

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



FERTILIZACION Y DENSIDADES DE POBLACION EN FRIJOL (Phaseolus vulgaris L), DE RIEGO BAJO PALMA, EN LA DESEMBOCADURA DEL RIO BALSAS.

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO
P R E S E N T A

RAMON ANGEL ORTEGA GUTIERREZ

GUADALAJARA, JALISCO. 1988



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura 17 de Junio de 1982

EXPEDIENTE

NUMERO

C. PROFESORES:

~~DR. ROQUELO EDELFONSO LEPEZ, Director~~

~~ING. JOSE ANTONIO MENDOZA, Asesor~~

~~ING. ELIAS SANCHEZ ISLAS, Asesor~~

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

FERTILIZACION Y DENSIDADES DE POBLACION EN FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) DE RIEGO BAJO PALMA EN LA DESEMBOCADURA DEL RIO BALSAS.

presentado por el Pasante RAMON ANGEL ORTEGA GUTIERREZ, han sido ustedes designados - Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes que sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarle las seguridades de mi afeta y distinguida consideración.

"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO

ING. JULIAN SANCHEZ GONZALEZ

eml.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número

Noviembre 8, 1983.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

RAMON ANGEL ORTEGA GUTIERREZ

titulada,

"FERTILIZACION Y DENSIDADES DE POBLACION EN FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.)
DE RIEGO BAJO PALMA EN LA DESEMBOCADURA DEL RIO BALSAS."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

DR. ROGELIO ILDEFONSO LEPIZ

ASESOR

ING. M.C. NICOLAS SOLANO VAZQUEZ.

ASESOR

ING. M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS.

Al contestar este oficio alrvase citar fecha y número

D E D I C A T O R I A

A Dips:

Por permitirme ser parte de este mundo

A mis padres:

Jesús y Ma. del Refugio

Les estaré eternamente agradecido

A Lupita:

Tierna esposa

A Miguel Evaristo:

A tí hijo que empiezas tu vida

Con afecto a mis hermanos:

Coco, Chave, Evaristo, Gordo, Chava, Pimpo y Morri.

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

A la Universidad de Guadalajara a través de la Escuela de -
Agricultura por hecer posible mi formación profesional.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) -
a través del Centro de Investigaciones Agrícolas del Pacífico Cen--
tro, por darme la oportunidad de realizar este trabajo.

A mi Director de Tesis Dr. Rogelio Ildefonso Lépiz, por su -
valiosa orientación para la elaboración de este trabajo.

A mis asesores Ing. MC. Elías Sandoval Islas e Ing. MC. Niço--
lás Solano Vázquez, por su valiosa ayuda en la revisión del presen--
te estudio.

Al Ing. MC. Casimiro Contreras Mexicano, Coordinador Regional
de Investigación del Campo Agrícola Experimental Valle de Apatzingán
por las facilidades brindadas para la elaboración de este trabajo.

A la Srita. Martha Elena Becerra Galván, por su valiosa ayuda
en el trabajo de mecanografía.

Así como también a toda aquella persona que de una forma u --
otra ayudó en la elaboración de este trabajo de investigación.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS	I
INDICE DE FIGURAS	III
RESUMEN	IV
1 INTRODUCCION	1
1.1 Importancia	1
1.2 Objetivos	3
1.3 Hipotesis	3
2 REVISION DE LITERATURA	5
2.1 Origen, distribución e importancia del cocotero	5
2.2 Origen, distribución e importancia del frijol	7
2.3 Siembras intercaladas	9
2.4 Intercalaciones con cocotero	10
2.5 Fertilidad del suelo, nutrición de la planta y densi- dad de población	11
2.6 La Fertilización en el cocotero	16
2.7 Estudios sobre fertilización y densidades de pobla- ción en frijol.	19
MATERIALES Y METODOS	28
3.1 Localización y descripción de la zona	28
3.2 Ubicación del sitio experimental	30
3.3 Planeación y desarrollo del experimento	31
3.3.1 Tratamientos y diseño experimental	31



	Pág:
3.3.2 Establecimiento y conducción del experimento	35
3.4 Análisis de la información	38
4 RESULTADOS Y DISCUSION	40
5 CONCLUSIONES	73
6 BIBLIOGRAFIA	75
7 APENDICE	80

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1 Lista de tratamientos de la Matriz Plan Puebla I, - para tres factores experimentales, en frijol de rie- go bajo palma en Playa Azul, Mich. Invierno de 1981.	34
2 Altura en cm de las plantas de frijol de riego bajo palma en Playa Azul, Mich. Invierno de 1981.	41
3 Contenido de materia seca en gms. de las plantas de frijol de riego bajo palma en Playa Azul, Mich. - Invierno de 1981.	44
4 Análisis factorial de la producción de materia seca por planta para el experimento de fertilización y den- sidades de población en frijol de riego bajo palma. - En Playa Azul, Mich. Invierno de 1981.	45
5 Promedio del número de vainas por planta en frijol de riego bajo palma en Playa Azul, Mich. Invierno de 1981	49
6 Análisis factorial de la producción de vainas por - planta para el experimento de fertilización y densida- des de población en frijol de riego bajo palma en - Playa Azul, Mich. Invierno de 1981.	50
7 Promedio de número de granos por vaina en frijol de - riego bajo palma en Playa Azul, Mich. Invierno de - 1981.	54
8 Peso de 100 granos de frijol en gms. en experimento - de fertilización y densidades de población, en frijol de reigo bajo palma en Playa Azul, Mich. Invierno de 1981.	55

Cuadro

Pág.

9	Rendimiento en kg/ha, en un experimento de fertilización y densidades de población, en frijol de riego bajo palma en Playa Azul, Mich. Invierno de 1981.	57
10	Análisis factorial de la producción de grano para el experimento de fertilización y densidades de población en frijol de riego bajo Plama en Playa Azul, Mich. Invierno de 1981.	58
11	Resultado del análisis de una muestra de suelo sobre el cual se realizo el experimento de fertilización y densidades de población en frijol de riego bajo palma en Playa Azul, Mich. Invierno de 1981.	60
12	Rendimiento de frijol por tratamiento (kg/ha)	64
13	Análisis de presupuesto parcial de experimento con fertilizantes y densidad de población (por Hectárea)	65
14	Análisis de dominancia de datos de respuesta a fertilización y a la densidad de población.	68
15	Análisis marginal de tratamientos de fertilización y densidad de población no dominados (por hectárea)	69

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pag.
1 Selección de los niveles de cada uno de los 3 factores en sus espacios de exploración respectivo, utilizando la Matriz Plan Puebla I.	32
2 Representación gráfica de la Matriz Plan Puebla I, para 3 factores: Fertilización nitrogenada, fosfórica y densidades de población (D.P.)	33
3 Patrón de siembra y distribución de los 16 tratamientos en experimento de fertilización y densidades de población en frijol intercalado con palma de coco.	36
4 Producción de materia seca por planta de frijol de riego bajo palma como respuesta a la dosificación de fertilizante nitrogenado y fosforado y a la densidad de población.	46
5 Producción de vainas por planta en frijol de riego bajo palma como respuesta a la dosificación de fertilizante nitrogenado y fosforado y a la densidad de población.	51
6 Producción de grano de frijol de riego bajo palma como respuesta a la dosificación de fertilizante nitrogenado y fosforado y a la densidad de población.	59
7 Curva de beneficios netos para el ensayo de fertilización y densidades de población.	72

R E S U M E N

En la zona de la desembocadura del Río Balsas, la producción de frijol es insuficiente para cubrir la demanda de esta leguminosa en la región, debido a los bajos rendimientos unitarios que se obtienen, así como por la poca superficie que se destina al cultivo del mismo. Se realizó un experimento en un suelo migajón limoso que se considera representativo de la zona, con el objeto de determinar la dosis óptima económica de fertilización y densidad de población en frijol de riego intercalado con palma, con la finalidad de aprovechar al máximo el recurso suelo e incrementar la producción de esta leguminosa en la región. Los niveles de exploración fueron para nitrógeno 20-40-60-80 kg/ha, fósforo 0-30-60-90 kg/ha y para densidad de población 80,000 - 120,000 - 160,000 - 200,000 plantas/ha. La selección de los niveles de exploración fue la de la Matriz Plan Puebla I, para 3 factores, así como el diseño de los tratamientos, fueron añadidos como tratamientos los testigos 0-0-160,000 y 0-30-160,000 de nitrógeno, fósforo y densidad de población respectivamente. El diseño experimental fue el de bloques al azar con 4 repeticiones. La fuente de nitrógeno fue sulfato de amonio y de fósforo, superfosfato de calcio triple y se utilizó la variedad de frijol Jamapa.

Los datos obtenidos del experimento fueron: altura de planta cada 8 días hasta los 56 días, materia seca por planta cada 8 días hasta los 56 días, así como también en la cosecha, número -

de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos y rendimientos de grano.

Después de la preparación del terreno y un riego de pre-siembra se procedió a ésta el día 18 de enero, aplicando el fertilizante a la dosis correspondiente y depositando las semillas a la distancia convenida; la siembra fue manual, abriendo raya con azadón y tapando con el mismo.

