas.

Los sistemas de conservación y mercadeo de los productos agrícolas están ideados para una agricultura de autoconsumo, es decir que las cosechas son consumidas por la familia que las produjo. En estas condiciones un ligero exceso o defecto en la producción de un año produce problemas serios.

Dentro de éste cuadro general la producción de cultivos alimenticios básicos aparece como la menos desarrollada.

El cultivo del maíz, frijol y otros tienen como común denominador un costo en dinero efectivo muy bajo por unidad de superficie e igualmente rend. muy bajos.
(1) (2) (3) (4) (5).

2.2 La Producción Nacional de Frijol.

Dentro del cuadro que hemos descrito para la producción de cultivos alimenticios básicos, la producción de frijol en el país es las más de las veces realizada con carácter de cultivo secundario.

Según las cifras estadísticas obtenibles, el 73% de la superficie cosechada de frijol en el país, - durante el año agrícola 1966 - 67, lo fué en forma asociada con maíz ya sea que se siembre más o menos al mismo tiempo en que el maíz está creciendo o bien cuando éste está en su etapa de maduración. (5)

Por otra parte, su cultivo se realiza en terrenos que en un gran porcentaje son inadecuados para cultivo anual, o bien han sido manejados en una forma que produce su empobrecimiento. De aquí que los ren-

dimientos obtenidos están muy por debajo de los que es posible obtener. (1) (4) (6).

Durante el período comprendido entre los años 1950 y 1966 los rendimientos unitarios han experimentado en la República un aumento de 18% según se -- puede ver en el cuadro No. 1.

Dicho aumento puede entenderse como de un -- poco más del 1% anual y es inferior al de aumento de población, de 3.2% (7). Durante el mismo período la superficie total cosechada ha aumentado un 67% con relación a la existente en 1950 y la producción total un 96% (5) (8).

Puede verse que las necesidades crecientes en el consumo se han cubierto con el aumento del área bajo cultivo.

El frijol se cultiva en toda la República. La mayoría de las Variedades y tipos de que se cultivan, pertenecen a la especie Phaseolus vulgaris L.; también se cultivan variedades de las especies Ph. coccineus, lunatus y acutifolius. Un gran número de estas variedades, son afectadas por enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus. (4).

La fluctuación que presente esta cosecha en los centros de consumo es acentuada. (3). Esto se debe a la falta de un mecanismo de regulación de precios, de alcance nacional. Esta fluctuación de precios también es notoria de un año a otro, existiendo una tendencia cíclica que se traslada a los volúmenes de producción de cada año. Generalmente un año con cosechas escasas produce alza en los precios y esto a su vez una alza en la superficie sembrada al siguiente año.

CUADRO NO. 1

RENDIMIENTOS UNITARIOS EN EL
PAIS FRIJOL SOLO Y ASOCIADO

REGION	RENDIMIENTOS PROMEDIO EN QUINTALES POR MANZANA.		
	1 9 5 0	1 9 6 5	1 9 6 6
Guatemala, Sacate- péquez, Chimaltenan- go.	3.22	3.4	5.4
Escuintla, Suchitepé- quez, Retalhuleu.	8.61	6.9	10.1
San Marcos, Quezalte- nango.	2.76	1.4	3.8
Totonicapán, Sololá	3.28	4.9	4.7
Huehuetenango, Qui- ché.	2.93	2.5	1.6
Petén, Alta Verapaz e Izabal.	9.60	11.1	8.4
Baja Verapaz, Progre- so, Zacapa.	6.06	6.8	6.3
Jalapa, Chiquimula	5.87	6.9	6.0
Santa Rosa, Jutiapa	7.13	8.0	8.7
T O T A L: - - - - -	4.64	5.3	5.5

Fuente: Contribución estadística al estudio del frijol, 1952. Primera Encuesta Agropecuaria, 1966. Segunda Encuesta Agropecuaria, 1967. Dirección General de Estadística.

Debido a los riesgos que implica la producción en estas condiciones los bancos generalmente se muestran recelosos para conceder créditos para el cultivo.

De acuerdo a los estudios de Bressani se sabe que esta leguminosa proporciona en Guatemala el 8% de los carbohidratos y el 16% de las proteínas consumidas en las áreas rurales y que el consumo por persona al día es de 58 gramos en las mismas áreas.

Juntamente con el maíz y arroz proporcionan el 74% y 66% de los carbohidratos y proteínas consumidas en las áreas rurales. De acuerdo a estos estudios la proteína de frijol es deficiente en Metionina.

El contenido promedio de proteína de las variedades usadas en Guatemala es de 23% aunque la digestibilidad de la proteína es baja; 64% de la de la leche. (9) (10) (11).

Aunque la población del país no aumentara al ritmo en que lo hace, es necesario proveer una mayor disponibilidad de alimentos, principalmente en las áreas rurales.

Siendo la deficiencia protéica la más importante en los problemas nutricionales de Guatemala, debería ponerse atención a la importancia del frijol como fuente de proteína.

Esta leguminosa complementa a los cereales especialmente maíz en su contenido de aminoácidos esenciales. El consumo diario de 58 gramos por persona, hace necesario obtener una producción de por lo menos 2 millones de quintales cada año.

Además, siendo el cultivo fuente de ingresos del sector agrícola que ha experimentado una contracción económica, el incremento de los rendimientos unitarios y de los ingresos de éste sector se hace necesario. (2) (3).

El uso de fertilizantes en opinión de la ma-

yoría de autores es la manera más inmediata y segura de incrementar rendimientos. (1) (3) (4) (12) (13).

2.3 Nivel de Abonamiento.

El frijol, (*Phaseolus vulgaris* L.) prospera en suelos de diferentes tipos, pero los más adecuados son los franco arcillosos y franco limosos. Puede -- sembrarse en suelos arenosos siempre que estén convenientemente abonados.

Los que mejor resultado dan son los que tengan abundante materia orgánica. Es esencial que el drenaje y áreación sean adecuados pues no subsiste en suelos anegados o mal aereados. Además el buen aereamiento favorece la fijación simbiótica de nitrógeno. (13).

Martini (15) reporta que la planta de frijol presenta un contenido alto en nitrógeno, mediano en - fósforo, potasio y calcio, bajo en magnesio y azufre, dando una relación N-P₂O₅-K₂O-S-Ca-Mg de 1-0.22-0.70-0.027-0.30-0.053.

Aunque el contenido de nitrógeno es alto, los requerimientos de la planta no lo son pues puede obtener nitrógeno del aire del suelo por simbiosis.

Bressani (11) realizó un estudio para explorar el efecto de la inoculación de la semilla con bacterias del género Rhyzobium como tratamiento fertilizante. Los resultados indican que no hay aumento en rendimiento de grano ni aumento de valor nutritivo.

En Europa y Estados Unidos, el frijol es - sembrado muchas veces asociado con otro cultivo. Generalmente sigue en las rotaciones a un cultivo bien abonado por lo que se deja sin abonamiento.

En E.U.A. cuando la fertilidad es insuficiente se aplican fórmulas 4:12:8 u 8:16:8, a razón de 200 a 400 kilos por hectárea. (14).

En Europa suele aplicarse fósforo al voleo únicamente. También suele aplicarse en banda niveles bajos de fósforo y potasio. La aplicación localizada mejora grandemente los rendimientos. (14)

En Centroamérica, se observan respuestas variables al nitrógeno, consistentes al fósforo y escasas al potasio, de acuerdo con Martini (15). Señala este autor que la respuesta variable a nitrógeno se debe a diferentes estados de fertilidad. En las zonas altas, si la materia orgánica es alta, la mineralización no rinde adecuado nitrógeno asimilable por una descomposición lenta por las bajas temperaturas.

En las zonas bajas, generalmente la materia orgánica falta debido a la rápida descomposición. En cuanto al fósforo, la capacidad de fijación como fosfato de aluminio, hierro, y calcio hace generalmente necesaria la fertilización.

El potasio se presenta en niveles adecuados en la mayoría de los casos, debido al origen volcánico de muchos suelos en Centroamérica. Sin embargo, Martini sostiene que cuanto más fósforo y nitrógeno se agregue en el abonamiento, más probabilidades habrá de encontrar respuesta al potasio.

De acuerdo con informes de laboratorio, de la Dirección de Investigación Agrícola en Guatemala, el 95% de las muestras de suelos de la República que se analizaron en 1,966, presentaron bajos niveles de nitrógeno, un 79% de muestras resultaron con niveles inadecuados de fósforo, y un 40% presentaron niveles bajos y medianos de potasio. (16).

Ortiz, (17) reporta ensayos realizados en el oriente de la República, en los que los resultados indican que una aplicación de 120 kilos por hectárea de nitrógeno y 40 de anhídrido fosfórico son suficientes para producir buenos rendimientos.

2.4 Densidad de Siembra - Nivel de Fertilización.

Un estudio general de los promedios de rendimiento en los distintos departamentos de la República, muestra grandes variaciones entre ellos.

En el cuadro No. 2 aparecen cifras de rendimiento para 9 regiones del país. De acuerdo a los métodos de cultivo, variedades usadas, sistemas agrícolas y condiciones ecológicas pueden establecerse en el país 2 regiones, importantes por su producción de frijol.

La zona del altiplano Centro Occidental, con 9 departamentos, en que se siembran unas 69,000 hectáreas al año y se cosechan once mil setecientas toneladas métricas es la primera región. En ella el rendimiento promedio que obtienen los agricultores es de - 250 kilogramos por hectárea.

La segunda zona es la Sur-Oriental en que son sembradas anualmente 65,000 hectáreas y se cosechan treinta y dos mil toneladas métricas.

En dicha región se cosechan como promedio - 480 kilogramos por hectárea. Estas diferencias en rendimiento que saltan a la vista se deben probablemente a los sistemas de siembra. En el altiplano se usan densidades tan bajas como 40,000 plantas por hectárea mientras que en los bajíos orientales se usan densidades más apropiadas. Esto se debe probablemente a que en las zonas del altiplano se usan en una gran parte variedades de hábito enredador que son sembradas al pie de las plantas de maíz en los promontorios que hacen al aporque del maíz.

Estudios llevados a cabo en otros países han dado como resultado, que hasta ciertos límites, el aumento de densidad aumenta los rendimientos con tendencia lineal.

Viera y otros (18) realizaron estudios sobre densidades en Minas Gerais y Sao Paulo Brasil. Aunque en el reporte no se presentaron datos del análisis es-

tadístico, los autores comunican que los datos muestran tendencia hacia una disminución de semillas colectadas a medida que se aumenta la densidad de siembra en el surco de 10 cms. hasta 2.5 cms. entre plantas. Mencionan sin embargo que el aumento de la densidad ayuda en el control de malezas, por cubrir las plantas mejor la superficie del suelo. Con la siembra de 2.5 cms. se llega incluso a economizar una limpia.

En estudios anteriores habían encontrado que la mejor distancia entre surcos es la de 40-50 cms.

Duarte y Orozco (19) informan de estudios sobre densidades de plantío realizados en Palmira, Colombia, con la variedad Diacol Colima. Sus trabajos experimentales indican que la distancia de 10 cms. entre plantas produce mejores rendimientos que la de 25 cms.; además indican que una población de 220,000 -- plantas por hectárea es superior a una de 88,000.

Miranda (20) realizó un estudio en Turrialba, Costa Rica, en 1963 comparando los rendimientos obtenidos con 3 variedades de diferentes hábitos de crecimiento. Encontró que hay un aumento consistente en el rendimiento al disminuir el espaciamiento entre hileras.

Presenta también datos de número de semillas por vaina, número de vainas por planta y peso de 100 semillas.

No encontró diferencias significativas en el número de semillas por vaina como consecuencia de la variación del espaciamiento entre hileras.

Encontró una variación de peso de la semilla debida a la disminución de la distancia entre hileras. Sin embargo, esta variación no tiene importancia práctica según el mismo autor.

Montealegre (21) realizó un estudio en la Estación Experimental Mario Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica, para variedades de guía, y en asocio con maíz.

CUADRO NO. 2.

SIEMBRA DE FRIJOL SOLO Y ASOCIADO AÑO AGRICOLA 1965-66

REGION	% Superficie		Rend.	
	Frijol sem--		Frijol Frijol	
	brado.Asoc.	solo *	Asoc.*	
Guatemala, Sacatepéquez y Chimaltenango.	67.50	5.9	2.1	
Escuintla, Suchitepéquez y Retalhuleu.	54.20	12.3	2.4	
San Marcos y Quezaltenango.	98.68	15.6	1.2	
Totonicapán y Sololá	73.28	5.9	4.6	
Huehuetenango y Quiché	96.82	14.5	2.1	
Petén, Alta Verapaz, e Izabal.	26.61	11.9	8.8	
Baja Verapaz, El Progreso y Zacapa.	5.78	7.9	4.0	
Jalapa y Chiquimula	52.09	8.6	5.3	
Jutiapa, Santa Rosa	82.35	9.9	7.6	
T O T A L: - - - - -	72.70	8.7	4.0	

* En quintales por manzana

Fuente: Dirección General de Estadística
Guatemala, 1967.

Concluye que en las condiciones del estudio la mejor densidad de siembra parece ser la de 50 kg. por hectárea sembrada a chorrillo y en surcos a un metro de separación.

Pinchinat (22) recomienda en términos generales que se usen de 30 a 60 kg. de semilla en surcos - distanciados de 40 a 60 cms. y colocando las semillas a una distancia entre 8 y 10 cms.

Crispín (23) en un resúmen de los avances lo grados en México recomienda densidades de siembra de - 30 a 35 kilogramos por hectárea para semillas pequeñas tipo Jamapa y un máximo de 60 kilogramos por hectárea para variedades de semillas grandes.

Cárdenas (24) presentó un resúmen de varios experimentos realizados en México. recomienda que las variedades arbustivas deben sembrarse a 40-60 cms. entre surcos y 5 - 10 cms. entre plantas. Añade que estas recomendaciones se ajustan a siembras en suelos de fertilidad media abonadas con una fórmula 20-40-0.6 - 40-40-0 en forma ligera.

Para variedades de hábito indeterminado recomienda 60-80 cms. entre surcos y 10-20 cms. entre - plantas; para cultivos en los trópicos se recomienda sembrar a 40 cms. entre hileras si se hacen las labores a mano y 60 cms. si se hacen las labores a máquina. En ambos casos se recomienda usar 10 cms. entre semi--llas.