Durante el desarrollo del cultivo se dieron las siguientes labores culturales: aclareo a una planta y deshierbe manual a los 21 días de sembrado, un cultivo y aporque a los 33 días de la siembra para que finalmente se le diera un deshierbe a los 10 días después del aporque. Se le dió un riego ligero cuando el cultivo se encontraba en la etapa de floración y se controlaron las plagas que se presentaron.

El análisis de la información obtenida del experimento -mostró lo siguiente: no hubo diferencia significativa para la altura de planta; hubo diferencia altamente significativa para materia seca por planta en donde el fósforo mostro un efecto significativo cuando se aplicó a razón de 30 kilogramos por hectárea. La prueba de F para la producción de vainas por planta fue significativa, el incremento en la dosis de nitrógeno y la densidad de población pre-setaron un efecto negativo a la producción de vainas por planta y fósforo fue significativo y positivo a 30 kilogramos por hectárea. La producción de granos por vaina y peso de 100 granos, no mostraron efecto de los tratamientos. La producción de grano en kg/ha,-

tampoco fue afectada significativamente, provablemente por el alto coeficiente de variación; no obstante esto, en el análisis económico se encontró que el tratamiento 20-30-0 con 120 mil plantas por hectárea presenta la mayor tasa de retorno marginal del experimento. Con lo anterior se concluye que el sistema de intercalar frijol en palma de coco, se considera como recomendable. Es conveniente continuar la investigación para llegar a conclusiones definitivas.

1 INTRODUCCION

1.1 Importancia

Después del maíz, el frijol ocupa el segundo lugar en -- importancia tanto por la superficie que se siembra, como por el vo- lúmen de grano consumido por persona en el país.

Lépiz (1980), dice que en México el frijol ha sido hasta ahora debido a su menor costo, la principal fuente de proteínas pa- ra el sector rural y urbano de bajos ingresos, pues en 1980 un kilo- gramo de proteína de carne de res (15.2% de proteína y 100 pesos el kilogramo de bisteck), costaba 657.90 pesos, en tanto que un kilo- gramo de proteína de frijol (24% de proteína y 15 pesos el kilogra- mo de semilla), costaba 62.50 pesos.

El frijol común en México, se siembra desde el nivel del mar hasta alturas de 2,500 m.s.n.m., cubriendo una superficie de - dos millones de hectáreas anuales con características ecológicas, - económicas y sociales muy diferentes.

En todos los estados del país se siembra y cosecha frijol en menor o mayor cantidad. En cuanto a superficie y producción, - destacan los estados de Zacatecas, Durango, Chihuahua, Jalisco, Ta- maulipas, Nayarit, Guanajuato, Puebla, Sinaloa y Chiapas. Los esta- dos de Nayarit, Sinaloa y Jalisco, además de tener una alta produc- ción de grano, destacan por sus altos rendimientos.

En el ciclo primavera-verano, se siembra la mayor superfi

cie y se obtiene también la mayor producción de frijol: 1'372,076 hectáreas y 530,839 toneladas, que representan el 83.83% y 68.26% del total nacional, respectivamente. En este ciclo los rendimientos son bajos (387 kilogramos por hectárea), debido a varios factores: a) sequías ocasionadas por la escasa e irregular precipitación en la mayoría de la superficie sembrada de temporal; b) heladas -- tempranas principalmente en el norte del país y c) sistemas de producción tradicionales, donde se usan variedades criollas, se utilizan bajas densidades de población, se hace escaso uso de fertilizantes e insecticidas y, por consiguiente, hay un ataque severo de plagas y enfermedades.

En el ciclo otoño-invierno, se siembran 264,859 hectáreas y cosechan 246,859 toneladas de grano, que corresponden al 16.17% y 31.74% de la superficie y producción nacionales, respectivamente. Es importante destacar que con solo el 16% de la superficie cosechada a nivel nacional, se obtiene casi la tercera parte de la producción total; esto se explica por los buenos rendimientos unitarios, los cuales son de 933 kilogramos por hectárea. (Lépiz, 1982).

En la región de la "Desembocadura del Río Balsas", localizada entre los límites de Michoacán y Guerrero se encuentra el Distrito de Riego 098, el cual cubre una superficie de 15,000 hectáreas de las cuales 7,000 hectáreas aproximadamente se encuentran con palma.

La superficie que se siembra con frijol en el Distrito es de: 300 hectáreas aproximadamente, las cuales se siembran en unicul

tivo o intercalados con cocotero y en algunos casos con mango y los rendimientos oscilan de 300 a 500 kilogramos por hectárea.

Teniendo en cuenta lo anterior y considerando que: a) La producción de frijol en el país es insuficiente en la actualidad; -
b) Los pocos productores de frijol de la región, desconocen el -
empleo de los fertilizantes químicos para el cultivo; c) Existen --
7,000 hectáreas con palma dentro del Distrito de Riego 098 en las -
cuales se puede sembrar un determinado número de plantas de frijol
por hectárea, se planteó el presente trabajo con los siguientes --
objetivos:

1.2 Objetivos

Determinar la posibilidad de aumentar los rendimientos -
unitarios del frijol intercalado con palma, mediante el uso de algu
nos insumos.

Determinar la dosis óptima económica de fertilización en
frijol de riego bajo palma.

Determinar el número óptimo de plantas por hectárea de -
frijol cultivado bajo palma.

1.3 Hipótesis

a) El sistema de frijol intercalado con palma de coco -
ofrece posibilidades de producción de frijol.

b) Con el empleo de fertilizantes, pueden incrementarse los rendimientos de frijol en el sistema frijol intercalado con palma.

c) Con una densidad de población óptima, pueden incrementarse los rendimientos de frijol en el sistema bajo palma.

2 REVISION DE LITERATURA

2.1 Origen, distribución e importancia del cocotero

Numerosos son los botánicos que han intentado decifrar el misterio del origen del cocotero (Cocos nucifera L.), pero sin llegar a reunir pruebas convincentes, existiendo muchas hipótesis al respecto. De candolle, Vavilov, Mayuranathan, Lepesme y Child, citados por Fremond (1981), señalan el sudeste Asiático, en especial la zona comprendida entre la Península Malaya por el Oeste, hasta Nueva Guinea y Melanesia por el Este, como el centro de origen del cocotero. Lepesme hace notar que el 90% de los insectos específicos del coco se hayan en Melanesia, mientras que solo hay el 4% en África y el 20% en América, quedando esta hipótesis como la más probable. (Fremond et al 1981.)

La palma de coco es el árbol cultivado más extendido en el mundo, ya que se encuentra en todas las zonas intertropicales del planeta. Su ubicación geográfica está comprendida entre los 20° de latitud a ambos lados del Ecuador, pudiendose cultivar en altitudes hasta de 300 m.s.n.m., con requerimientos de 1,500 mm de precipitación pluvial anual y temperaturas de 25 a 30°C (Cervantes, 1978).

Los principales países productores de coco en el mundo son: en Asia y el Pacífico, Las Islas Filipinas con 1'073,800 hectáreas, 165'000,000 de árboles y una producción de copra de 1'500,000 toneladas ocupando el primer lugar en plantación y producción de copra en el mundo. Indonesia era antes de la segunda guerra mundial,

el primer productor mundial de copra lugar que ha perdido a causa - de la concurrencia de otros cultivos considerados como rentables - que provocaron la destrucción de los plantíos de cocotero; en 1939 se estimaba que la superficie de las plantaciones era de 800,000 a 900,000 hectáreas. La India ocupa el segundo lugar en el mundo por la superficie de sus cocotales: 640,000 hectáreas aproximadamente - pero en producción mundial de copra ocupa el tercer lugar con 254,000 toneladas, a causa del gran consumo local de fruto fresco - y de una producción elevada de fibra de coco (100,000 toneladas). - Ceilán tiene 430,000 hectáreas cubiertas con palma de coco. Mala- sia 210,000 hectáreas con palma de coco, superficie que fué alcanza da desde 1920. Vietman tiene una superficie de cocotales de aproxi madamente 30,000 hectáreas y una producción de copra de 25,000 tone ladas. Tailandia con una superficie de cerca de 125,000 hectáreas produce poca copra y lo esencial de su producción está consagrada a la alimentación humana. En el resto del mundo, Trinidad y Tobago - con una superficie de cocotal de 24,000 hectáreas aproximadamente ; en Jamaica se tienen 50,000 hectáreas de cocotero, en Brasil 80,000 hectáreas cubiertas por cocotero de las cuales el total de la pro ducción se destina a consumo domestico; Mozambique es el mayor pro ductor africano de copra con 62,000 toneladas y una superficie de - cocotal de 70,000 hectáreas, ocupando el segundo lugar Tanzandia - con una superficie de 40,000 hectáreas de palma de coco y una pro ducción de copra de 26,000 toneladas. (fremond et al 1981).

En México la superficie cubierta por cocotero es de -- aproximadamente 188,000 hectáreas con una producción anual de copra de 180,000 toneladas, ocupando el octavo lugar en el mundo en pro-

ducción de copra. (Cervantes, 1978).

En México los principales Estados en cuanto a superficie de coco se refiere son: Guerrero con 68,000 hectáreas, Colima con 32,000 hectáreas, Tabasco con 20,000 hectáreas, Oaxaca con 25,000 hectáreas, Michoacán con 8,250 hectáreas; existen otros estados de la República en los cuales se tienen plantaciones de cocotero pero debido a su reducida superficie carecen de importancia económica. (Cervantes, 1978).

Actualmente en la "Desembocadura del Río Balsas", se obtiene alrededor de 2,400 kilogramos de copra por hectárea y por año, producción que se considera buena en relación con la de otros lugares donde se cultiva esta palmácea, aproximadamente de 1000 a 3000 kilogramos por hectárea y por año. (Ceniceros, 1981).*

2.2 Origen, distribución e importancia del frijol

Kaplan y Mac Neish (1960) y Kaplan (1965, 1967) han reportado restos de (Phaseolus vulgarisL) con antigüedad de 6,000 a 7,000 años antes del presente en Tehuacán Puebla, México; 1,000 a 2,300 años antes del presente en el Suroeste de los Estados Unidos de América; y 7,680 años antes del presente en Callejón de Huaylas, Perú (Kaplan et al., 1973). Estos hechos concuerdan con los principios sugeridos por De Candolle (1886) y Vavilov (1949/50), para determi-

* Conafrut, Lázaro Cárdenas. Comunicación personal.

nar el centro de origen de plantas cultivadas, e indican que Phaseolus vulgaris L., se originó en el área de México-Guatemala (Miranda 1967; Gentry, 1969), a una altura aproximada de 1,200 m.s.n.m. (Miranda, 1979). Así mismo las formas silvestres de Phaseolus vulgaris L. se localizan en las partes Occidental y Sur de México, en Guatemala y en Honduras, a lo largo de una franja de transición ecológica localizada entre los 500 y 1,800 m.s.n.m. (Miranda, 1977; Gentry, 1969). Por otro lado también se han encontrado en la parte Oriental de la Cordillera Andina, en América del Sur, entre los 1,500 y 2,800 m.s.n.m. (Brücher, 1968).

En México en el periodo de 1970 a 1975, se sembraron con frijol un promedio de 1'762,000 hectáreas anuales y se obtuvo una producción media de 960,000 toneladas con rendimiento medio de 545 kilogramos por hectárea; la producción en tales años fue suficiente para surtir la demanda interna de frijol, llegándose inclusive a acumular un excedente de aproximadamente 500,000 toneladas. A partir de entonces la superficie cosechada ha mostrado una variación considerable, por lo que la producción se mantuvo en su nivel normal, unicamente en los años de 1978 y 1980; esto trajo como consecuencia la importación en 1980 de alrededor de 250,000 toneladas de grano para satisfacer la demanda originada por la baja producción obtenida en 1979, debida principalmente a factores climáticos adversos, como sequía y heladas tempranas. (Lépiz, 1982).

En el año de 1981, la superficie cultivada con frijol en el país fue de 2'150,000 hectáreas y se obtuvo una producción de 1'469,000 toneladas de grano. Producción con la cual la demanda de

este grano en el país quedo satisfecha (INIA, 1982).

2.3 Siembras intercaladas

Higuera, citado por Beracoechea (1977), nos dice que las siembras intercaladas consisten en aprovechar espacios que dejan los cultivos de largo periodo vegetativo, para sembrar en ellas otros cultivos de menor periodo vegetativo. Mientras que Márquez, citado por Lépiz, (1978), dice que un cultivo intercalado es un agroecosistema que resulta de la disposición alternada de dos o más especies en surcos o franjas. Según García (1976), son siembras si multáneas de dos o más cultivos en el mismo terreno, en surcos inde pendientes pero vecinos.

El frijol se cultiva en asociación con otros cultivos ta les como maíz, maíz-calabaza, caña de azúcar, sorgo y con algunos frutales cuando estos son jóvenes como mango, cocotero, limón, tama rindo, etc., predominando de estas asociaciones en cuanto a superfi cie y producción se refiere la de maíz y frijol.

En México el sistema de producción maíz y frijol asocia dos se ha venido llevando a cabo desde épocas precortecianas y en la actualidad sigue siendo de gran importancia en la producción de alimentos (Lépiz, 1974). Este sistema de producción se lleva a cabo en el ciclo primavera-verano bajo condiciones de temporal y es por lo general realizado por agricultores de escasos recursos económi cos; la superficie que se siembra en el país con frijol asocia do con maíz es aproximadamente el 50% de la superficie total sembrada

con frijol.



2.4 Intercalaciones con cocotero

Fremont et al (1981), dicen que los cultivos intercalados con cocotero pueden ser: plantas hortícolas como la mandioca, ñame, boniato, frijol, cacahuete, legumbres, generalmente anuales o bienales o cultivos perennes como el cacao y plátano. Esta intercalación coco-cultivos hortícolas debe ser prevista sobre todo para jóvenes cocotales aún improductivos, pues posteriormente, la sombra será demasiado densa y la competencia radicular demasiado fuerte (en un cocotal de densidad normal). En las regiones que gozan de una excelente pluviosidad y de suelos ricos, se mantiene la asociación coco-cultivos perennes de manera permanente.

Ibarra (1943), dice que en México se hacen siembras intercaladas para propósitos de cosecha, por lo general, en los dos primeros años de vida de la plantación de cocotero aunque excepcionalmente éstas se continúan hasta los 5 y 6 años. Las siembras intercaladas favorecen a las plantaciones, ya que por medio de las labores de cultivo que se dan a los cultivos intercalados ayudan a conservar las huertas libres de malas hierbas o malezas. Montes de Oca (1943), indica que existen pequeños plantíos de cocotero enclavados en terrenos ocupados con cultivos de poca utilidad, pero que son indispensables para sufragar las necesidades de los habitantes de la región. Estos deberán seguirse sembrando, pero con la condición de que sean intercalados con verdadero cuidado entre las plantas jóvenes de los cocotereros.

2.5 Fertilidad de suelo, nutrición de las plantas y densidad de población.

Fremond et al, (1981) mencionaron que, el uso muy extendido de los cultivos intercalados no es condenable a menos que los cocoteros sean perjudicados, lo que sucede demasiado a menudo cuando los cocoteros son ahogados por los cultivos y los suelos empobrecidos por una explotación intensiva sin abono. Por el contrario, si el cultivo está bien llevado, será beneficioso para el coco que saca provecho de las labores culturales (cultivos, deshierbados) y de los abonos. Pero estas asociaciones solo son posibles si las condiciones ecológicas son favorables a los dos cultivos, lo que no es el caso más corriente. Por otro lado, Días del Pino (1964), menciona que en México rara vez los suelos presentan la fertilidad suficiente para proporcionar los nutrientes adecuados para el desarrollo óptimo del cultivo y que en cultivos intercalados es más notoria esta deficiencia.

Según la N.P.F.I. (1978), dice que 16 elementos químicos se sabe son necesarios para el crecimiento saludable de las plantas. La escasez de solo uno de ellos puede mermar seriamente los rendimientos y las utilidades en la agricultura; además, cuando cualquiera de los elementos nutritivos para la planta no se encuentra en forma aprovechable en cantidad suficiente, el desarrollo se verá afectado ya sea que la deficiencia se aguda, o no. En tales condiciones la planta no puede producir su rendimiento más alto. Por otro lado Clarke (1974), menciona que si alguno de los elementos nutritivos necesarios falta por completo, se inhibe el crecimiento de

las plantas y finalmente mueren. En algunos habitats pueden hallarse presentes todas las sustancias esenciales, pero una o varias de ellas pueden encontrarse en concentraciones tan bajas, que algunas especies no pueden absorberlos para completar las necesidades alimenticias. En estos casos el crecimiento de las plantas está sometida a la denominada ley del mínimo de Liebig. Según esta ley el crecimiento está limitado por la sustancia que se encuentra en cantidades mínimas en relación con las necesidades del organismo. Según Arnon citado por Tysdale y Nelson (1977): a) una deficiencia del elemento hace imposible para la planta completar el estadio vegetativo o reproductivo de su vida. b) los síntomas de deficiencia del elemento en cuestión, pueden ser prevenidos o corregidos solamente mediante el suministro del elemento; c) el elemento está directamente involucrado en la nutrición de la planta, aparte de su posible efecto corrigiendo alguna condición microbiológica o química en el suelo o medio del cultivo.

Por lo que respecta a las leguminosas Tysdale y Nelson (1977), mencionan que la fijación del nitrógeno por éstas es máximo, tan solo cuando el nivel de nitrógeno disponible del terreno alcanza un mínimo. Es aconsejable, generalmente, incluir una pequeña cantidad de fertilizante nitrogenado en la siembra de leguminosas, para asegurar que las plantas tengan un suministro adecuado, hasta que el *Rhizobium* pueda comenzar a establecerse en sus raíces. Aplicaciones grandes o continuadas de nitrógeno reducen, sin embargo, la actividad de las bacterias y, por consiguiente son generalmente antieconómicas.

Por otro lado Buckman y Brady (1977), dicen que con la posible excepción del nitrógeno, ningún otro elemento es tan decisivo para el crecimiento de las plantas en el campo como el fósforo. Una carencia de este elemento es doblemente seria, puesto que evita que las plantas aprovechen otros nutrientes. Por ejemplo, antes del uso de fertilizantes comerciales, la mayor parte del nitrógeno del suelo depende indirectamente de la reserva de fósforo. Esto se debe a la influencia vital del último elemento sobre el crecimiento de las leguminosas. Actualmente, la necesidad del fósforo para retener el nitrógeno de las legumbres está universalmente reconocida.