No se tienen datos a mano sobre la respuesta relativa de las variedades comerciales existentes en - la actualidad hacia los fertilizantes.

Se supone que las densidades más altas responden mejor a las dósis altas de fertilización.

2.5 Epoca y Forma de Aplicación de Fósforo.

Malavolta, et. al. (25) calculando que en u-

na hectárea hay 3,000,000 Kg. de suelo arable y que el contenido promedio de fósforo en los suelos oscila alrededor del 0.1% concluyen que deben existir unos 3,000 kg. de fósforo total por hectárea. Esta cantidad es superior a las necesidades de cualquier cosecha.

La determinación del contenido total de fósforo en un suelo no permite estimar su capacidad de su-
plir este elemento a las cosechas.

Hace tiempo que es conocida la fijación del fósforo en los suelos. La mayoría de los autores concuerdan Black, (44) Kurtz, (28), Bear (27) Robinson - (26) Ignatieff y Page, (14), Malavolta (25) en relacionar la fijación del fósforo con el tipo de mineral de arcilla y con la reacción química del suelo, como consecuencia de las reacciones de los iones fosfato con los minerales del complejo arcilla humus y la formación de compuestos insolubles o lentamente solubles como fosfato de calcio en suelos alcalinos y fosfatos de aluminio y/o hierro en suelos ácidos. En general las arcillas que tienen relación sílice - sesquióxido baja, es decir relación ácido base baja, absorben aniones más fácilmente que aquellos con una relación alta (26).

Hay evidencia experimental de que la fijación de fosfato en minerales de arcilla puede deberse a la formación de fosfato de aluminio insoluble, formado con Al procedente de látice del mineral de arcilla, que sustituye el H en los puntos de absorción (Samarendra, 1961 (33)). En suelos alcalinos el aluminio así liberado, puede formar principalmente $AlOH$ lo que explica que el fenómeno de fijación sea más severo en los ácidos. Un efecto del encalado de los suelos es reducir la solubilidad del hierro y el aluminio en el suelo, haciendo que el fosfato precipite como fosfato de calcio que es más soluble. Cuando se agrega fósforo durante varios años a un terreno, la fijación viene a ser menos importante. (33).

Por otra parte, una porción importante del fósforo total puede estar en forma orgánica. (28) (35).

Basak, et. al. describen un experimento para

estudiar los cambios de las diferentes fracciones de fósforo en los suelos, durante el ciclo de cultivo del arroz, en suelos de Bengala Occidental. Encontraron - que la saturación del suelo por el agua de inundación produce condiciones de reducción posiblemente debidas a anaerobiosis que determinan la liberación del fósforo unido a iones de aluminio y hierro, elevando el contenido de fósforo asimilable en el suelo. Encontraron también grandes cambios en las restantes fracciones, - del fósforo total. Concluyen que la inconsistencia de las respuestas del arroz a las adiciones de fósforo - puede deberse a diferencias en el contenido de humedad del suelo durante el ciclo de crecimiento. (35).

No se conoce completamente el mecanismo de - absorción del fósforo por las plantas. En todo caso no es un fenómeno sencillo como se suponía antes. Russell y Barber (34) revisando la literatura sobre el problema concluyen:

- a. Los iones pueden entrar en el espacio libre de los tejidos corticales de las raíces, aunque no se puede menospreciar o--tros procesos por los que pueden transportarse a través de la corteza.
- b. En algunos sitios externos al tejido vascular existen barreras que impiden el movimiento de iones, las cuáles bajo ciertas condiciones pueden determinar una alta concentración de iones dentro de los haces vasculares, en comparación con el medio ambiente.
- c. El movimiento de iones a través de estas barreras bajo ciertas condiciones, dependen del uso de energía metabólica.
- d. Algunos pasos del proceso completo del - traslado de iones desde las raíces hasta los ápices de las ramas se pueden acelerar aumentando el ritmo de transpiración.

Estudios recientes, Torii K. et. al. (36) y Ulrich y Laties (37) con ayuda de radioisotopos confirman la existencia de más de un proceso de absorción de los iones al nivel celular.

La naturaleza hiperbólica de la absorción de iones ha hecho pensar en la existencia de un compuesto transportador a través del tonoplasto de las células - vegetales.

Hay poca información sobre el efecto de la edad de la planta al momento de hacer la aplicación - del fertilizante-fosfatado en la absorción de fósforo y el rendimiento.

Dean y Fried (38) presentan gráficos obtenidos por Grizzard et. al. 1942 y Hawkins 1946 que muestran la absorción de fósforo por papa y tabaco obtenidas por análisis de muestras de la planta a diferentes edades.

La absorción de fósforo presenta estrecha relación con el ritmo de crecimiento, Williams citado por Dean y Fried hace notar que incrementando la concentración de fósforo en el medio de cultivo se reduce el -- tiempo necesario para alcanzar la máxima absorción.

Diversos investigadores (38, 39, 40, 41, 42) han encontrado que durante la primera etapa de crecimiento la planta absorbe más fósforo del fertilizante que del suelo. Esta situación se invierte durante la etapa final de crecimiento debido a que el mayor desarrollo de las raíces permite a la planta obtener nutrimientos de un volúmen mayor del suelo.

Trabajos efectuados por distintos investigadores no permiten obtener conclusiones generales y definitivas, encontrándose algunas veces resultados contradictorios. Es de hacer notar que las prácticas a - las que se somete el cultivo bajo investigación, el tipo de suelo, las condiciones climáticas y la especie - cultivada influyen en la absorción de nutrimentos.

Vega, et.al. (38) estudiando la absorción de

fósforo por la cebada, (*Hordeum vulgare*), en suelos de clima frío de Colombia con un pH 4.6 y textura arcillosa, encontraron una mayor producción de materia seca - después de los 60 días cuando el fertilizante fué aplicado en banda en comparación al voleo. Lo mismo sucedió en la absorción de fósforo total. La absorción de fósforo proveniente del fertilizante fué mayor en la aplicación en banda que en la aplicación al voleo, siendo esto más notorio a los 30 días y registrándose una tendencia de la proporción de fósforo proveniente del fertilizante y del suelo a igualarse a los 90 días de edad. Comparando el rendimiento de materia seca y la absorción de fósforo del testigo y las aplicaciones en banda, se encontró que mientras la concentración de fósforo pasó de una relación en banda-testigo de 4 a 2, el rendimiento de materia seca varió de una relación 2 a 4.

Mellado y Caballero, 1965 (40) utilizaron P-32 para estudiar la fertilización del olivo (*Olea Europea*) y encontraron que la absorción de fósforo del fertilizante es tanto mayor cuanto más cerca del tallo del árbol es colocado el fertilizante; determinaron, además que la colocación del fertilizante enterrado a 25 cms. bajo la superficie del suelo provoca una mayor absorción de fósforo en comparación con la aplicación superficial. Asimismo encontraron que la fijación de fósforo es más intensa si se coloca el fertilizante en un rectángulo en cuyo centro queda el tronco del árbol, que si se coloca el abono en dos bandas paralelas.

En otra serie de experiencias, encontraron una disminución de la absorción de fósforo del fertilizante al adicionar nitrógeno. Sin embargo, la absorción fué mayor cuando se adicionó nitrógeno, conjuntamente con potasio y magnesio.

Ahmed, et. al. (41) encontraron en experiencias con arroz, en tierras bajas de Pakistán Occidental, que la aplicación de superfosfato al voleo produjo mayor absorción y peso en plantas analizadas a diferentes edades. La aplicación de superfosfato en banda produjo una mayor absorción durante los primeros días, decreciendo sensiblemente más tarde. No encontraron diferencias en la absorción de fósforo, rendimiento de

materia seca, de semilla o de paja debida a la aplicación en diferentes épocas.

Ozbek y Aydeniz (42) han encontrado que la absorción de fósforo es mayor a un pH 7.0 que a un pH más bajo y que la absorción de fósforo del fertilizante durante los primeros días de crecimiento de la planta, registrada en varios trabajos, es válida para suelos con un pH de 4.7 a 8.7.

III. MATERIALES Y METODOS:

Durante 1966 se concluyó un ensayo en condiciones de invernadero para investigar el efecto de la época y forma de aplicación de fertilizante fosforado en la absorción de fósforo.;

Durante 1967 se realizó 19 experimentos en 2 regiones del país que son importantes por su producción de frijol, Jalpatagua y Chimaltenango.

Estos ensayos abarcaron 3 aspectos del abono: a) efecto de varias combinaciones de niveles de nitrógeno y fósforo sobre el rendimiento de grano. b) efecto de la variación de cantidad de fertilizante y la densidad de siembra sobre el rendimiento de 8 variedades de frijol. c) efecto de la época y forma de aplicación de fertilizante sobre la absorción de fósforo.

Los ensayos correspondientes a Jalpatagua se sembraron en el campo experimental del mismo nombre situado a 4 kilómetros de la cabecera municipal y a 100 kilómetros de la ciudad de Guatemala.

Los suelos presentan una textura franco-arcillosa pH ligeramente ácido. Se encuentran agrupados en las clases misceláneas de suelos en el mapa de clasificación de Reconocimiento de la República. Son suelos aluviales con pedregosidad pronunciada, bien drenados, en relieve de plano a ondulado, y color pardo grisáceo.

El Valle se encuentra en la formación Bosque Subtropical Seco cayendo en el límite de esta clasificación y la formación tropical.

Los ensayos realizados en Chimaltenango fueron establecidos en la finca "Los Chayes" situada a corta distancia de la Estación Experimental Chimaltenango.

Los suelos en dicha región presentan textura franco arenosa pH. neutro a ligeramente ácido estando mapificados como suelos de la serie Tecpán en la clasificación de Reconocimiento de Suelos de la República, realizada por Simmons, Tárano y Pinto. Son suelos de color pardo o pardo rojizo formados sobre ceniza volcánica de color claro, profundos y bien drenados, sobre relieve casi plano.

La zonificación ecológica de L. Holdridge - clasificada la región como Bosque Subtropical Seco, estando en el límite entre esta formación y la de Bosque Montano Bajo Húmedo.

3.1 Efecto de Varios Niveles de Abonamiento con Nitrógeno y Fósforo en el Rendimiento de Grano.

Se sembraron 4 ensayos factoriales en la siguiente forma: Dos ensayos en siembra de primera establecidos en Jalpatagua y Chimaltenango, y 2 ensayos en siembra de segunda, en las mismas localidades.

En siembra de primera se probaron 3 niveles para cada elemento:

<u>N I V E L E S</u>			
Kilogramos por Hectárea			
		1	2
Nitrógeno	0	40	80
Fósforo	0	40	80

En siembra de segunda se usaron 3 niveles para Nitrógeno y 4 niveles para Fósforo.

	<u>Kilos por Hectárea</u>			
	0	1	2	3
Nitrógeno	0	45	90	
Fósforo	0	35	70	105

El ensayo de primera en Jalpatagua fué sembrado el 11 de Junio en el campo experimental Jalpatagua.

Los cuidados culturales fueron los acostumbrados para el cultivo siendo los mismos descritos en el estudio sobre densidades de siembra. La cosecha se efectuó cuando las vainas estaban secas, arrancando las plantas y el aporreo fué realizado en forma manual, según se usa en la región.

El ensayo No. 2 fué establecido en Chimalte-nango y sembrado el 21 de Junio de 1967 en terreno preparado previamente con arado y rastra.

Los cuidados culturales fueron los acostumbrados, similares a los descritos en el estudio sobre densidades.

La cosecha se realizó cuando las vainas estaban secas, arrancando las plantas a mano y efectuando la trilla en forma mecánica.

El ensayo No. 3 fué establecido en Jalpatagua en siembra de segunda. Se sembró el 8 de Septiembre de 1967, en terreno preparado con arado y rastra de discos.

El ensayo No. 4 fué establecido en Chimalte--nango en siembra de segunda en terreno preparado con arado y rastra de discos.

La siembra y cuidados culturales se realiza-

ron en la misma forma descrita en los anteriores ensayos.

3.2 Ensayos sobre Densidad de Siembra y Nivel de Fertilización en 8 Variedades.

Se condujeron 4 grupos de ensayos en la siguiente forma:

Un primer grupo en Jalpatagua, Jutiapa en siembra de primera. Un segundo grupo en siembra de segunda.

El tercero y cuarto grupos de ensayos se establecieron en Chimaltenango en siembras de primera y de segunda respectivamente.

El primer grupo fué formado por 4 experimentos similares en un arreglo factorial en bloques al azar.

La siembra se efectuó el 9 de Junio de 1967 en el campo experimental Jalpatagua.

La preparación se hizo con arado de discos y 2 pasadas de rastra tiradas por tractor. Preventivamente se aplicó Nirán G-10 en dosis equivalente a 17 kilogramos por hectárea.

La siembra se hizo a mano y se cubrió también a mano. La fertilización se hizo cuando las plantas tenían 20 centímetros de altura.

En cada ensayo se estableció una comparación de 46 variedades y 3 niveles de fertilizante a base de nitrógeno y fósforo. Las fuentes usadas fueron: Urea 46% para Nitrógeno y Superfosfato triple para el fósforo, con 45% de P_2O_5 .

TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION:

Nivel	1	:	30 Kg. por Ha. de N. y 35 Kg./Ha. P_2O_5
Nivel	2	:	60 Kg. por Ha. de N. y 70 Kg./Ha. P_2O_5
Nivel	3	:	90 Kg. por Ha. de N. y 105 Kg./Ha. P_2O_5

VARIEDADES:

1. Jamapa
2. Guate-IAN 6662
3. Rico
4. S-19-N.

Cada uno de los 4 ensayos se sembró a una densidad diferente usándose las densidades siguientes:

1. 45 cms. entre surcos 7.5 cms. entre plantas.
2. 60 cms. entre surcos y 10 cms. entre plantas.
3. 75 cms. entre surcos y 12.5 cms. entre plantas.
4. 90 cms. entre surcos y 15 cms. entre plantas.

Las labores culturales se realizaron en igual forma para los 4 ensayos y consistieron en limpias con azada y combate de insectos usando Sevin en dosis de 5 gramos por cada 3.78 litros de agua.

La cosecha se efectuó en forma manual, cuando las vainas estaban completamente secas, en los primeros días de Septiembre.