Por lo que respecta a las densidades de población Tysdale y Nelson (1977), dice que un inadecuado número de plantas puede limitar la producción del cultivo. No obstante hay también un punto sobre el cual un incremento en el número de plantas no produce mayor rendimiento, debido a la competencia entre las plantas por los nutrientes, agua y luz. Así mismo Rojas (1959 y 1976), menciona que la luz además de su acción en la síntesis de alimentos (fotosíntesis), actúa sobre el rendimiento direccional (fototropismo); se ha comprobado que la región del espectro que tiene acción sobre el crecimiento es diferente a la que actúa sobre la fotosíntesis, con lo que la luz sobre el crecimiento interfiere con la acción sobre el desarrollo. Para explicar esto Rojas (1959) dice que el fototropismo tiene una base hormonal bien demostrada, aunque el mecanismo se discute. Se sabe que cuando una planta recibe luz parcialmente, las células iluminadas se cargan negativamente en tanto que las sombreadas lo hacen positivamente; la auxina, siendo electronegativa va a las células sombreadas, distribuyéndose en ellas e inducien

do un rápido crecimiento; el efecto es que la planta se inclina hacia la luz. Otra explicación es que la luz inactiva a la auxina. Sea de ello lo que fuere, se ha comprobado que las células sombreadas presentan una mayor proporción de auxina que las iluminadas.

Por otro lado Eriksen y Whitney (1981) para determinar la respuesta de algunas especies de pastos tropicales a situaciones de baja luz, tales como bajo cultivo de plantación cubiertos de nubes estacionales, etc., seis pastos de forraje tropical fueron evaluados por un periodo de veinte meses sobre un Oxic Halplustoll en Hawai (100 m.s.n.m.) bajo cuatro regímenes de luz 100, 70, 45 y 27% de luz del día usando redes de polipropileno en el campo. Los pastos forrajeros evaluados fueron: Brachiaria brisantha, B. miliifirmis, Digitaria decumbens, Panicum maximum, Penicetum clandestinum y P. purpureum. Los rendimientos de materia seca de pastos fertilizados con nitrógeno 365 kg/ha por año fueron mayores a 100 y 70% de luz del día (16 a 40 tn. metricas de materia seca por año) con P. maximum y P. purpureum teniendo los rendimientos mayores. Bajo 70% de luz del día los rendimientos fueron de 8 a 15 tn con P. maximum, P. brisata, B. miliifirmis, teniendo los mayores rendimientos, cuando no se aplicó nitrógeno, los rendimientos máximos en toneladas por hectárea fueron: B. miliifirmis 9.2 a 27% de luz del día. D. decumbens, P. maximum, P. brisata 13.5 a 15 y 45% de luz del día y P. clandestinum 9.2 a 70% de luz del día. P. purpureum sin nitrógeno rindió 30 toneladas a la luz del día completo; debido a su gran sistema de raíces muy extendido invadió parcelas adyacentes fertilizadas con nitrógeno. El % de materia seca en forraje de creció con el sombreado y fertilización con N, el % de N se incremen-

to conforme decrecio la intensidad de la luz de 1 a 1.6% en el me- nos nitrógeno y de 1.2 a 1.9% en el tratamiento con más nitrógeno. - La altura del pasto se incremento significativamente conforme decre- ció la intensidad de la luz y la fertilización nitrogenada; las con- centraciones de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, cobre y Zinc, tendieron a ser altos en forrajes sombreados altos en forrajes fertilizados con nitrógeno (excepto para Potasio y Zinc). Los pas- tos tropicales estudiados generalmente respondieron a la fertiliza- ción de nitrógeno, solo bajo condiciones de moderada a alta radia- ción solar.

Por otro lado Orozco (1979) menciona que el cultivo del -- limón (Citrus aurantifolia S), responde favorablemente a las aplica- ciones de los fertilizantes, de tal manera que en una huerta de -- limón de nueve años asociada con palma coprera (Cocus nucifera L.) - en producción, las aplicaciones de nutrimentos aumentaron los rendi- mientos siendo mayor estos (414 kg/árbol/año con la dosis 1.2 - 0.6 - 0.6 kg/árbol/año de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente, fraccionando la dosis en tres aplicaciones al año, siendo esta misma dosis la de ma- yor producción durante 6 años de investigación. La aplicación de - nitrógeno aumenta el área foliar y hace que sean más aprovechables - el fósforo y potasio aplicado. Cuando no se aplicó fertilizante y si se hicieron las demás prácticas culturales, los árboles produje- ron alrededor de 150 kilogramos por árbol por año.

Así también Uribe (1983), estudiando la respuesta del maíz de riego intercalado con palma de coco (Cocus nucifera L) a la apli- cación de nitrógeno y fósforo a diferentes dosis en la costa de --

Michoacán y Guerrero encontró que las aplicaciones de nitrógeno y fósforo así como su interacción fue significativa en la costa de Guerrero y únicamente la hubo para nitrógeno en la Costa de Michoacán; no obstante esto, menciona que el cultivo anual (maíz) se ve afectado por la competencia por luz, con el cultivo perenne manifestando bajos rendimientos, tallos muy delgados (sobre todo en los testigos lo que hace suponer una interacción en la respuesta fisiológica del cultivo, entre la luz - tratamientos de fertilización) y el nulo porcentaje de cuateo, la escasa longitud de las mazorcas y la baja productividad del cultivo anual.

2.6 La fertilización en el cocotero

Cada año el cocotero elabora una considerable cantidad de materia vegetal; produce de 30 a 100 nueces, de 12 a 15 hojas, alargamiento del estípete y formación de muchas raíces, utilizando básicamente N, P_2O_5 y K_2O ; las absorciones anuales de nutrientes (kilogramos por hectárea) según varios autores, se señalan a continuación (Fremond, et al 1981).

Elemento	Jacob y Coyle (1927)	Eckstein (1937)	Pillai y Dacis (1963)
N	64	91	56
P_2O_5	29	40	27
K_2O	95	131	85

Ochse, et al (1972), nos dice que existen evidencias de que el rendimiento del coco y por lo tanto de copra se pueden incre

mentar mediante la aplicación de fertilizantes. Indicando que un experimento con 3 tratamientos (testigo sin fertilizar; aplicación de N-P, aplicación de N-P-K), los resultados indicaron un aumento progresivo de los rendimientos de coco por palma a partir del año de aplicación hasta ser de 18 cocos por palma en los testigos, 31 en los que recibieron N-P y 36 en los que recibieron N-P-K.

En Costa de Marfil, donde la carencia potásica es dominante, la aplicación de sulfato de amonio a cocoteros de 40 años disminuye el peso medio de copra por nuez, pero cuando se corrige la carencia potásica, se observa una respuesta positiva al sulfato de amonio, con un aumento del 28% en nueces por árbol y año, en relación al abono potásico solo. (Fremond et al 1981).

Fremond, et al (1981), señalan que sobre arboles adultos no se ha obtenido aumento significativo en el rendimiento a causa de aportes de fosfato dicalcico en arboles de 10 años, se aumenta significativamente la producción y se observa una interacción P-K sensible pero no significativa, sobre el número de nueces y la copra por nuez y que el "Coconut Research Institute" de Ceilán, en un experimento de (N-P-K) de larga duración, el P_2O_5 tuvo un efecto significativo sobre la producción hasta los 26 años; en otro experimento en un cocotal joven además del efecto del P_2O_5 , se puso de manifiesto la interacción N-P claramente significativa sobre el rendimiento.

2.7 Estudios sobre fertilización y densidades de población en frijol.

Asif y Greig (1978), dicen que en ensayos de campo efectuados en 1968 y 1969, se aplicaron a la habichuela 0, 60, 120 y 180 lb/acre de N, con o sin 43 lb/acre de P y 83 de K. Las aplicaciones de P y K redujeron el rendimiento de vainas y aumentaron el contenido de Fe en las plantas, pero obstacularizaron la absorción de Mg y Zn. Las vainas presentaron la acumulación más alta de N, P y Zn; las hojas la de K, Ca, Mg, Fe, y Mn y los tallos de Cu. En general, el frijol tenía un contenido mayor de nutrientes en la primavera que en el otoño.

Bolsonello, et al (1978), realizaron cinco experimentos de fertilización en frijol con N y P en 3 localidades de la zona Metalurgica de Minas Gerais (Brasil): Itaua (2 ensayos), Pará de Minas (2 ensayos) y Divinópolis. Se aplicaron tres niveles de sulfato de amonio (0, 30 y 60 kg/ha de N), cuatro niveles de superfosfato (0, 40, 80 y 100 kg/ha de P_2O_5). La cantidad de cloruro de potasio (60 kg/ha de K_2O) fue uniforme en todos los tratamientos. Los rendimientos aumentaron con los tratamientos. Los efectos de superfosfato fueron cuadráticos en los dos experimentos de Itaua y en uno de Pará de Minas. El máximo rendimiento se obtuvo con aproximadamente 80 kg/ha de P_2O_5 . En los demás ensayos de Itaua y Divinópolis el efecto del sulfato de amonio fue lineal, en los demás, resultó cuadrático, alcanzando rendimientos máximos con aproximadamente 50 kg/ha de N. La interacción entre los fertilizantes fue significativa, excepto en Pará de Minas.

Barrios, et al (1977), con el objeto de estudiar la respuesta de la caraota (Phaseolus vulgaris L), a la fertilización

con N, P, y K, sembraron 10 ensayos en cinco regiones diferentes de Venezuela. Cuatro ensayos se agruparon en un factorial $3 \times 3 \times 2$; 2 utilizaron un factorial $2 \times 3 \times 2$; y los cuatro restantes un factorial incompleto con 3 niveles de N y P y 4 de K. En los 6 ensayos sembrados en los suelos correspondientes a la serie Maracay, el cultivo respondió positivamente a la aplicación de 80 kg/ha de N, en tanto que P y K presentaron una respuesta negativa. En los otros cuatro ensayos se encontró que en los suelos arenosos de Sabana de Londres, el cultivo respondió en forma ligera a la aplicación de N y P únicamente; sin embargo, los rendimientos fueron muy bajos lo cual indica que el suelo arenoso no es apto para el cultivo de frijol. En los suelos franco arcillosos del asentamiento Canaina no hubo respuesta a N, por lo tanto, la fertilización podría hacer únicamente con P y K. En San Nicolás hubo un incremento notable de los rendimientos con la aplicación de N y P. Por último, en la Isla Cocuina no hubo ninguna respuesta del cultivo a la aplicación de fertilizante, por tratarse de un suelo virgen formado por la sedimentación de materia orgánica del Río Orinoco, que aún no requiere fertilización.

Barrera (1977), citado por Lépiz (1980), estudiando la influencia de la densidad de siembra el rendimiento, pudriciones radicales y componentes de rendimiento en 3 variedades de frijol en Santiago Ixcuintla, Nay., encontró que la producción de granos por vaina es determinada por el genotipo y poco influenciada por los cambios poblacionales; además, que el potencial productivo de vainas por planta era modificado en forma notable en los 3 genotipos probados, de manera que con el uso de espaciamientos entre surcos de

60 cm y entre plantas de 5 cm se obtuvieron las menores producciones de vainas por planta, aunque el rendimiento alcanzado por unidad de superficie fue el mayor.

Campos (1977) citado por Lépiz (1980), reporta que los experimentos realizados en 1976, mostraron que el frijol responde positivamente a la fertilización, especialmente en los Municipios de Teocaltiche y Jalostotitlán, donde se encuentra la mayor superficie de frijol en unicultivo. En 1977, se establecieron dos experimentos en Tepatitlán y uno en Teocaltiche; los niveles de nitrógeno fueron: 20, 30, 40 y 50; los de fósforo: 20, 40, 60 y 80 y los de densidades de población de 80, 100, 120 y 140 mil plantas por hectárea para texano; 120, 130, 140 y 150 mil plantas por hectárea, para Cías - 72 de 120, 140, 160 y 180 mil plantas por hectárea, para Canario 107. En Tepatitlán el frijol texano, no mostró respuesta a la fertilización siendo económicamente mejor no fertilizar, debido a los bajos rendimientos obtenidos. En el experimento con canario 107 en la misma localidad, el mejor tratamiento fué el de: 30 N - 40 P - 140 D.P.; en éste ensayo el testigo (0 nitrógeno - 0 fósforo 150 000 densidad de población), mostró un ingreso neto de 1,289 pesos por hectárea y el tratamiento señalado de 3,378 pesos por hectárea. En Teocaltiche el mayor ingreso neto se obtuvo con el tratamiento 30 N - 40 P - 120 D.P. y la variedad fué Cías-72.

Castillo (1978) citado por Lépiz (1980), estudiando en el Norte de Chihuahua, la respuesta del frijol a niveles de nitrógeno, fósforo, densidad de población, y la época de aplicación de nitrógeno obtuvo lo siguiente: para suelos ligeros 25 - 25 - 0 con 110 mil

plantas por hectárea, aplicando el 50% de nitrógeno en la primera labor; en los suelos pesados la fórmula 30-70-0 con 110 mil plantas por hectárea, aplicando todo el fertilizante en la siembra.

Edje, et al (1978) dice, que dos cultivares determinados de frijoles se cultivaron con tres niveles de fertilizantes (0, 400 y 800 kg/ha) y con tres poblaciones (111, 000, 222, 000 y 444,000 plantas/ha., en lomos de surcos de 45 cm. Los rendimientos en gramos, reunidos los cultivares y las poblaciones, para los niveles de fertilizante bajo, medio y alto fueron 1216, 1514 y 1670 kg/ha, respectivamente. En general, el rendimiento (g/planta) el tamaño de la semilla, las ramas por planta, y el largo de la vaina también se incrementaron con el nivel del fertilizante. Los rendimientos medios de los cultivares y niveles de fertilizantes, para poblaciones bajas, media y alta, fueron 1244, 1477 y 1601 kg/ha, respectivamente. Los más altos rendimientos por planta, vainas por planta, granos por planta fueron obtenidos con las poblaciones bajas. El rendimiento (kg/ha) estuvo positivamente correlacionado con el tamaño de la semilla, altura de la planta y longitud de la vaina. La altura sobre el nivel del suelo de la primera vaina fué más grande en la alta población de plantas.

Fontes, et al (1977), relacionaron 4 experimentos en un suelo cámbico podzólico rojo amarillento arcilloso en Viscosa (2 pruebas), en Visconde do Río Branco y en Sao Pedro dos Ferros en Zona de Mata (estado de Minas Gerais) durante 2 ciclos vegetativos. El objetivo del estudio era determinar el efecto de Ca, P y N sobre el rendimiento de semilla del frijol seco (Phaseolus vulgaris L).

En Viscosa, se evaluó el efecto residual de los fertilizantes y la cal en una segunda siembra en la misma parcela sin adición posterior de fertilizante o cal. En la primera siembra los 3 factores estudiados aumentaron el rendimiento significativamente. El N ocupó el primer lugar, seguido por P y Ca. La eficiencia de N aumentó con el incremento de Ca. El frijol respondió al Ca residual en la segunda siembra de Viscosa. En Sao Pedro dos Ferros, Ca fué el único factor que aumentó el rendimiento significativamente. La respuesta de las plantas a N y P en Visconde de Río Branco fué significativa aunque parece ser que no hubo interacción entre los otros factores obteniéndose resultados imprecisos.

García (1977) citado por Lépiz (1979), reporta que en la Costa Sur de Tamaulipas se estudiaron los siguientes tratamientos de fertilizantes: 0-0-0, 40-0-0, 0-60-0, 40-60-0 y 40-60-0 + 1 tonelada de azufre. El análisis mostró rendimientos iguales para todos los tratamientos, excepto para el que llevó aplicación de azufre; éste tratamiento duplicó el rendimiento por la aplicación de dicho producto. (40-60-0, 464 kilogramos por hectárea, 40-60-0 + S, 835 kilogramos por hectárea.)

Herrera (1977), dice que con el objeto de evaluar los efectos de la fertilización en frijol se llevaron a cabo 9 ensayos en 5 localidades diferentes de los cantones de Acosta y Aserrí. Se aplicaron las prácticas culturales recomendadas por la Estación Experimental Agrícola "Fabio Baudrit Moreno" de la Universidad de Costa Rica. Se usó la variedad Mex 80-R que ya había sido probada en la zona con buenos resultados. Se empleó un diseño factorial 3^3 , más -

testigos adicionales; para medir el error experimental se recurrió a la interacción NPK y a las diferencias entre testigos. Se hizo un análisis estadístico conjunto de los 9 experimentos y de cada uno por separado. Para las condiciones de las localidades se resultó positiva la aplicación de 50 kg/ha de P. Tanto K como sus interacciones no incrementaron la producción.

Ledesma (1978) citado por Lépiz (1980), encontró que en Tecamachalco, fertilizando con 50 N, 40 P, a 120 mil plantas de frijol por hectárea se obtenían los mejores rendimientos; así mismo en Cd. Serdán con 40 N - 40 P₂O₅ y 120 mil plantas de frijol por hectárea.

Nichols (1977), estudiando el efecto de la densidad de siembra y la aplicación de fertilizante sobre el rendimiento del frijol arbustivo en Nueva Zelanda, encontró que la proporción del peso del frijol/peso total de la planta disminuye con el aumento de fertilizantes, y/o con el aumento de la densidad de población.

Macias (1978) citado por Lépiz (1980), estudiando el efecto de la dosis del nitrógeno, fósforo y densidades de población en frijol semivoluble y otros tantos con frijol enredador en la Mixteca alta, encontró que para variedades semivolubles el rendimiento óptimo económico se obtuvo con el tratamiento 25 N - 45 P₂O₅ 50 mil D.P.F., por hectárea y para frijol enredador el tratamiento 25 N - 45 P₂O₅ - 20 mil D.P.F., por hectárea, donde N y P₂O₅ son kilogramos de nitrógeno y fósforo por hectárea y D.P.F. plantas de frijol.