El segundo grupo de ensayos fué establecido en la misma localidad en siembra de segunda.

En este caso se usó un diseño de parcelas divididas con 4 réplicas.

Se adjudicaron las unidades a niveles y las sub-unidades a variedades.

Se efectuó la siembra el 7 de septiembre, regando la semilla a mano, y colocándola a la distancia prefijada para cada experimento. Se cubrió la semilla con azadón.

La fertilización se efectuó a los 12 días de la germinación. Las labores culturales consistieron en 2 limpiezas con azadón y 3 aspersiones usando Sevín en dosis de 5 gramos por 3.78 litros de agua.

La cosecha se realizó cuando las vainas estaban maduras en su totalidad a los 80 días después de la siembra.

En este segundo grupo de ensayos se usó fertilizante de fórmula compuesta 20-20-0 y los niveles probados fueron:

- | | | | |
|-------|---|---|--|
| Nivel | 1 | : | 40 Kg. por Ha. de Nitrógeno y 40 Kg. por Ha. de P_2O_5 . |
| Nivel | 2 | : | 80 Kg. por Ha. de Nitrógeno y 80 Kg. por Ha. de P_2O_5 . |
| Nivel | 3 | : | 120 Kg. por Ha. de Nitrógeno y 120 Kg. por Ha. de P_2O_5 . |

Se sembraron a las densidades que se mencionan en el grupo No. 1 y las variedades probadas fueron las mismas.

El grupo de experimento No. 3 fué establecido en Chimaltenango en siembra de primera.

Los tratamientos y variedades fueron arreglados en un diseño factorial en bloques al azar con 4 - repeticiones.

LAS VARIÉDADES PROBADAS FUERON:

1. Compuesto Chimalteco 1
2. 2465 - 29 - 6 VN.
3. 2465 - 26 - 9 VN.
4. IAN - 5091

Estas variedades fueron fertilizadas con los siguientes niveles:

1. 30 Kg. por Ha. de N. y 35 Kg./Ha. de P_2O_5 .
2. 60 Kg. por Ha. de N. y 70 Kg./Ha. de --
 P_2O_5 .
3. 90 Kg. Ha. de N. y 105 Kg./Ha. de P_2O_5 .

Se sembraron 3 experimentos con 3 diferentes densidades:

1. 45 cms. entre surcos y 7.5 cms. entre plantas equivalente a 290,000 plantas por hectárea.
2. 60 cms. entre surcos y 10.0 cms. entre plantas equivalente a 166,000 pl./Ha.
3. 75 cms. entre surcos y 12.5 cms. entre plantas equivalente a 106,000 plantas por Ha.

Como fuente de Nitrógeno se usó Urea con 46%

Como fuente de Fósforo se usó Superfosfato - triple con 45% de contenido de P_2O_5 .

Estos ensayos fueron sembrados el 15 de Junio de 1967. El terreno fué preparado con rastra ya que - anteriormente había sido arado.

Se trató preventivamente con Nirán G-10 en

dosis de 17 kilogramos por Ha. La siembra se efectuó a mano sobre surcos hechos con un marcador de puntas de hierro y la semilla fué cubierta con azadón.

Las labores culturales realizadas consistieron en 3 limpias con azadon y 2 aspersiones con Sevín en dosis de 5 gramos por 3.78 litros de agua.

La fertilización se hizo a un lado de las plantitas cuando estas tenían 15 días de edad. El a bono se regó a mano y luego fué cubierto con azadón.

El grupo de experimentos número 4 fué establecido también en Chimaltenango en siembra de 2a.

Se preparó el terreno con arado y rastra de discos.

La siembra se realizó a mano y sobre un surco cubierto con marcador de puntas.

La semilla fué cubierta con azadón. Cuando las plantas tenían 15 días de edad se aplicó el fertilizante en banda y al lado de las plantas.

Las variedades usadas y las densidades probadas fueron las mismas que en el grupo No. 3.

Los niveles de fertilización ensayados fueron:

- | | | | |
|-------|---|---|--|
| Nivel | 1 | : | 40 Kg. por Ha. de Nitrógeno y 40 Kg. por Ha. de P_2O_5 . |
| Nivel | 2 | : | 80 Kg. por Ha. de Nitrógeno y 80 Kg. por Ha. de P_2O_5 . |
| Nivel | 3 | : | 120 Kg. por Ha. de Nitrógeno y 120 Kg. por Ha. de P_2O_5 . |

Como fuente se usó fertilizante compuesto de fórmula 20-20-0.

Las labores culturales consistieron en 2 limpias con azadón y 2 aspersiones con Sevín en dosis de 5 gramos por 3.78 litros.

La cosecha se efectuó arrancando las plantas a mano y trillándolas a máquina.

Los granos se pesaron cuando estos tenían un contenido de 12% de humedad aproximadamente.

3.3 Ensayos sobre el Efecto de la Forma y Epoca de Aplicación de Superfosfato sobre la Absorción de Fósforo.

El primer experimento se efectuó bajo condiciones de invernadero de acuerdo con la siguiente técnica:

Se sembraron 4 semillas de frijol de la variedad local de Jalpatagua (Oriente de Guatemala) en macetas con 2 kilogramos de suelo cada una, a las cuáles se aplicó 0.3 gramos de superfosfato, marcado con P-32 con una actividad de 0.1 mCi por gramo de P_2O_5 .

Se usaron los siguientes tratamientos:

SUELOS:

Suelo procedente de Monjas, Jalapa
Suelo procedente de Jalpatagua, Jutiapa

EPOCA DE APLICACION:

Al momento de la siembra
A los 20 días de la siembra
A los 30 días de la siembra
A los 45 días de la siembra

FORMAS DE APLICACION

En banda
Incorporado

Estos tratamientos se arreglaron en todas las combinaciones posibles en un diseño de parcelas sub-sub divididas con 3 repeticiones.

La aplicación en banda se hizo colocando el fertilizante a 4 cms. de distancia de las plantas en - una zanja de 2 cms. de profundidad.

La aplicación incorporada se hizo mezclando todo el fertilizante correspondiente a cada maceta con los 5 cms. superiores de suelo. Todos los tratamientos se adicionaron con 100 mg. de Nitrógeno cuando las plantas comenzaban su desarrollo.

Los suelos empleados aparecen agrupados en el Mapa de Reconocimiento de Suelos de la República, como Suelos de Los Valles no diferenciados. El suelo de Monjas presentó un pH de 6.4 y el de Jalpatagua un pH de 6.7 determinado potenciométricamente con una mezcla de relación 2:1. Estos suelos están dedicados en la actualidad a cultivos de maíz, frijol y tabaco.

Se suministró la humedad adecuada a las plantas mediante riegos periódicos, según fuera necesario. Se cosechó toda la parte vegetativa aérea, incluyendo - hojas, tallos, y vainas a los 60 días de la siembra. - Después de lavadas, fueron secadas en estufa a 60°C y molidas. Se tomó un gramo del material proveniente de cada maceta y se sometió a análisis del fósforo total, según el método usado por la Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales de los Estados Unidos de América. - La solución obtenida fué usada para la determinación de la actividad del fósforo radioactivo en un contador Geiger Muller.

El segundo experimento se realizó en 1967 en el campo Experimental Jalpatagua para comprobar en con

diciones de campo, algunos de los resultados observados en condiciones de invernadero.

Para ello se planeó un ensayo en siembra de segunda que incluyó los tratamientos siguientes:

1. Aplicación a la Siembra en Banda.
2. Aplicación a la siembra incorporada con el suelo.
3. Aplicación a los 22 días de la siembra en banda.
4. Aplicación a los 44 días de la siembra en banda.

Estos tratamientos se arreglaron en un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones. Se utilizaron parcelas de 4 surcos de 5 metros de longitud espaciados a 60 cms. Como fuente de fertilizante se utilizó Urea con 46% de riqueza para Nitrógeno y Superfosfato doble con 45% de anhídrido fosfórico para el fósforo.

En cada parcela se escogió un surco central en el que se fertilizó 2 plantas con superfosfato marcado con 0.2 milicuries de actividad de fósforo 32 por cada gramo de P_2O_5 .

La aplicación de Nitrógeno y Fósforo se hizo al mismo tiempo. Se utilizó un nivel de fertilización de 50 kilogramos por hectárea de Nitrógeno y 50 kilogramos por Ha. de anhídrido fosfórico.

Para el tratamiento a la siembra en banda se aplicó el fertilizante en una banda angosta a un lado del surco en que fueron colocadas las semillas.

Para el tratamiento a la siembra incorporado se mezcló con azadón el fertilizante con el suelo en los 10 cms. superiores.

En los tratamientos de aplicación después de la siembra, se colocó el fertilizante en bandas paralelas a la hilera de plantas y a 5 cms. de distancia de éstas.

La aplicación en todos los casos se hizo a mano. Se aplicó a las parcelas experimentales las labores culturales acostumbradas.

2 limpias con azadon. Aspersión de insecticidas para contrarrestar las plagas más comunes.

Cuando las plantas estaban en su formación de vainas se tomaron muestras para determinar la radioactividad del fósforo 32 procedente del fertilizante.

No se determinó el fósforo total porque en este se encuentran unidos el fósforo de suelo y el fósforo del fertilizante no marcado que se aplicó a las plantas vecinas.

Se determinó la producción de materia seca en el follaje y tallo de las plantas colectadas.

Cuando las plantas llegaron a su maduración se colectó la semilla y se pesó para obtener el rendimiento.

Se hizo un recuento de población de todas las parcelas.

De cada tratamiento en las plantas colectadas se tomaron 2 gramos de materia seca y molida y se llevó a conteo en planchetas circulares.

Se usó un tubo Geiger y escalímetro para el conteo.

IV. RESULTADOS:

4.1 Ensayos sobre el Efecto de Varias Combinaciones de Niveles de Nitrógeno y Fósforo en el Rendimiento de Grano.

Primer Ensayo: Jalpatagua, Siembra de Primera. Rendimiento promedio en kilogramos por Ha.

Nitrógeno	Po.	P1.	P2.	Promedio
No.	963.52	956.23	843.01	927.59
N1.	986.95	1132.27	1231.75	1188.17
N2.	1088.52	1072.87	1244.25	1135.20
PROMEDIO	1084.18	1053.79	1113.00	

Se encontró que existe diferencias significativas a nivel de 5% para la aplicación de Nitrógeno. - El efecto principal de fósforo no produjo diferencias significativas. Tampoco fué significativa la interacción NP. El coeficiente de variación fué de 24.43%.

Segundo Ensayo: Chimaltenango. Siembra de Primera. - Rendimiento promedio en kilogramos por Ha.

Nitrógeno	Po.	P1.	P2.	Promedio
No.	1228.58	895.59	895.17	1006.87
N1.	1341.52	1320.26	966.44	1209.41
N2.	984.36	1120.64	1226.49	1110.50
PROMEDIO	1184.82	1112.58	1029.37	

No se encontró diferencias significativas para los efectos principales Nitrógeno y Fósforo. La interacción N. P. no fué significativa. El coeficiente de variación fué de 19.71%.

Tercer Ensayo: Jalpatagua. Siembra de Segunda. Rendimiento medio en kilogramos por hectárea.

=====					
Nitrógeno	Po.	Pl.	P2.	P3.	Promedio
No.	808.49	806.41	883.51	902.26	850.17
N1.	787.65	858.50	889.76	904.34	860.06
N2	946.02	862.67	818.91	1010.62	909.56
PROMEDIO	847.38	842.53	864.06	939.08	

No se encontró diferencias significativas en rendimientos, debidas a la aplicación de nitrógeno o - fósforo. La interacción NP no fué significativa. El coeficiente de variación fué de 20.29%.

Cuarto Ensayo: Chimaltenango. Siembra de Segunda. Rendimiento medio en kilogramos por hectárea.

=====					
Nitrógeno	Po.	Pl.	P2.	P3.	Promedio
No.	500.10	562.61	579.28	510.52	538.13
N1.	548.03	562.61	620.95	593.87	581.36
N2.	583.45	654.30	558.44	500.10	574.07
PROMEDIO	543.90	593.17	586.23	534.83	

No se encontró diferencias significativas para el rendimiento al variar la dosis de nitrógeno o - fósforo. La interacción NP no fué significativa. El coeficiente de variación fué de 20.00%.

4.2 Rendimiento de 8 variedades de Grano Negro con diferentes Niveles de Fertilización y Densidades de Siembra.

GRUPO NO. 1

Primer Experimento: 45 cms. entre hileras y 7.5 cms. entre plantas. Sembrado en Jalpatagua, en siembra de primera.

RENDIMIENTO PROMEDIO EN KILOGRAMOS POR HA.

VARIEDAD	NIVEL 1.	NIVEL 2.	NIVEL 3.	PROMEDIO.
Jamapa	1176.44	1334.83	990.36	1167.21
IAN 6662	1275.10	1650.14	1741.08	1562.10
Rico	1367.47	1082.03	1577.21	1308.90
S-19-N.	1538.32	1163.28	1879.31	1527.30
PROMEDIO	1339.33	1307.57	1546.99	

No se encontró diferencias significativas entre variedades ni entre niveles de fertilización.

El coeficiente de variación fué de 33%.

Segundo Experimento: Siembra a 60 cms. entre Surcos y 10 cms. entre plantas. Sembrados en Jalpatagua en Siembra de Primera.

RENDIMIENTO PROMEDIO EN KILOGRAMOS POR HA.

VARIEDAD	NIVEL 1.	NIVEL 2.	NIVEL 3.	PROMEDIO
Jamapa	1084.72	1090.45	1225.32	1133.49
IAN 6662	1200.85	1276.49	1374.78	1284.04
Rico	1109.72	1100.98	1332.07	1180.92
S-19-N	1031.60	1515.38	1141.53	1129.50
PROMEDIO	1106.72	1245.82	1268.42	

Para esta distancia de siembra no se encontró diferencias significativas en rendimiento debido a variedades, tampoco existieron diferencias signifivativas debidas a nivel de fertilización.

El coeficiente de variación fué de 26.86%

Tercer Experimento: Jalpatagua. Siembra de Primera.
Sembrado a 75 cms. entre surcos
y 12.5 cms. entre plantas.

RENDIMIENTO PROMEDIO EN KILOGRAMOS POR HA.