Molina (1975), citado por Lépiz (1980), menciona que estudiando el efecto de la fertilización nitrogenada sobre algunos componentes fisiológicos del rendimiento y el contenido de nitrógeno en la planta en seis variedades de frijol, tomó los siguientes datos: peso seco de la semilla, peso seco de las vainas llenas, peso seco de las vainas vanas, peso seco de los tallos, número de vainas llenas, número de vainas vanas, contenido de nitrógeno en las semillas en las vainas llenas y en los tallos, y encontró, que el mayor rendimiento, estuvo asociado para todas las variedades estudiadas con el nivel de fertilizante aplicado al suelo.

Orozco (1978), citado por Lépiz (1980), encontró que en la Sierra de Chihuahua, los estudios de fertilización en frijol realizados en 1976, mostraron que para los suelos rojos de Cusi y Bachiniva la dosis óptima económica es de 30-50-0; para los suelos de Cuauhtémoc y Riva Palacio 45-50-0 y en los suelos negros de Cusi 20-23-0. En 1977 se establecieron 8 experimentos y los resultados permitieron obtener las siguientes recomendaciones: suelos rojos de Cusi, Riva Palacio y Cuauhtémoc, 30-60-0; suelos rojos de Namiquipa 40-60-0.

Osorio (1977), citado por Lépiz (1979), reporta que en Campeche, se estableció un experimento de fertilización y densidades de población en frijol para determinar la dosis óptima económica. Los niveles explorados fueron los siguientes: nitrógeno de 0, 30, 60 y 90, fósforo de 0, 40, 80 y 120 y densidades de población de 25, 35, 45 y 55 mil plantas por hectárea; se incluyeron además unos tratamientos con inoculantes. Los resultados no muestra

ron diferencia significativa entre tratamientos, obteniéndose el rendimiento numéricamente mayor con 30 N, 80 P₂O₅, 45 mil plantas por hectárea.

Roberts y Weaver (1978), realizaron un experimento de fertilización con N en frijol en un suelo franco limoso en el centro de Washington, con el fin de investigar las posibles causas de la diferencia de rendimiento de las variedades Bigbend, UI-36 y 114, al cultivarlas en condiciones de alta fertilidad de N. Se registraron los datos de rendimiento de 2 épocas de cosecha, evaluaciones de la maduración, producción de materia seca, concentración de N en las plantas y absorción total de N. A los 88 días después de la siembra, Bigben dió un rendimiento significativamente menor que las otras 2 variedades, pero las 3 variedades dieron un rendimiento aproximado igual al momento de la cosecha, a los 108 días después de la siembra. Se hizo evidente una respuesta significativa en rendimiento al N; la fertilización con 160 lb de N/acre produjo un rendimiento significativamente más alto que el tratamiento sin N. La maduración de la planta, medida por el color de la vaina a los 88 días, mostró una relación consistente con el rendimiento. UI-36 cercana a la madurez produjo el mayor rendimiento, y Bigbend aún inmadura, produjo el menor. La fertilización con N retardó significativamente la madurez, pero aumentó significativamente la madurez, pero aumentó significativamente el crecimiento aéreo. La concentración de N en las partes aéreas de las plantas a los 88 días fué mayor en Bigbend que en las otras dos variedades. La absorción total de N osciló entre 181-183 lb de N/acre para las 3 variedades. Las tres variedades fueron ligeramente distintas en

su madurez. Al cosecharlas antes de la fecha de madurez, se ocultaba el potencial de rendimiento de las variedades y las diferencias de rendimiento reflejaban el grado de inmadurez. No hubo evidencia de que la alta fertilidad de N sea perjudicial para el rendimiento cuando el clima es adecuado para la maduración del cultivo.

Sandsted (1977), presenta los resultados de 11 pruebas de fertilización (NPK) realizadas en New York con frijol para grano. Las respuestas de rendimiento a NPK, aplicados en bandas en el momento de la siembra, fueron en su mayor parte mínimas. Se encontró poca evidencia para recomendar a los cultivadores que apliquen en bandas más de 20 libras de N, de P_2O_5 y de 40 de K_2O en el momento de la siembra.

Silva (1978), menciona que los resultados experimentales con fertilizantes no se han aplicado en la producción agrícola de forma que aumenten la productividad y los ingresos. Una de las principales razones para esta situación es la falta de análisis económicos que permitan obtener resultados óptimos. En 4 municipios de Zona de Mata (Minas Gerais, Brasil) se efectuó un análisis económico de los experimentos sobre fertilización de frijol para determinar los mayores niveles de ingresos resultantes de la aplicación de Ca, P_2O_5 y N. Se emplearon 3 ecuaciones matemáticas, expresadas con base en 6 modelos diferentes adaptados a la información estadística de producción: la función cuadrática, la función de producción Cobb-Duglas y la función de la raíz cuadrada. Los resultados económicos de la función cuadrática fueron más coherentes de acuerdo con la teoría agronómica, en tanto que la función

de la raíz cuadrada no se analizó ya que no ofreció bases suficientes para obtener un nivel económico óptimo. En la localidad donde se empleó la función Cobb-Douglas se encontró falta de coherencia, y fué imposible llegar a conclusiones prácticas para el agricultor aunque los resultados estadísticos fueran satisfactorios.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización y descripción de la zona.

La desembocadura del Río Balsas se encuentra localizada en las coordenadas geográficas aproximadas siguientes: $102^{\circ} 05'$ y $102^{\circ} 15'$ de longitud Oeste de Greenwich y los paralelos $17^{\circ} 40'$ y $18^{\circ} 00'$ de latitud Norte. (Ver apéndice de mapas).

La desembocadura del Río Balsas sirve de límite entre -- los Estados de Michoacán y Guerrero y los municipios que se localizan en ésta región son: La Unión Gro., que colinda al norte con Coahuayutla, Gro. al Este con Teniente José Azueta. Gro., al Sur con el Oceano Pacífico y al Oeste con el Río Balsas y Lázaro Cárdenas, Mich., que colinda al Norte con Arteaga, Mich., al Oeste -- con el Río Balsas, al Sur con el Oceano Pacífico y al Este con -- Aquila, Mich.

La Sierra Madre del Sur que atravieza los municipios de la Unión, Gro. y Lázaro Cárdenas, Mich., se le considera como una continuación de la Sierra de Baja California y de otras Sierras -- de América del Norte. Presenta una dirección de Norte a Sudeste, extendiéndose a lo largo y muy cerca de la Costa del Oceano Pacífico; parte de la planicie costera que se extiende entre la Sierra Madre del Sur y el litoral del Oceano Pacífico en los municipios de la Unión, Gro. y Lázaro Cárdenas, Mich., forma el Distrito de Riego 098, el cual cubre una superficie de 8,027.9 hectáreas en Lázaro Cárdenas, Mich. y 6,972.1 hectáreas en la Unión, --

Gro.

La fuente de abastecimiento de agua de éste Distrito es la Presa "José María Morelos" construída sobre el cause del Río Balsas con una capacidad total de 710'000,000 m³ y una capacidad útil de 180'000,000 m³.

Según la clarificación climática de Koopen, modificada por Enriqueta García (1973), en la zona predomina el clima Awo (w) el menos humedo de los caliente subhúmedos con lluvias en verano (93% de junio a octubre) y menos de 5% de lluvia invernal con respecto a la anual. La temperatura mensual promedio es mayor a los 18°C todo el año, con una oscilación anual de las temperaturas medias mensuales menor de los 5°C (isotermal), con una máxima extrema de 39.0°C y una mínima extrema de 14°C.

La precipitación pluvial media anual es de 770 mm presentandose dicha precipitación en los mese de Junio a Octubre; con cierta periodicidad se presentan perturbaciones ciclónicas que pueden apreciarse benéficas, ya que con frecuencia no tocan tierra y si incrementan la cantidad de lluvia.

En ésta región se tienen suelos café grisaceos y café rojizos, de buena fertilidad; la vegetación que se presenta en estos suelos, generalmente es de pastos, y no todos pueden ser utilizados por la agricultura, debido a la alta concentración de sales.

No obstante que en la región se cuenta con algunos ríos y arroyos, la utilización de sus aguas en la agricultura, tiene poca importancia económica, debido a la reducida superficie que se riega con las aguas de estos, exepctuando las aguas del Río Balsas.

El Río Balsas es uno de los ríos con mayor caudal en la República Mexicana: cruza en su recorrido los Estados de Tlaxcala, Puebla, Guerrero y Michoacán. Su origen se encuentra en la confluencia de los ríos Atoyac y Mixteca en el Sureste de Puebla, con dirección Oeste - Noroeste hasta su confluencia con el Río Tepalcatepec, corrientes que colecta junto con sus aportadores, como el arroyo de las Cruces, los escurrimientos de las partes Norte de Tumbiscatío y Arteaga, encontrandose en ésta zona al colector principal ya embalsado por la Presa El Infiernillo (capacidad útil 7,090 millones de m^3 , capacidad total 12,500 millones de m^3), que es la obra más importante del sistema hidroeléctrico de éste río.

En el lugar de la confluencia, el Balsas cambia bruscamente de dirección hacia el Sur formando ya parte de la Presa Infiernillo. Más abajo el río vuelve a ser envalsado por la Presa "José María Morelos y Pavón" (La Villita). Obteniéndose con ella beneficio hidroeléctrico y de riego agrícola (15,000 hectáreas que forman el Distrito de Riego 098); finalmente 18 kilómetros agua abajo llega al Oceano Pacífico a desembocar cerca del complejo SICARTSA.

3.2 Ubicación del sitio experimental.

El presente trabajo fué planeado con el fin de obtener la dosis óptima de fertilización y densidad de población para el sistema frijol de riego bajo palma, en la desembocadura del Río Balsas, por lo cual se seleccionó un terreno que se considera representativo, ubicado en las cercanías del poblado Playa Azul, Municipio de Lázaro Cárdenas, Mich. (para su localización aproximada ver apéndice de mapas), terreno en el cual se estableció un experimento con los fines antes mencionados.

El experimento se llevó a cabo bajo condiciones de riego, en una huerta de cocotero (Cocos nucifera L.), con diseño de marco real de 8 X 8 m y aproximadamente 35 años de establecido:

3.3 Planeación y desarrollo del experimento.

El trabajo de campo se estableció en el ciclo otoño-invierno de 1981, el cual forma parte de una serie de subproyectos del programa de frijol de la Estación Experimental Lázaro Cárdenas.

3.3.1 Tratamientos y diseño experimental

Los niveles de exploración fueron:

- a) Nitrógeno (N) 20-40-60-80 kilogramos por hectárea
- b) Fósforo (P_2O_5) 0-30-60-90 kilogramos por hectárea
- c) Densidad de población (D.P.) 80- 120- 160-200 mil plantas/ha.

La selección de los niveles de cada uno de los 3 factores en sus espacios de exploración respectivos, se hizo en base a la Matriz Plan Puebla I (figura 1). El diseño de tratamientos se hizo en base a la misma Matriz Experimental, los cuales se -- presentan en el cuadro 1 y su representación gráfica en la figura 2.

En forma complementaria se añadieron 2 tratamientos a los que nos da la Matriz, uno como testigo para nitrógeno y otro absoluto para medir la potencialidad del suelo.

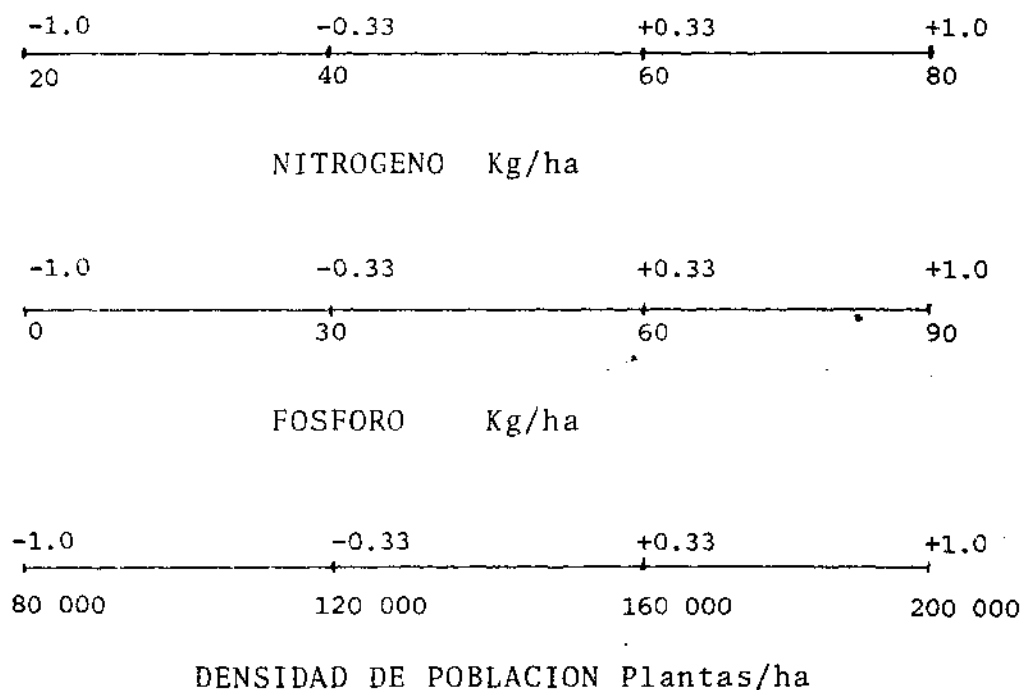


Figura 1. Selección de los niveles de cada uno de los 3 factores en sus espacios de exploración respectivo, utilizando la Matriz Plan Puebla 1.

EJE DE FOSFORO Kg/ha.

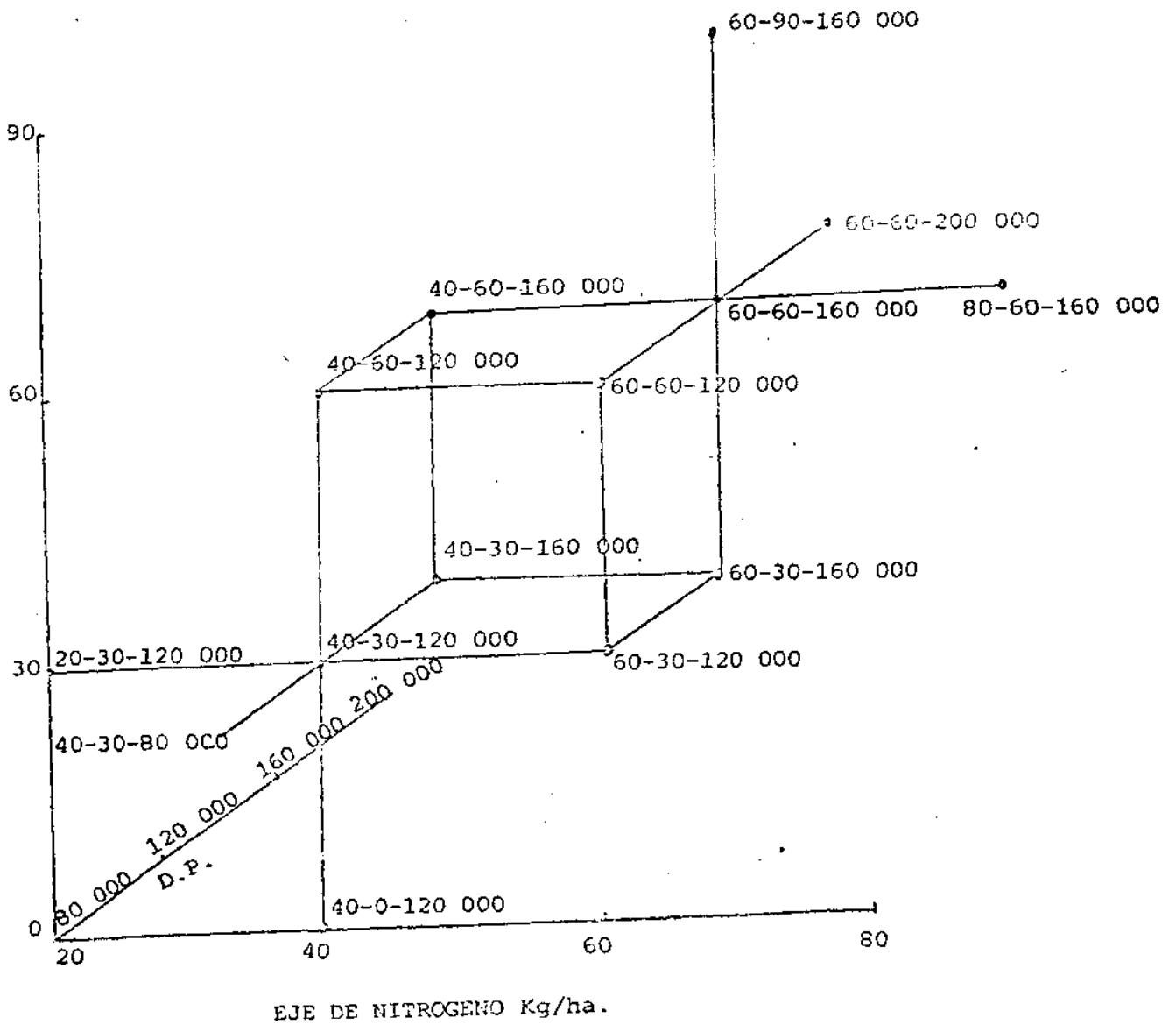


Figura 2 Representación gráfica de la matriz Plan Puebla I para 3 factores: Fertilización nitrogenada, fosfórica y densidades de población (D.P.)

Cuadro 1: Lista de tratamientos de la Matriz Plan Puebla I, para 3 factores experimentales, en frijol de riego bajo palma en Playa Azul, Mich. Invierno de 1981.

Núm. de	Dosis de fertilización kg/ha		D. P. Frijol
	N	P ₂ O ₅	
1	40	30	120 000
2	40	30	160 000
3	40	60	120 000
4	40	60	160 000
5	60	30	120 000
6	60	30	160 000
7	60	60	120 000
8	60	60	160 000
9	20	30	120 000
10	80	60	160 000
11	40	0	120 000
12	60	90	160 000
13	40	30	80 000
14	60	60	200 000
Tratamientos adicionales a los de la Matriz los cuales se se incluyen como testigos.			
15	0	0	160 000
16	0	30	160 000

El diseño experimental empleado en el campo correspondió al de bloques al azar con 4 repeticiones, para tener un total de 64 parcelas en el experimento.