=====				
VARIEDAD	NIVEL 1.	NIVEL 2.	NIVEL 3.	PROMEDIO
Jamapa	925.60	722.23	750.14	799.32
IAN 6662	768.07	679.30	848.50	765.29
Rico	772.24	856.42	866.00	831.55
S-19-N	890.59	881.01	800.65	857.41
PROMEDIO	839.12	784.74	816.32	

Para esta distancia no se encontró diferencias significativas en rendimientos debidas a variedades o a nivel de fertilización.

El coeficiente de variación fué de 23.8%.

Cuarto Experimento: Jalpatagua. Siembra de Ira. Sembrado a 90 cms. entre surcos -- 15.0 entre plantas.

RENDIMIENTOS PROMEDIO EN KILOGRAMOS POR HA.

VARIEDAD	NIVEL 1.	NIVEL 2.	NIVEL 3.	PROMEDIO
Jamapa	470.52	644.49	457.75	524.25
IAN 6662	473.99	421.59	364.96	420.18
Rico	442.05	389.96	413.59	415.20
S-19-N.	762.21	532.33	466.01	586.85
PROMEDIO	537.19	497.09	425.56	

No se encontró diferencias significativas entre variedades al 5%.

No se encontró diferencias significativas en el rendimiento debidos a niveles. La interacción variedades por niveles no fué significativa.

El coeficiente de variación fué de 35.7%

Las variedades se agruparon por su rendimiento en la siguiente forma:

=====

RANGO	VARIEDAD	RENDIMIENTO KG./HA.
1	S-19-N.	586.85
2	Jamapa	531.75
3	IAN 6662	420.18
4	Rico	415.20

=====

Las medias que tienen la misma barra no difieren estadísticamente al nivel de 5%.

Analizando en conjunto los 4 experimentos - sembrados se pueden presentar los resultados siguientes:

Rendimientos promedios de las 4 variedades -
ensayadas en las 4 distancias de siembra. Kgs./Ha.

JALPATAGUA SIEMBRA DE PRIMERA

	290,000	167,000	106,000	74,000
VARIEDAD	Plantas/Ha.	Plantas/Ha.	Plantas/Ha.	Plantas/Ha.
Jamapa	1167.21	1133.49	799.32	524.05
IAN 6662	1562.10	1284.04	765.29	420.18
Rico	1308.90	1180.92	831.55	415.20
S-19-N.	1527.30	1129.50	857.41	586.85
PROMEDIO	1391.38	1181.99	813.39	486.57
%	100%	84.95%	58.46%	34.97%

El análisis conjunto de los 4 experimentos -
mostró una diferencia altamente significativa entre -
experimentos.

Las diferencias en rendimiento se deben casi
exclusivamente a distancia de siembra puesto que la lo
calidad, la época de siembra y labores culturales fue-
ron las mismas para los 4 experimentos.

GRUPO NO. 2

Primer Experimento: Jalpatagua Siembra de Segunda. -
Sembrado a 45 cms. entre surcos
y 7.5 cms. entre plantas.

RENDIMIENTO PROMEDIO EN KILOGRAMOS POR HA.

VARIEDAD	NIVEL 1.	NIVEL 2.	NIVEL 3.	PROMEDIO
Jamapa	924.07	824.06	974.02	907.38
S-19-N	854.70	738.15	859.70	817.52
IAN 6662	718.72	696.53	618.83	678.03
Rico	602.17	546.68	660.45	603.10
PROMEDIO	774.92	701.36	778.25	

Se encontró diferencias significativas en -
rendimiento, debidas a variedades, pero no para nive-
les. La interacción niveles x variedades no fué signi-
ficativa.

El coeficiente de variación fué de 25.27%.

El rendimiento de las variedades fué en el orden siguiente:

RANGO	VARIEDAD	RENDIMIENTO KG./HA.
1	Jamapa	907.38
2	S-19-N	817.52
3	IAN 6662	678.02
4	Rico	603.10

Las medias acompañadas de la misma barra no difieren estadísticamente al nivel de 5%.

Segundo Experimento: Sembrado en Jalpatagua en Siembra de 2da. a 60 cms. entre surcos y 10.0 cms. entre plantas.

RENDIMIENTOS PROMEDIO EN KILOGRAMOS POR HA.

VARIEDAD	NIVEL 1.	NIVEL 2.	NIVEL 3.	PROMEDIO
Jamapa	891.36	835.10	839.17	871.88
S-19-N.	960.25	830.82	924.76	905.28
IAN 6662	782.81	784.90	822.47	796.73
Rico	801.60	680.52	999.91	827.34
PROMEDIO	859.00	795.33	896.88	

No se encontró diferencias significativas en rendimiento debidas a niveles de fertilización o a variedades. La interacción variedades x niveles no -
fué significativa. El coeficiente de variación fué de 23.76%.

Tercer Experimento: Sembrado en Jalpatagua en Siembra de Segunda 75 cms. entre surcos y 12.5 entre plantas.

RENDIMIENTO PROMEDIO EN KILOGRAMOS POR HA.

VARIEDAD	NIVEL 1.	NIVEL 2.	NIVEL 3.	PROMEDIO
Jamapa	656.69	645.05	711.55	671.10
S-19-N.	611.80	783.04	718.20	704.35
IAN 6662	595.18	523.69	610.14	576.34
Rico	460.51	536.99	472.15	489.88
PROMEDIO	581.04	622.19	628.01	

No hubo diferencias significativas en rendimiento debidas a efectos de niveles de fertilización.

En cambio hubo diferencias significativas - al 1% en el rendimiento de las 4 variedades. La interacción nivel x variedad no fué significativa.

El coeficiente de variación fué de 24.34%.

Las variedades pueden agruparse en el siguiente orden en cuanto a su rendimiento de grano.

RENDIMIENTO PROMEDIO DE LAS 4 VARIEDADES PROBADAS

RANGO	VARIEDAD	RENDIMIENTO KG./HA.
1	S-19-N	704.35
2	Jamapa	671.10
3	IAN 6662	576.34
4	Rico	489.88

Las medias que están acompañadas de la misma barra no difieren estadísticamente al nivel del 5% de probabilidad.

Cuarto Experimento: Sembrado en Segunda en Jalpatagua.
90 cms. entre surcos y 15.0 cms. -
entre plantas en el surco.

RENDIMIENTO PROMEDIO EN KILOGRAMOS POR HA.

VARIEDAD	NIVEL 1.	NIVEL 2.	NIVEL 3.	PROMEDIO
Jamapa	424.57	485.63	445.39	451.86
S-19-N	470.36	521.70	488.40	493.49
IAN 6662	439.84	428.74	353.81	407.46
Rico	387.11	385.72	256.69	343.17
PROMEDIO	430.47	455.45	386.07	

Se encontró que había diferencias significativas para variedades, al 1%. No hubo diferencias significativas en rendimientos debidos a niveles. La interacción niveles por variedades no fué significativa.

El coeficiente de variación fué de 23.10%.

Las variedades produjeron rendimientos en el siguiente orden:

=====		
RANGO	VARIEDAD	KILOGRAMOS POR HA.
1	S-19-N	492.49
2	Jamapa	451.86
3	IAN 6662	407.46
4	Rico	343.17

Al analizar en conjunto los rendimientos obtenidos en los 4 experimentos, tenemos los resultados siguientes:

=====				
	296,000	167,000	106,000	74,000
NIVEL	Plantas/Ha.	Plantas/Ha.	Plantas/Ha.	Plantas/Ha.
Jamapa	907.38	871.88	671.10	451.86
IAN 6662	678.03	796.73	576.34	407.46
Rico	603.10	827.34	489.88	343.17
S-19-N.	817.52	905.28	704.35	493.49
PROMEDIO	751.51	850.31	610.42	423.99
%	88.38	100.00	71.79	49.86

	290,000	167,000	106,000	74,000
NIVEL	Plantas/Ha.	Plantas/Ha.	Plantas/Ha.	Plantas/Ha.
40-40-0	774.92	859.00	581.04	430.47
80-80-0	701.36	795.33	622.19	455.45
120-120-0	778.25	896.58	628.01	386.07
PROMEDIO	751.51	850.30	610.41	423.99

El análisis conjunto de los 4 experimentos mostró que existen diferencias altamente significativas entre experimentos y entre variedades. También se encontró diferencias significativas para la interacción de variedad x experimentos.

GRUPO NO. 3

Primer Experimento: Sembrado en Chimaltenango en --
Siembra de Primera. 45 cms. entre surcos y 7.5 cms. entre plantas.

RENDIMIENTO PROMEDIO EN KILOGRAMOS POR HA.

VARIEDAD	NIVEL 1.	NIVEL 2.	NIVEL 3.	PROMEDIO
Comp. Ch. 1	1440.41	1892.03	1836.48	1722.97
2465-29-6VN	1767.60	1593.17	1893.70	1751.49
2465-26-9VN	1871.48	1224.32	1464.85	1520.22
IAN-5091	1541.51	1467.63	1634.28	1547.81
PROMEDIO	1655.25	1544.28	1707.33	

No se encontró diferencias en rendimiento,

debidas a los tratamientos de fertilización o a las variedades.

El coeficiente de variación fué de 24.11%

Segundo Experimento: Sembrado a 60 cms. entre surcos y 10 cms. entre plantas. Chimaltenango, siembra de primera.

RENDIMIENTO PROMEDIO EN KILOGRAMOS POR HA.

VARIEDAD	NIVEL 1.	NIVEL 2.	NIVEL 3.	PROMEDIO
Comp. Chimalteco.	1175.65	1300.26	1154.40	1210.10
2465-29-6VN	1279.42	1569.90	1914.97	1588.10
2465-26-9VN.	1154.39	1474.44	1254.00	1294.28
5091	1208.16	1285.17	1295.68	1263.00
PROMEDIO	1204.40	1407.44	1404.76	

No se encontró diferencias en rendimiento debidas a niveles de fertilización o a variedades.

El coeficiente de variación fué de 34.73%

Tercer Experimento: Sembrado a 75 cms. entre surcos y 12.5 cms. entre plantas. Rendimiento promedio en kilogramos por Ha. Chimaltenango. Siembra de Primera.

VARIEDAD	NIVEL 1.	NIVEL 2.	NIVEL 3	PROMEDIO
Comp. Ch. I.	939.75	889.11	910.44	913.10
2465-29-6VN	862.45	918.08	881.44	887.32
2465-26-9VN	1000.08	680.16	946.76	875.67
IAN-5091	972.09	983.47	995.42	916.99
PROMEDIO	943.60	817.71	933.52	

No se encontró diferencias en rendimiento - debidas a niveles de fertilización o a variedades.

El coeficiente de variación fué de 20.18%

Resumiendo los datos de los 3 experimentos se tiene:

KILOGRAMOS POR HECTAREA			
VARIEDAD	290,000 Plantas/Ha.	167,000 Plantas/Ha.	106,000 Plantas/Ha.
Comp. Ch. I.	1722.97	1210.10	913.10
2465-29-6VN	1751.49	1588.10	887.32
2465-26-9-VN	1520.22	1249.28	875.67
IAN 5091	1547.81	1263.00	916.99
%	100.00	81.17	54.92
PROMEDIO	1635.62	1327.62	898.27

KILOGRAMOS POR HECTAREA

NIVELES	290,000	167,000	106,000
	Plantas/Ha.	Plantas/Ha.	Plantas/Ha.
30-35-0	1655.25	1204.40	943.60
60-70-0	1544.28	1407.44	817.71
90-105-0	1707.33	1404.76	933.52
PROMEDIO	1635.62	1327.62	898.27

El análisis combinado de los 3 experimentos mostró diferencias significativas entre experimentos al 1%. No se encontró diferencias significativas para variedades, niveles e interacciones.

GRUPO NO. 4

En este grupo, las condiciones de clima y el ataque de enfermedades fueron sumamente severos.

Los rendimientos obtenidos fueron bajos estimándose que no dan una buena base para hacer inferencias.

Con la aclaración anterior, se presentan los rendimientos promedio de las 4 variedades probadas, en siembra a 60 cms. entre surcos y 10 cms. entre plantas.

Para estas variedades, se encontró diferencias significativas en rendimiento.

=====

RANGO	VARIEDAD	KILOGRAMOS POR HA
1	2465-29-6-VN	417.77
2	Comp. Ch. I.	330.83
3	IAN. 50-91	263.62
4	2465-26-9VN	230.24

Las medias acompañadas de la misma barra no difieren estadísticamente al nivel de 5%.

4.3 Epoca y Forma de Aplicación de Superfosfato

Primer Experimento:

En el cuadro No. 1 se presentan los miligramos de fósforo encontrado en un gramo de materia seca de la parte aérea de la planta, y el porcentaje de fósforo presente en la planta, que provienen del fertilizante determinado por la relación.

$$R = Sp/Sf \times 100$$

en la cual:

R = Porcentaje de fósforo en la planta, proveniente del fertilizante.

SP. = Actividad del fósforo en la planta

Sf = Actividad del fósforo del fertilizante.

Los grados de libertad y cuadrados medios de los análisis de variancia de los datos transformados a $\sqrt{\text{observaciones} - 0.5}$ aparecen en el cuadro No. 2.

FORMAS DE APLICACION:

No se encontró diferencias significativas en el porcentaje de fósforo presente en la planta que proviene del fertilizante como resultado de la aplicación del abono en bandas o incorporada, pero la incorporación del abono al suelo produjo una absorción total de fósforo significativamente mayor que la aplicación en bandas.

SUELOS:

No existieron diferencias significativas en el fósforo total o el porcentaje de fósforo proveniente del fertilizante en los dos suelos estudiados.

EPOCAS:

Las aplicaciones del fertilizante al momento de la siembra resultaron en la absorción de un mayor porcentaje de su fósforo que las efectuadas a 20, 30 ó 45 días después de la siembra. La aplicación del fertilizante después de la siembra se tradujo en una absorción disminuida de .1365% de su fósforo por cada día de demora existiendo una regresión lineal negativa del porcentaje de fósforo absorbido según la época de aplicación. Las desviaciones de regresión también fueron significativas al nivel del 5%.

CUADRO NO. 1

Miligramos y porcentaje de fósforo proveniente del fertilizante en plantas de frijol crecidas en el invernadero en dos tipos de suelo con fertilizante fosforado radio activo aplicado en cuatro épocas en bandas o incorporado al suelo.

SUELOS	Epoca de aplicación	Forma de aplicación	Mgs. de Fósforo por gramo de materia seca. % de fósforo proveniente del fertilizante.	
Del Valle de Monjas	A la siembra.	Bandas in	3.91	8.83
		corporado	4.41	18.53
	20 días <u>1/</u>	Bandas	4.27	18.53
		Incorporado	4.69	9.79
	30 días	Bandas	4.13	14.63
		Incorporado	5.00	12.99
	45 días	Bandas	5.46	12.93
		Incorporado	5.20	8.07
Del Valle - A la siembra de Jalpata-gua.	A la siembra.	Bandas	3.67	10.67
		Incorporado	3.99	9.59
	20 días	Bandas	3.91	13.65
		Incorporado	4.44	9.82
	30 días	Bandas	4.50	12.16
		Incorporado	4.56	10.87
	45 días	Bandas	3.00	7.02
		Incorporado	5.23	3.95

1/ días después de la siembra.

CUADRO NO. 2

Fuentes de variación, grados de libertad y cuadrados medios de los análisis de variancia del contenido y porcentaje de fósforo proveniente del fertilizante, transformados a observación + .5, en ensayos de invernadero con frijol.

FUENTE DE VARIACION	g.l	CUADRADOS	MEDIOS
		Mgs. de Fósforo por gramo de materia seca.	% de Fósforo proveniente del Fertilizante.
Repeticiones	2	.0368	.1526
Suelos	1	.0697	1.5017
Erros (a)	2	.0057	.1359
Epocas	3	.908	
Lineal	1		1.657 *
Desviaciones	2		1.2434 *
Suelos por Epocas	3	.0115	.5944
Error (b)	12	.0357	.2262
Forma	1	.1354 *	.3979
Suelos c forma	1	.0021	.6877
Epocas x forma	3	.0002	.8656
Suelos x Epocas x Formas.	3	.0300	.3651
Error (c)	16	.0214	1263
T O T A L:	47		

* Excede el nivel de .05 de probabilidad

RESULTADO DEL SEGUNDO EXPERIMENTO

En el cuadro No. 3 se presentan los datos de radioactividad encontrada en 2 gramos de material seco que proviene de la parte aérea de las plantas.

Esta está dada en cuentas por minuto corregidas por radioactividad ambiental.

CUADRO NO. 3

RADIOACTIVIDAD EN 2 GRS. DE MATERIA SECA

TRATAMIENTO	I	II	III	IV	PROMEDIO
A la siembra Incorporada.	79	88	106	98	92.75
A la siembra en banda.	73	74	74	0	55.25
A los 22 días en banda	25	27	50	63	41.25
A los 44 días en banda	0	0	0	0	0

Se encontró diferencias significativas al nivel del 1% en la radioactividad encontrada como consecuencia de la variación de época y forma de aplicación.

En el Cuadro No. 4, se presentan los datos de % de materia seca encontrada en las plantas que se colectaron en cada tratamiento.

CUADRO NO. 4

PRODUCCION DE MATERIA SECA EN PORCENTAJE					
TRATAMIENTO	I	II	III	IV	PROMEDIO
1	18.42	19.71	16.83	19.80	18.69
2	17.98	18.34	18.03	19.07	18.35
3	15.26	16.50	16.59	18.60	16.74
4	18.32	15.72	16.00	17.69	16.93

No se encontró diferencias significativas en producción de materia seca debidas a tratamientos.

En el cuadro No. 5 se presentan datos de rendimiento de las parcelas experimentales.

CUADRO NO. 5

RENDIMIENTO EN KILOGRAMOS POR HA					
TRATAMIENTO	I	II	III	IV.	PROMEDIO
1	521.10	633.46	808.50	708.47	667.88
2	575.11	675.13	908.51	658.46	704.30
3	425.08	766.82	800.16	825.16	704.30
4	408.41	616.79	633.46	650.13	577.20

No se encontró diferencias significativas en-

rendimiento debidas a tratamientos.

V. DISCUSION DE RESULTADOS.

5.1 Niveles de Abonamiento con Nitrógeno y Fósforo.

La falta de respuestas en 3 de los 4 ensayos realizados no significa necesariamente que los 2 suelos estudiados no necesitan la aplicación de fertilizantes.

La aplicación del fertilizante se hizo estando ya la plantación establecida, cuando las plantas tenían varios días; probablemente este hecho, y el haber aplicado el abono en bandas a un lado de la hilera, no es el método que produce el mejor resultado.

Los niveles probados para fósforo muy probablemente están abajo de los niveles que producen respuesta detectable.

En el tercer ensayo, se produjo una respuesta a la aplicación de nitrógeno, contrariamente a la creencia general de que el frijol como leguminosa es independiente del nitrógeno edáfico.

Estos resultados se contradicen en algunos resultados experimentales previos en el Sur-oriente de Guatemala (17).

Sin embargo, están indicando que probablemente haya que llegar a niveles reportados para el cultivo del frijol en E.U.A., por Ignatieff y Page (14), 200 a 400 kilos por hectárea de fertilizantes de fórmula 4-12-8; ó 12-16-8 Martini (15) recomienda que se ensayen niveles más altos que los incluidos en estos ensayos. Sugiere niveles de 0 a 400 kilos por hectárea para fósforo 100 a 200 kilos por hectárea de Nitrógeno y 50 a 100 kilos por hectárea de Potasio.

De acuerdo a estos datos, es muy probable que

haya que elevar los diferentes niveles.

5.2 Densidad - Nivel de Fertilización - Variedad.

Haremos exámen de los resultados por localidades.

JALPATAGUA:

Para niveles de fertilización no fué detectada ninguna diferencia en rendimiento, tanto en los ensayos de siembra de primera como en los de segunda.

Esto parece indicar que el fertilizante usado, con niveles de Nitrógeno y Fósforo de relación 1:1 no produce el efecto deseado en el cultivo, aunque se aumente la dosis aplicada.

Esto sucedió con las 4 diferentes densidades usadas, las 4 variedades que se probaron, y en dos épocas de siembra.

Hay que tomar en cuenta sin embargo que en el diseño de parcelas divididas que se utilizó en los ensayos de segunda, se sacrificó la detección de respuesta para niveles al adjudicar los tratamientos de éstos a las unidades y las variedades a Sub-unidades.

Por otra parte, posiblemente el haber aplicado el fertilizante después de la siembra y a un lado de la hilera haya reducido el aprovechamiento del mismo por el cultivo.

En los ensayos de primera, se obtuvo los mejores rendimientos en la siembra a 45 cms. entre surcos y 7.5 cms. entre semillas.

El análisis conjunto de 4 experimentos mostró diferencias altamente significativas entre experimentos. La variación en los rendimientos puede suponerse debida

casi exclusivamente a efecto de densidad de siembra, - puesto que fueron sembrados en bloques compactos uno junto a otro, y el manejo del cultivo fué el mismo para todos los experimentos.

Los promedios muestran que la siembra a 60 cms. entre surcos y 10.0 cms. entre semillas rinde el 85% del rendimiento a 45 cms. entre surcos y 7.5 cms. entre semillas.

La diferencia es más acentuada al efectuar la siembra a 75 cms. entre surcos y 12.5 cms. entre semillas, pues con esta densidad de siembra se obtuvo un rendimiento de 58% del obtenido con la siembra a 45 y 7.5 cms.

Se puede sospechar en este caso que la siembra a 40 cms. entre surcos, por ejemplo, puede aumentar el rendimiento todavía más.

Ya se mencionó que los ensayos efectuados por Miranda en Costa Rica, (20) mostraron que el rendimiento más alto se consigue con surcos espaciados a 40 cms.

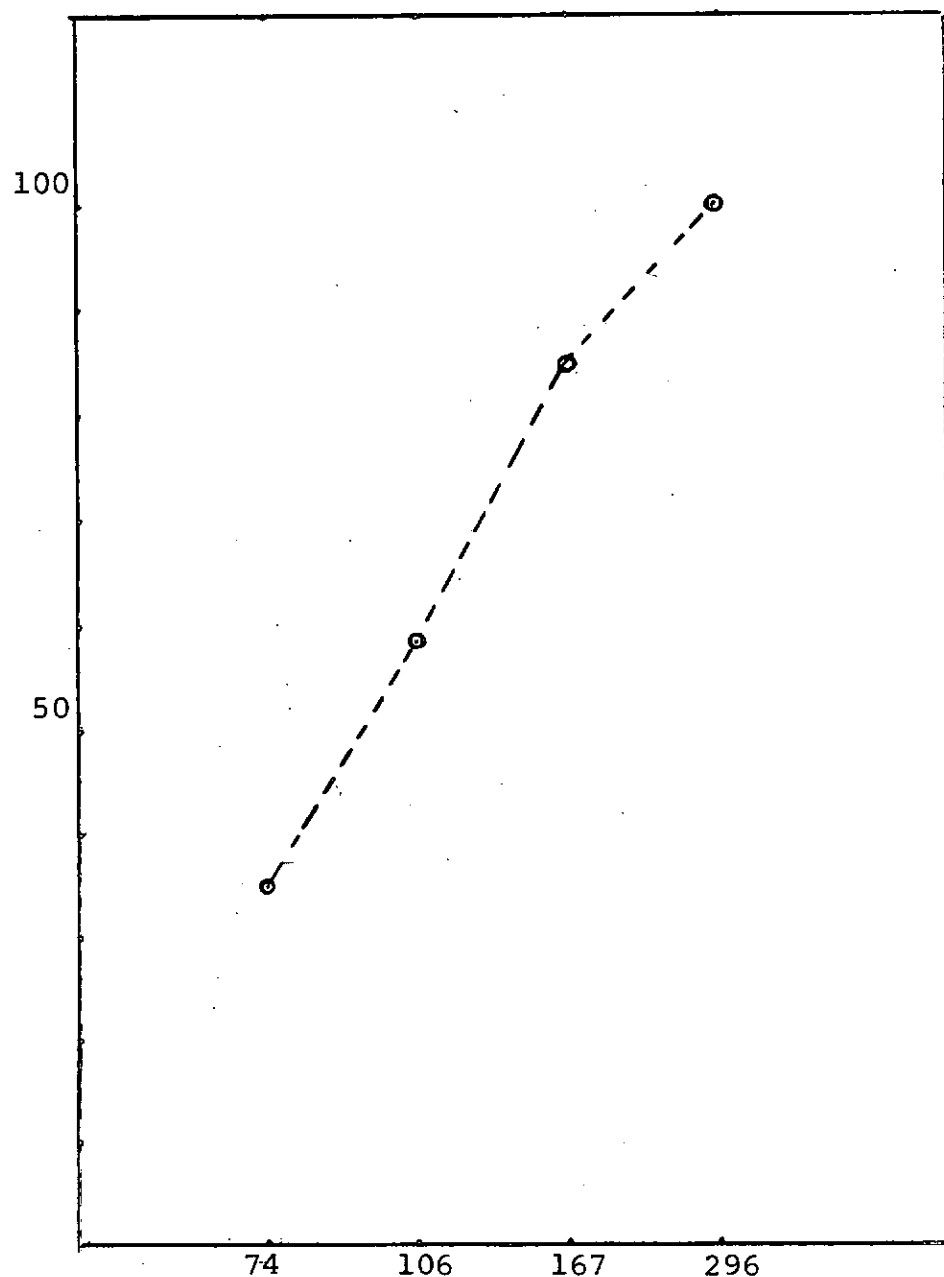
Los resultados también concuerdan con los presentados por Cárdenas en el resumen de trabajos realizados en México (24) con las recomendaciones de Pinchinat (22) para siembras comerciales en Centroamérica, y con los resultados reportados por Vieira et. al. (18).

Estos autores recomiendan la siembra a distancias de 40 a 60 cms. entre hileras para variedades arbustivas.

En siembra de segunda se produjeron diferencias en densidades. El análisis conjunto de 4 experimentos mostró diferencias altamente significativas entre experimentos. Aquí también puede suponerse una variancia debida casi exclusivamente a densidad de siembra.

Contrariamente a lo sucedido en siembra de primera, la densidad que produjo los mejores rendimientos fué la de 60 y 10 cms.

GRAFICO NO. 1: Rendimiento de grano de 4 variedades de frijol negro, JAMAPA, S-19-N, IAN 6662 y RICO, sembradas a 4 diferentes densidades de siembra. JALPATAGUA, siembra de primera. 1,967



Densidad de siembra en miles de plantas por hectárea.

GRAFICO NO. 2: Rendimiento de grano de 4 variedades de frijol negro, S-19-N, IAN 6662, RICO y JAMAPA, sembradas a 4 diferentes densidades. JALPATAGUA, siembra de segunda 1967.

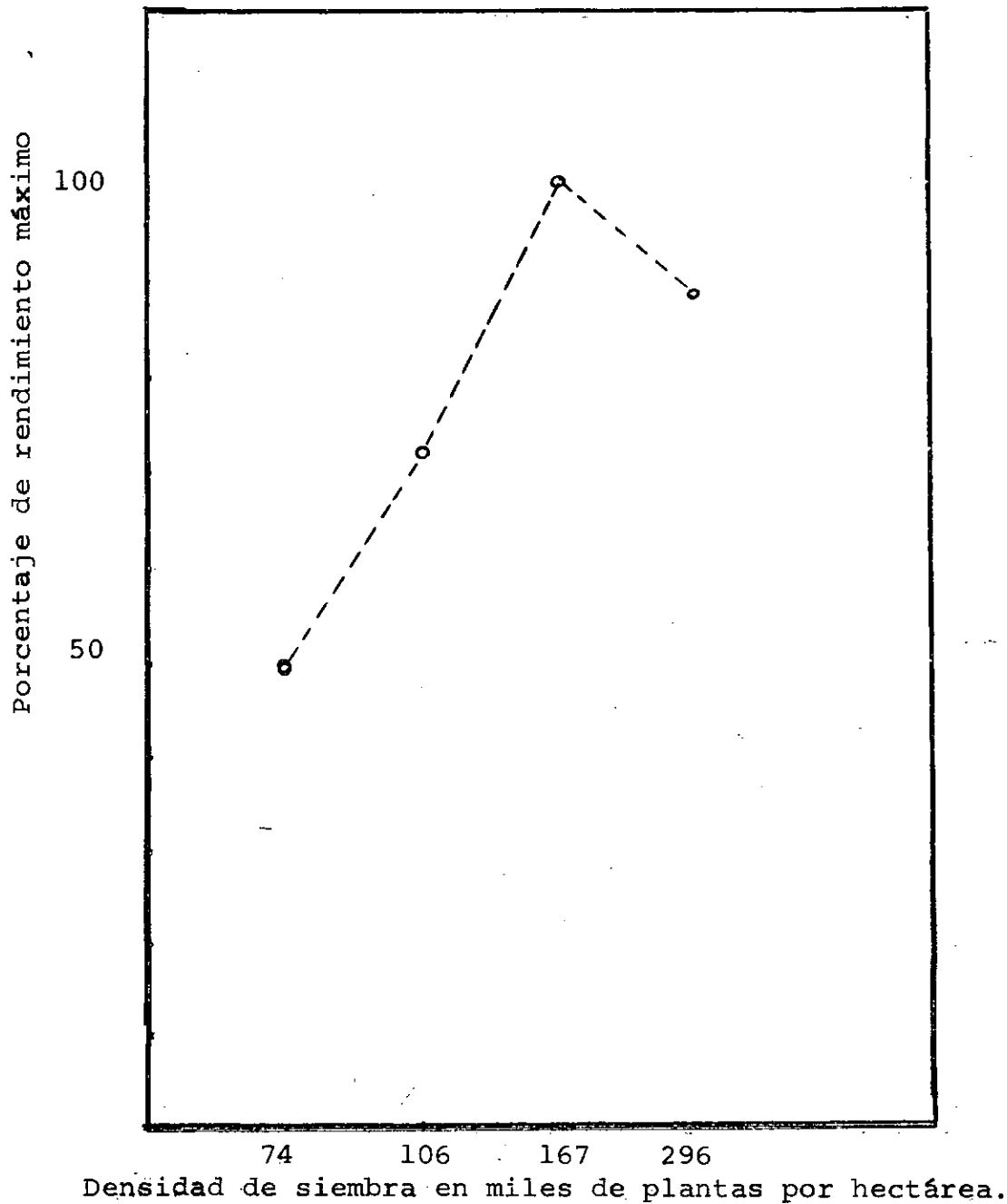


GRAFICO NO. 3: Rendimiento de grano de la variedad-
IAN 6662 sembrada a 4 diferentes densidades JALPATAGUA,
siembra de segunda 1,967.

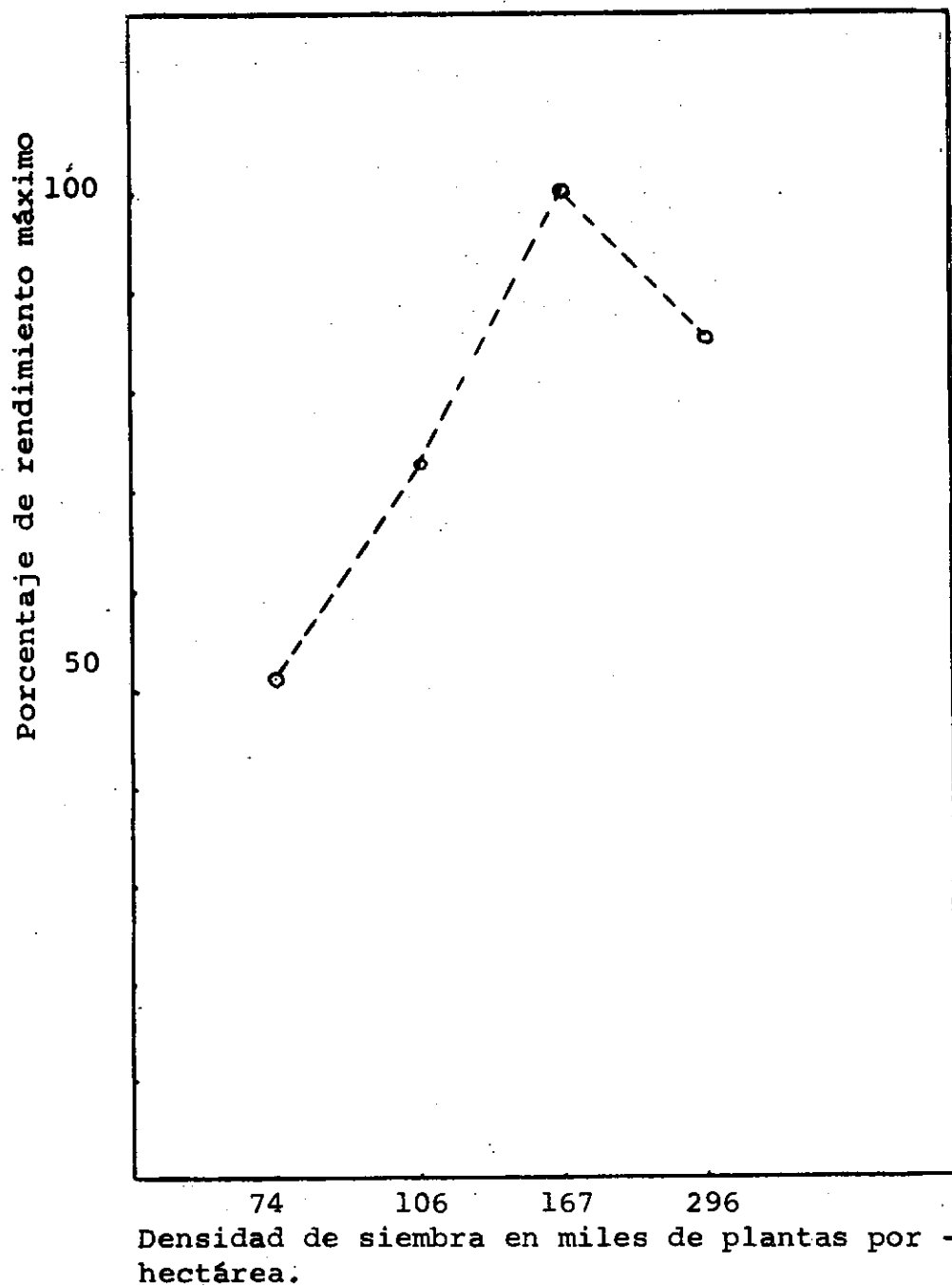


GRAFICO NO. 4: Rendimiento de grano de la variedad RICO sembrada a 4 diferentes densidades. JALPATAGUA, siembra de segunda. 1967.

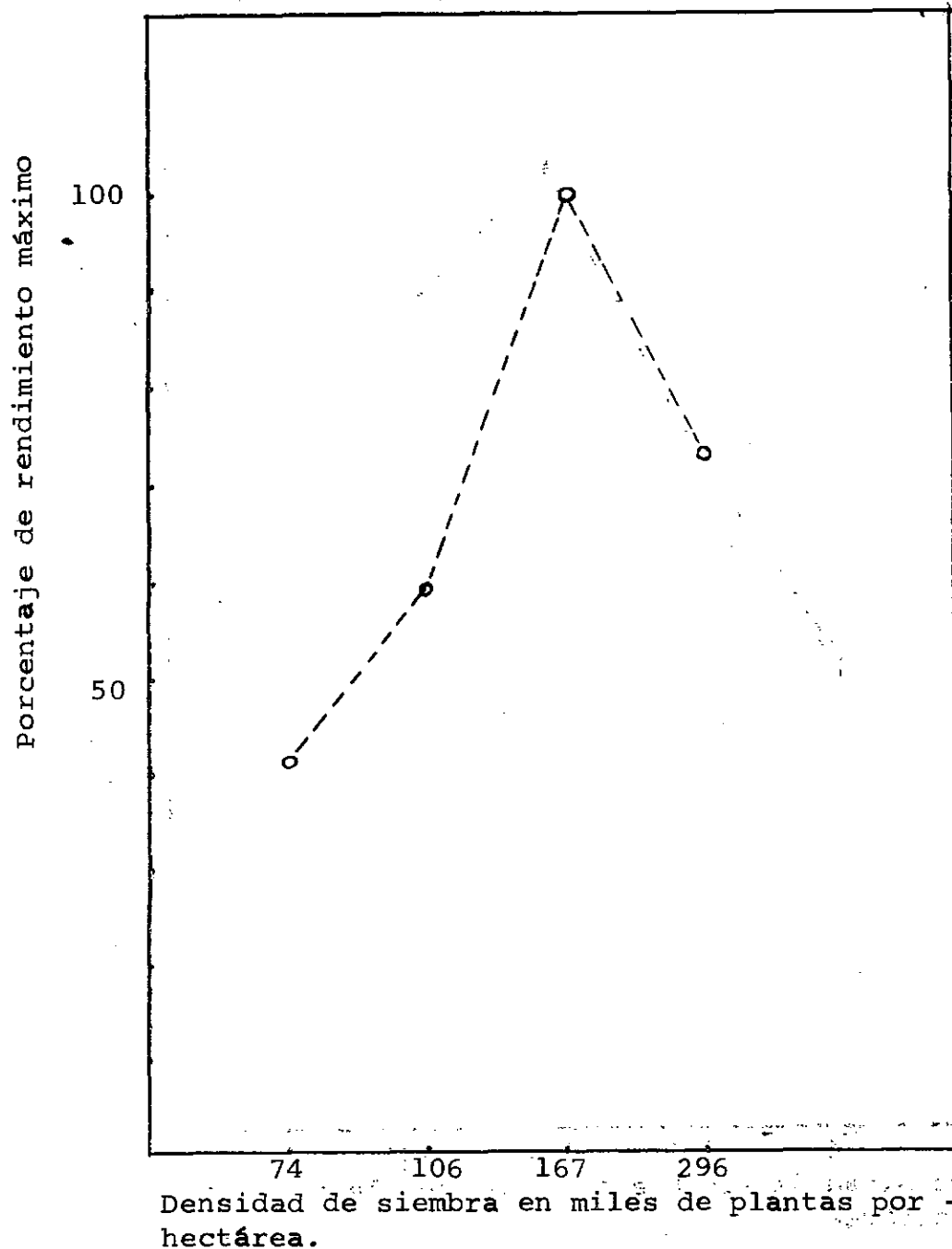


GRAFICO NO. 5: Rendimiento de grano de la variedad JAMAPA sembrada a 4 diferentes densidades. JALPATAGUA, siembra de segunda. 1,967.

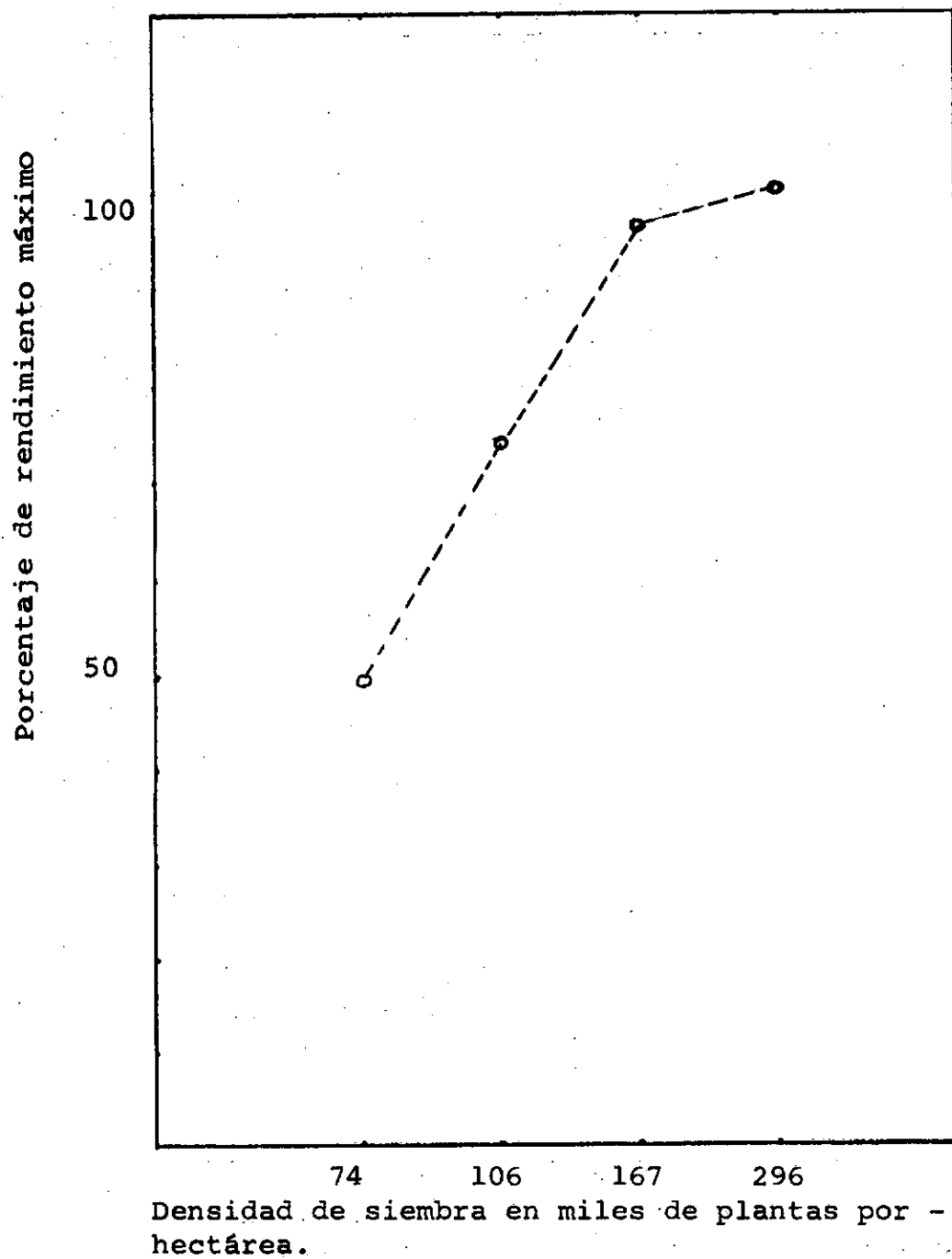


GRAFICO NO. 6: Rendimiento de grano de la variedad S-19-N sembrada a 4 diferentes densidades JALPATAGUA, siembra de segunda 1967.

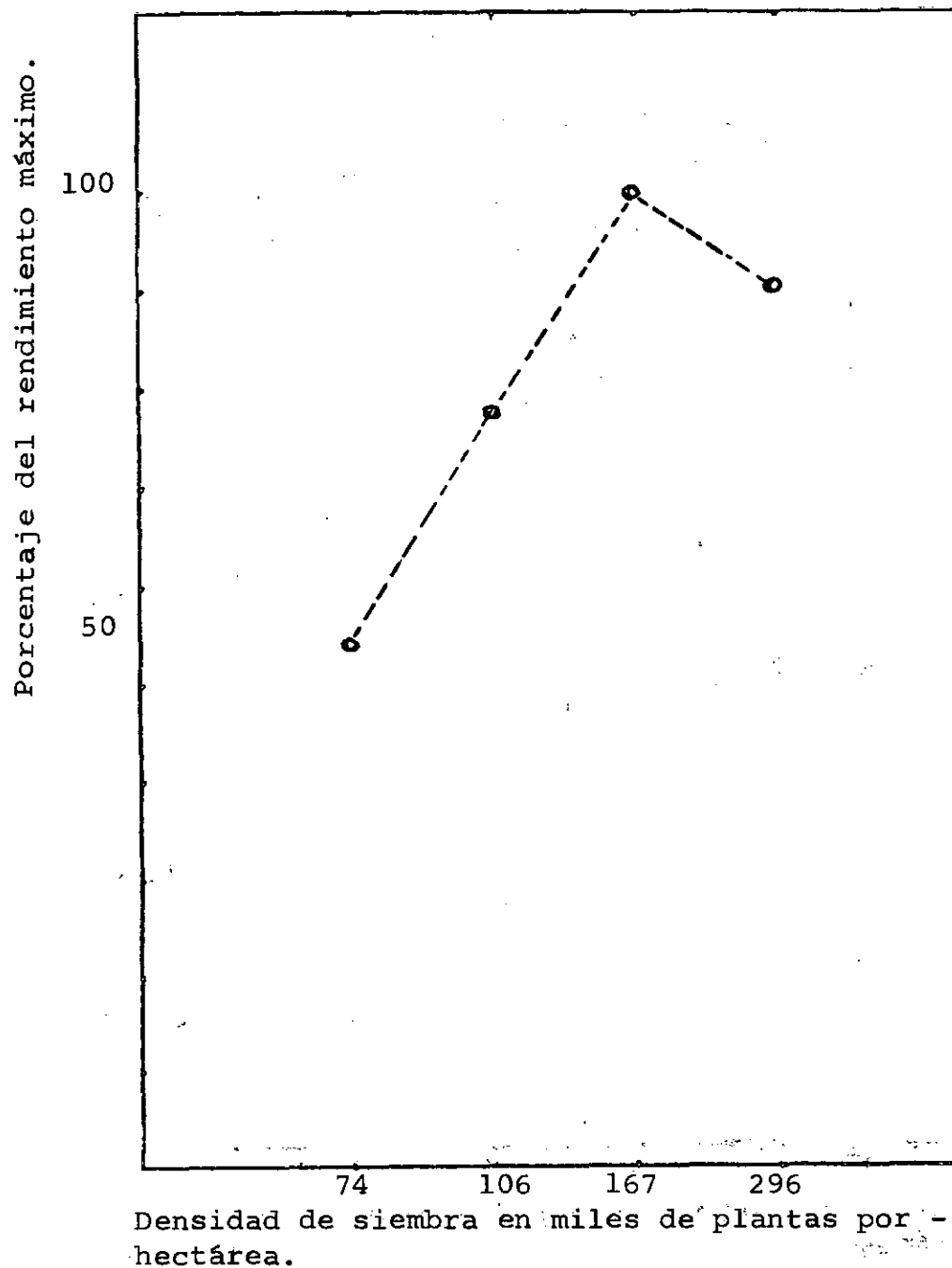
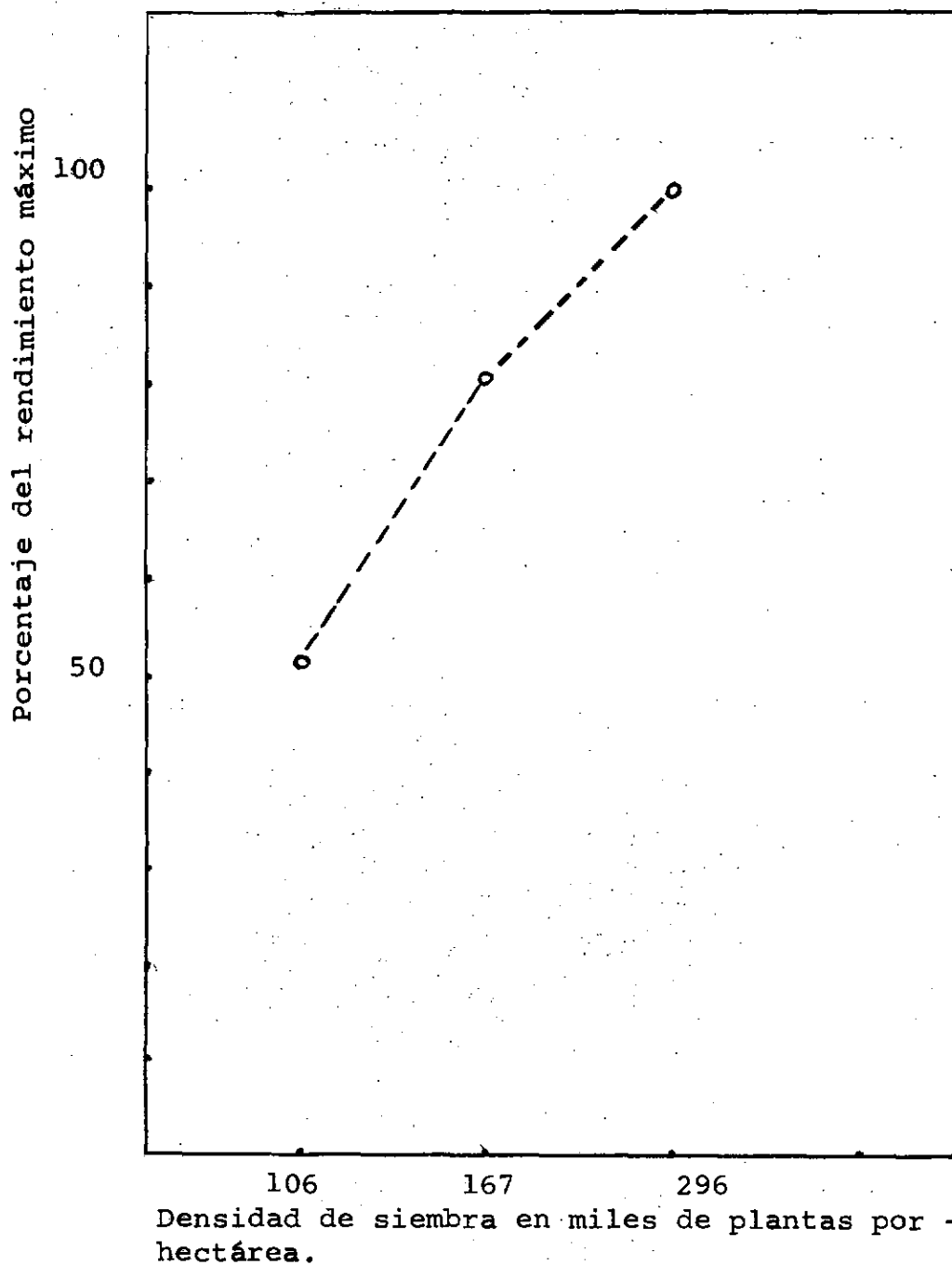


GRAFICO NO. 7: Rendimiento en grano de 4 variedades de frijol negro sembradas a 3 diferentes densidades. - CHIMALTENANGO, siembra de primera 1,967.



La siembra a 45 y 7.5 cms. produjo el 88% del rendimiento a 60 y 10 cms.

Aquí otra vez la siembra a 75 y 12.5 cms. produjo rendimientos inferiores a las 2 primeras mencionadas. Se obtuvo un rendimiento equivalente al 72% del mejor, es decir el de 60 y 10 cms.

Este resultado se debe a que las lluvias se suspendieron cuando las plantas estaban formando las vainas y semillas, lo que produjo una competencia por humedad en la densidad más alta.

En siembra de primera se encontró diferencias entre variedades en el ensayo sembrado a 90 y 15 cms. únicamente. Las variedades más rendidoras fueron S-19-N., y Jamapa.

En siembra de segunda, el análisis conjunto de los 4 experimentos mostró diferencias significativas para variedades y para la interacción variedades x experimentos. Por esta razón examinaremos separadamente el comportamiento de las variedades en cada experimento.

En el gráfico No. 2 se muestra el rendimiento promedio de las 4 variedades consideradas en conjunto al ser sembradas a las 4 diferentes densidades. En dicho cuadro se presentan los rendimientos relativos de las variedades expresados en por ciento del rendimiento alcanzado con 167,000 plantas por hectárea.

En los gráficos 3, 4, 5 y 6 se presentan los rendimientos de cada variedad expresado en porcentaje del rendimiento máximo de la misma.

Se puede notar que a excepción de Jamapa, todas rindieron más peso de grano en la siembra con --- 167,000 plantas por hectárea. La variedad Rico tuvo un descenso hasta de 17% al aumentar de 167,000 a -- 296,000 plantas por hectárea.

En las curvas que se presentan se nota que las variedades Jamapa y S-19-N son las que experimen-

taron cambios menos severos en rendimiento como consecuencia del aumento en densidad. Similarmente fueron las más rendidoras.

En siembra de primera se obtuvo rendimientos más altos para las 4 variedades, en la densidad de 296,000 plantas por hectárea o sea 45 cms. entre surcos y 7.5 cms. entre semillas.

En siembra de segunda solo variedad Jamapa produjo el máximo rendimiento a esa densidad.

Esto puede explicarse como un efecto de competencia.

La germinación de semillas fué más homogénea, dando mayor población en todas las densidades y la precipitación fué insuficiente en la siembra de segunda.

La variedad Jamapa teniendo un hábito de crecimiento más arbustivo que las demás posiblemente pueda prosperar con una menor cantidad de humedad, en comparación con las 3 restantes variedades.

Estos resultados, de todas formas están en concordancia con los resultados obtenidos por diversos investigadores, (18) (20) (22) (24).

CHIMALTENANGO

En los ensayos establecidos en esta región no se observaron diferencias entre variedades ni entre niveles de fertilización.

El análisis conjunto de 3 experimentos sembrados en primera mostró diferencias altamente significativas para densidades.

Aquí también, la siembra a 45 cms. entre hileras y 7.5 cms. entre semillas fué la que produjo los mejores rendimientos.

En el gráfico No. 7 se muestra la variación de rendimiento de las 4 variedades, en 3 densidades. Los rendimientos están expresados en por ciento del rendimiento máximo.

Los resultados indican que la siembra con 167,000 plantas por hectárea produce un rendimiento equivalente al 81% del rendimiento alcanzado con una siembra de 296,000 plantas por hectárea.

El efecto de aumentar el distanciamiento entre hileras y entre semillas, es aquí también acentuado pues la siembra a 75 y 12.50 cms. produjo el 55% del rendimiento a 45 y 7.5 cms.

En general, los rendimientos de Chimaltenango son más altos que los obtenidos en Jalpatagua. La razón de esto no es muy clara.

Podría significar una mejor combinación de condiciones ecológicas en el área de Chimaltenango; debe tomarse en cuenta que las variedades incluidas en este estudio, para la región de Chimaltenango tienen ciclos de cultivo más largo, que las utilizadas en Jalpatagua.

En lo que respecta a suelos, los que se encuentran en Jalpatagua tienen mejores condiciones para el cultivo de frijol aunque tienen pedregosidad pronunciada. Los suelos utilizados en Chimaltenango son suelos arenosos que han perdido su estructura por el manejo indebido. Ambos suelos tienen niveles deficientes de materia orgánica.

Resumiendo los resultados sobre distanciamiento de siembra, en dos regiones, la siembra a 45 cms. entre hileras y 7.5 cms. entre semillas parece ser la que produce mejores rendimientos, siempre que no exista algún factor limitante en el cultivo, especialmente humedad y probablemente fertilidad.

Estos resultados concuerdan con experiencias reportadas en la literatura, especialmente en lo que respecta a distanciamiento entre hileras. El distan-

ciamiento entre semillas deberá estudiarse más detenidamente en trabajos subsiguientes.

5.3 Absorción de Fósforo en Diferentes Epocas y Forma de Aplicación de Superfosfato.

En el primer experimento se encontró que la aplicación en forma incorporada produjo una mayor absorción de fósforo total (del fertilizante y del suelo). En el segundo experimento se encontró que la aplicación en forma incorporada aumentó la absorción de fósforo del fertilizante, según se desprende de la mayor radioactividad encontrada en el material seco de la planta.

Se puede tener en cuenta que en ambos casos se trata de suelos clasificados como suelos de los Valles en el reconocimiento de Suelos de la República. (*).

Se puede concluir que la fijación en éstos suelos no es apreciable, máxime si se tiene en cuenta que los niveles usados fueron más bien bajos. Para sistemas de siembra al voleo o con macana que se usan comúnmente en el país es conveniente que se haga la aplicación incorporada al suelo.

Una variante que no fué incluida en los ensayos anteriores es la aplicación al fondo del surco abajo de la semilla. Esta forma de colocación aunque puede dar mayor índice de absorción, de fósforo por la planta, puede aplicarse con ventaja únicamente en la siembra en surcos.

En todo caso la colocación del fertilizante es importante en las primeras semanas de crecimiento de las plantas. Esto parece ser así porque las raíces aún no han alcanzado un desarrollo que permita a la planta extraer fósforo de un volumen suficiente de suelo.

* Mapa de Reconocimiento de Suelos de la República de Guatemala. SCIDA-IAN., Simón, Tárano y Pinto.

En el primer experimento se encontró que la mejor época de aplicación es a la siembra habiendo una reducción de 0.13% por cada día de demora en la aplicación.

En el segundo experimento también se encontró que la colocación a la siembra es la que produce la absorción más alta de fósforo del fertilizante.

Se concluye que la aplicación al momento de la siembra es la más adecuada en el cultivo de frijol solo.

El hecho de que no haya diferencias en rendimiento debidas a los tratamientos en el segundo experimento, puede explicarse fácilmente si se tiene en cuenta que las lluvias se suspendieron cuando las plantas estaban en la fase de formación de los granos y vainas.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. De los Resultados observados y de la Información en la Literatura se puede concluir lo siguiente:

La respuesta observada a la adición de Nitrógeno en 1 de 4 ensayos sugiere que para los suelos del Valle de Jalpatagua probablemente hay que agregar niveles de Nitrógeno que empiezan a producir respuestas a partir de 40 kilogramos por hectárea. Los niveles para respuesta a fósforo están en aplicaciones superiores a 100 kilogramos por hectárea. Es posible que la aplicación de fósforo en aplicaciones superiores a 100 kilos por hectárea haga necesaria la aplicación de nitrógeno en mayores cantidades. Además la aplicación antes de la siembra, en el fondo del surco mejorará el aprovechamiento de fertilizantes.

En lo referente a la interacción fertilización - densidad - variedad, aunque no existió respues

ta a la aplicación de dosis crecientes de fertilizantes, se puede concluir que no parece haber ningún aumento en rendimiento, al aplicar fertilizante 20-20-0 en dosis mayores de 30 kilogramos por hectárea de nitrógeno y 30 de anhídrido fósforico.

Las variedades más rendidoras para el Valle de Jalpatagua fueron Jamapa y Turrialba I (S-19-N).

En el cultivo en este valle se puede recomendar la siembra con una densidad de aproximadamente 300,000 plantas por hectárea, lo que equivale a utilizar 60 kilos por hectárea de semilla en surcos separados de 40 a 50 cms. Esta recomendación es válida para siembras en terrenos convenientemente abonados y en los cuáles no exista posibilidad de deficiencia de lluvia.

Si se considera que es posible una limitación en humedad parece más aconsejable sembrar a 60 cms. entre surcos, utilizando 35-40 kilos por hectárea dependiendo del tamaño de semilla. La variedad Jamapa mostró una mejor adaptación a condiciones de humedad limitada.

Para el Valle de Chimaltenango no parece existir tampoco ningún beneficio en aumentar la dosis de fertilización arriba de 30 kilos de nitrógeno y 30 de P_2O_5 por hectárea si se utiliza fertilizante de fórmula 1:1 y si se aplica después de la siembra.

Las variedades Compuesto Chimalteco y --- 2465-29-6VN aparecieron con los mejores rendimientos, aunque el análisis estadístico no mostró diferencias significativas. Se recomienda efectuar la siembra con una densidad de 300,000 plantas por hectárea aproximadamente, utilizando 60 kilos por hectárea de semilla en surcos a 45 cms. de separación.

El uso de altas densidades hace necesario que no exista ningún factor limitante. Si la fertilidad del suelo no es suficiente es imprescindible la aplicación de fertilizante en una proporción no de terminada en este estudio.

También es esencial una cantidad adecuada de lluvia o riego si aquella no es suficiente. Esto hace importante escoger la época de siembra más adecuada.

Por otra parte, el uso de alta densidad facilita el control de malezas, aunque posiblemente dificulte la aplicación de insecticidas.

En cuanto a la época de aplicación de fósforo los resultados experimentales confirman los reportes encontrados en la literatura citada.

La mejor época de aplicación de fósforo es a la siembra.

Es de esperar que en cuanto al nitrógeno suceda lo mismo por razón de que durante las primeras semanas de vida la planta necesita una fuente de Nitrógeno en el suelo. Cuando la planta avanza en su desarrollo puede obtener Nitrógeno de las bacterias del género RHYZOBIUM sp. de un mayor volúmen de suelo.

En cuanto a la forma de aplicación los resultados muestran que en los suelos estudiados es beneficioso mezclar el fertilizante con el suelo, siempre -- que la incorporación no sea muy profunda.

Se recomienda que al continuar estos estudios se tenga en cuenta las siguientes indicaciones:

1. El fertilizante debe ser aplicado al momento de sembrar o antes de la siembra.
2. Utilizar parcelas más grandes que las usadas en éste estudio. Una parcela que podría usarse sería la que tuviera 6 surcos de 8 metros de longitud espaciadas 0.50 de metro.
3. Probar niveles que estén suficientemente diferenciados. Se sugiere que se usen para nitrógeno 0.75 y 150 kilogramos por Ha. y para fósforo 0, 200 y 400 kilogramos por Ha. Para potasio se puede usar 0, 100 y 200 ki-

los por Ha.

4. Para estudios con densidades de siembra uti
lizar fertilizante de relación 1-2 ó 1-3 -
con nitrógeno - fósforo. Se deben probar -
las distancias 40-50 y 60 cms. entre surcos
5. Continuar estudiando las ventajas de diferentes
formas de colocación de fertilizante. -
Pueden probarse la colocación en banda, in-
corporado, al voleo y en el fondo del surco.

Dichos estudios deben realizarse primeramente
en aquellas zonas con mejores condiciones de producción.

VII. BIBLIOGRAFIA.

1. LEBEAU, FRANCIS J. Guatemalan Agriculture. 1956. 46 pgs. mimeógrafo.
2. MENDOZA M. MARCO D. Métodos de Mejoramiento de Frijol, Departamento de Fitotecnia. DGIEA. Guatemala. Ministerio de Agricultura 21 pg. Miméografo 1967.
3. GUATEMALA, MINISTERIO DE AGRICULTURA. Diagnóstico del Desarrollo Económico del Sector Agrícola de Guatemala 1950-1960 Miméografo 1962 180 pgs.
4. PINCHINAT, ANTONIO M. Factores limitantes del Frijol en Centro América. Memoria de la -- XI Reunión del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. Panamá 1965.
5. GUATEMALA, MINISTERIO DE ECONOMIA. Dirección General de Estadística. Segunda encuesta agropecuaria. Año agrícola 1966-1967. Miméografo 1967. 20 pgs.
6. AGUIRRE, JUAN ANTONIO Y J. ANTONIO SALAS. Informe de estudios agroeconómicos preliminares de Frijol en Centro América y Panamá, Memoria de la XI Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de los cultivos alimenticios. Panamá. - 1965.
7. GAMBLE, WILLIAM K. Crecimiento de la población en América Central.. Memoria de la XII. Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. Managua, Nicaragua. 1966.

8. GUATEMALA, MINISTERIO DE ECONOMIA. Dirección General de Estadística. Contribución Estadística para el estudio del frijol. Mimeo grafo 1952. 37 pgs.
9. BRESSANI, RICARDO. Maíz, Arroz y Frijol; su valor Nutritivo y Formas de Mejorarlo. Memoria de la XI. Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. Panamá. 1965.
10. BRESSANI, RICARDO. El valor Nutritivo del Frijol. Memoria de la XII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. Managua, Nicaragua. 1966.
11. BRESSANI, RICARDO. Efecto de la fertilización sobre el contenido de Proteína y valor Nutritivo del Frijol. Memoria de la XIII. Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. San José, Costa Rica. - 1967.
12. LOMBARDO, HERACLIO. Deficit de la producción de granos en Centroamérica. Memoria de la XII. Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. San José, Costa Rica. 1967.
13. CENTRO DE ESTUDIOS INTERNACIONALES, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MASSACHUSETTS. Normas para el Fomento del Desarrollo Agrícola. Informe de conferencia sobre productividad e Innovaciones en agricultura en los países en desarrollo. David Hapgood Editor. Centro Regional de Ayuda Técnica A.I.D. 1967. México.

14. IGNATIEFF VLADIMIR Y PAGE HAROLD. J. El Uso de los Fertilizantes. Organización de las Naciones Unidas, para la Agricultura y la Alimentación F.A.O. 1960. 379 Pg.
15. MARTINI J. ALBERTO. Guía para la Investigación en el Abonamiento del Frijol para el PCCMCA. San José, Costa Rica. Mimeógrafo. 28 Pg. - 1968.
16. GUATEMALA, MINISTERIO DE AGRICULTURA. DGIEA. Memoria de Labores Realizadas en 1966, por la División de Investigaciones. 1967.
17. ORTIZ M. OSCAR. Experiencias sobre Fertilización en Guatemala. DGIEA. Boletín Técnico No. 15. 1965.
18. VIERIA CLIBAS, KIRK L. ATHON, LUIS ANTONIO NOGUEIRA FONTES, JOSEPH E. YAHNER CARLOS FLORIANO DE MORAES. MATOSINHO DE ZOUZA FIGUEREDO. Informe sobre los Progresos del Programa de -- Frijol en Brasil. Memoria de la Asociación - Latinoamericana de Fitotecnistas de Frijol. Colombia 1966.
19. DUARTE RODRIGO Y SILVIO H. OROZCO. Informe sobre los trabajos Experimentales del Programa de Frijol en Colombia. en 1966. Memoria de la Asociación Latinoamericana de Fitotecnistas de Frijol. Colombia 1966.
20. MIRANDA M. HELEODORO. Efecto de la distancia entre surcos sobre el rendimiento de frijol. Memoria de la XI. Reunión del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. Panamá. 1965. Pg. 89.
21. MONTEALEGRE L. ALFONSO. Ensayos sobre Densidades de Siembra y Variedades de Frijol de Guía. Tesis Universidad de Costa Rica. 1964.

22. PINCHINAT ANTONIO M. En Centro América se hace Imperativo cambiar el método de cultivo de los frijoles. La Hacienda. Febrero - 1968. Pg. 38.
23. CRISPIN ALFONSO. Avances logrados en las Investigaciones sobre el cultivo de frijol en México. Memoria de la 2a. Reunión Centroamericana del Proyecto Cooperativo Centro - Americano para el Mejoramiento del Frijol. San Salvador. El Salvador 1963. Pag. 10.
24. CARDENAS, R. FRANCISCO. La Densidad de Siembra influye en el rendimiento de Frijol. Agricultura Técnica en México. Invierno 1961. 62. No. 12 Pg. 6.
25. MALAVOLTA E., H. P. HAAG y F.A.F. MELLO. La Nutrición Mineral de Algunas Cosechas Tropicales. Suiza. Instituto Internacional de la Potasa. 1964.
26. ROBINSON, GILBERT W. Los Suelos, su origen, - Constitución y Clasificación, Ediciones Omega. S.A. 1960. Barcelona.
27. BEAR, FIRMAN E. Soils and Fertilizers. N.Y. - John Wiley and Sons Inc. 1951.
28. KURTZ. L. T. Inorganic Phosphorus in Acid and Neutral Soils, en: Soil and Fertilizer - Phosphorus in Crop Nutrition. New York. Academic Press Inc. 59-88. 1953.
29. AYRES, A.S. y H.S. HAGIHARA. Effectiveness of Raw Rock Phosphate for sugar cane Soil - Science. 91. (6) 383-387. 1961.
30. GOLDEN, LARON, E. Availability of native and Radioactive Fertilizer Phosphorus to oats. on Lake Charles Clay. Soil Science 91. (5) 349-355. 1961.

31. SIMPSON K. Factors Influencing uptake of phosphorus by crops in south east. Scotland. Soil Science 92 (1) 1-14. 1961.
32. LAVENTY, J.C. y H.O. McLEAN. Factor affecting Yield and uptake of phosphorus by different crop. Three kinds of phosphate, Native, - formed and applied. Soil Science. 92. (2) 117-119. 1961.
33. KUMAR SAMARENDRA DE. Absorption of phosphate ion by hydrogen derivative of Indian Montmorillonite. Soil Science. 92 (2) 117-119. 1961.
34. RUSSELL R., SCOTT. y D.A. BARBER. The relationship between salt uptake and the absorption of water by intact plants. Annual Review - of Plant Physiology. Vol. 11 (7) 127-140
35. BASAK N. S. y R. BATTACHARYA. Phosphate Transformations in Rice Soils. Soil Science - 94. (4) 258-262. 1962.
36. TORII KENJI y GEORGE G. LATIES. Dual Mechanisms of ion uptake in relation to vacuolation in corn roots. Plant Physiology. 41 (5) 863-870. 1966.
37. LUTGE ULRICH y GEORGE G. LATIES. Dual Mechanisms of ion absorption in relation to long distance transport in plants. Plant Physiology 41 (9).
38. DEAN, L. A. y MAURICE FRIED. Soil Plant Relationships in the Phosphorus Nutrition of Plants. Soil and Fertilizer phosphorus. New York Academic Press Inc., 43-58. 1953.
39. VEGA, V.S. J. SAMING y A. C. McCLUNS. Influencia de la colocación de dos fertilizantes fosfatados en la absorción de fósforo y en el desarrollo de la cebada con el uso de $P-32$. Valparaíso, Chile. 5th. Interamerican Symposium on the peaceful application of Nuclear Energy. 271-276. 1964.

40. MELLADO BRAUNS. LUIS Y FERNANDO CABALLERO UNGRIA
Experiencias sobre Métodos de Abonado del -
Olivo, (Olea Europea) utilizando Superfosfa
to radioactivo. España. Boletín del Insti
tuto Nacional de Investigaciones Agrónomicas
XXV (53) 425-460. 1965.
41. AHMED, SHAUKAT. A.R.AZMI Y M.B. MALIK. Uptake --
of fertilizer phosphorus and Nitrogen by -
Lowland rice in West Pakistan, under diffe
rent Methods and times of application. Pro
ceedings of a Symposium. Ankara. Jointly -
organized by the IAEA and FAO. Isotopes and
Radiation in Soil Plant Nutrition Studies.
1965.
42. OZBECK, Y. Y. A. AYDENIZ. Study on uptake of . -
Fertilizer and Soil Phosphorus by test -
Plants at different stages of growth using
P-32 as tracer. Proceedings of a Symposium
Jointly organize by the IAEA and FAO. AN
KARA. Isotopes and Radiation in Soil Plant
Nutrition. 1965.
43. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE ASSOCIATION
OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. U.S.A.
Editado por Association of official agricul
tural Chemists. 1965.
44. BLACK, C.A. Soil Plant Relations, New York. --
John Wiley and Sons. 1957.

Vo.Bo.

Ing. Agr. Antonio Sandoval

ASESOR

Imprimase

Ing. Agr. René Castañeda Paz

DECANO