La parcela experimental estuvo formada por 8 surcos de 6 metros de largo cada uno y 0.6 metros de separación entre ellos, formando un rectángulo de 6 metros por 4.80 metros que da una superficie de 28.80 m^2 . Las calles entre tratamientos fueron de 3.20 metros. La superficie total del experimento fué de $4,460.80 \text{ m}^2$. La figura 3 ilustra el patrón de siembra así como la distribución de los tratamientos para este experimento.

Las fuentes de fertilizante químico utilizadas fueron: para nitrógeno, sulfato de amonio (20.5% de nitrógeno) y para P_2O_5 , superfosfato de calcio triple (46% de P_2O_5). El genotipo de frijol utilizado fué Jamapa.

Las variables medidas fueron las siguientes: altura de la planta en cm a los 8,16,24,32,40,48 y 56 días después de la germinación de las plantas; materia seca por planta en gr a los 8,16,24,32,40 y 48 días después de la germinación así como también en la cosecha; el número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos en gramos y rendimiento de grano en gramos.

3.3.2 Establecimiento y conducción del experimento

Preparación del terreno.- El barbecho del terreno se hizo con tractor y arado de discos reversibles, únicamente en un sentido

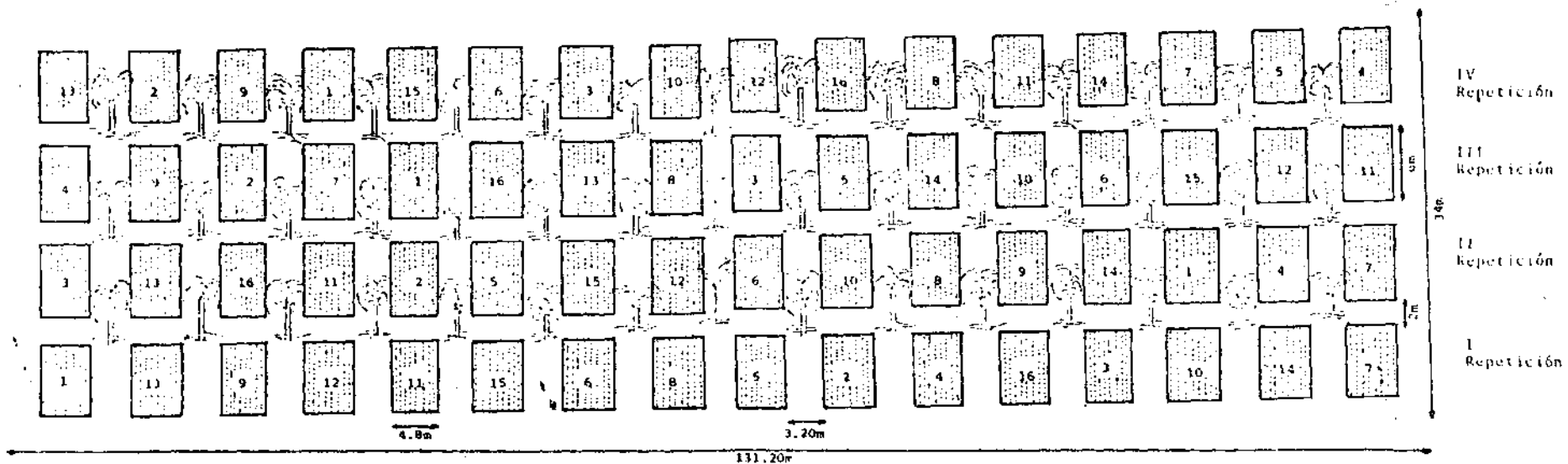


Figura 5: Patrón de siembra y distribución de los 16 tratamientos en experimento de fertilización y densidades de población en frijol intercalado con palma de coco.

del terreno que fué de E a W y viceversa, en el espacio libre entre hileras de palma orientadas en la dirección antes mencionada; - el barbecho se hizo con el fin de aflojar el suelo, posteriormente se dió un paso de rastra con el fin de desmenuzar los terrones; - una vez hecho esto, se procedió a regar el día 8 de enero, terminando de regar el mismo día; 8 días después, se dió otro paso de rastra con el fin de eliminar malas hierbas que estaban brotando. - El día 18 de enero se procedió a sembrar, previamente se habían preparado bolsas con fertilizante y cordones con listones para los tratamientos respectivos. A las bolsas que contenían fertilizante se le agregó volatón 5% a dosis de 35 kilogramos por hectárea para prevenir posibles daños por plagas del suelo.

Siembra.- Se hizo a mano, abriendo una raya (surco) con azadón, en donde se depositó el fertilizante y volatón a la dosis indicada y la semilla a la distancia convenida, depositando dos semillas por golpe para asegurar la población deseada mediante un aclareo posterior; después se procedió a tapar con azadón.

Maleza.- Cuando el cultivo tenía 21 día de sembrado se llevó a cabo la práctica de "aclareo" para dejar la densidad de población que correspondía al tratamiento, conjuntamente se realizó un deshierbe manual. Dos días después, se hizo una aplicación de gramoxone a dosis de 2 litros por hectárea para controlar malezas, en las calles del experimento. A los 33 días de la siembra se le dió un cultivo de aporque con azadón, para que, finalmente se le diera un deshierbe a los 10 días después del aporque.

Plagas.- Cuando las plantas tenían 12 días, se efectuó una aplicación de Sevín 80% p.H. en dosis de 0.75 kilogramos por hectárea, contra grillos (Gryllos spp) y conchuela (Epilacha vari-vestis Mulsat); 12 días después se aplicó Dipterex 80% en dosis de un kilogramos por hectárea contra minador (Liriomiza spp).

Toma de datos.- Se llevaron a cabo según los programadp; la toma de datos de altura y materia seca, se obtuvieron durante el desarrollo del cultivo y fueron promedio de 5 plantas tomadas al azar para alturas. Para materia seca, promedio 2 plantas sacadas al azar de los surcos segundo y septimo respectivamente.

En la cosecha se tomaron los datos de vainas por planta (promedio de 10 plantas), número de granos por vaina (promedio de 20 vainas). Después de la cosecha, se determinó materia seca en la cosecha (promedio de 5 plantas tomadas al azar de la parcela útil durante la cosecha), y rendimiento de grano.

Se tomaron muestras de suelo para su análisis normal de laboratorio, con la finalidad de dar una mejor interpretación a los resultados de experimento realizado en el campo.

3.4 Análisis de la información

Se realizó análisis de varianza mediante prueba de F, y prueba de Duncan a las variables altura de planta, producción de materia seca por planta, granos por vaina, peso de 100 granos y producción de grano de la parcela útil; así también se realizó

análisis factorial mediante el procedimiento para la prueba de la hipótesis nula propuesto por Turrent (1978), a la producción de materia seca por planta, vainas por planta y producción de grano de la parcela útil; además se realizó un análisis económico para esta última variable por el método de evaluación económica propuesto por Perrin et al (1976).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

De la toma de datos que fueron altura y materia seca por planta durante el desarrollo del cultivo, unicamente se realizó -- análisis de varianza y prueba de Duncan a 0.05 a la última toma de datos de estas variables que fueron altura de planta a los 56 días y materia seca en la cosecha; los resultados se presentaron en los Cuadros 2 y 3 respectivamente.

El análisis de varianza para altura de planta a los 56 días, solo fue significativo para repeticiones más no para trata mientos y estos forman un solo grupo según Duncan a 0.05, lo cual nos indica que todos los tratamientos son semejantes entre si. Pro bablemente no existió diferencia significativa por el bajo porcentaje de luz solar directa recibida por el cultivo provocado por el sombreado que ejercía la palma sobre éste, lo cual ocasionó un incremento mayor de lo normal en las plantas de frijol. Numericamente los tratamientos que presentaron mayor altura de planta fueron: el 60-60-160,000, 60-60-200,000 y 80-60-160,000 de nitrógeno, fósforo y plantas por hectárea respectivamente; estos tratamientos contienen los niveles medio superior y superior de los factores nitrógeno y densidad de población con lo cual corroboramos lo expuesto por Eriksen (1981) en relación al efecto del nitrógeno sobre la planta cuando esta se encuentra sombreada; así también lo expuesto por Rojas (1959) a cerca del fototropismo, ya que al aumentar la densidad de población aumenta el porcentaje de sombreado.

En cuanto a materia seca por planta se encontró que los

Cuadro 2: Altura en cm de las plantas de frijol de riego bajo - palma en Playa Azul, Mich. Invierno de 1981.

Trat.	Altura* en cm.	Duncan .05
8	101.00	a
6	100.25	a
3	99.75	a
14	99.75	a
10	97.25	a
4	94.50	a
1	93.75	a
15	91.50	a
13	89.75	a
16	89.25	a
11	87.25	a
7	86.00	a
12	86.00	a
2	85.75	a
5	85.00	a
9	84.00	a
\bar{X} (cm)		91.92
F Tratamientos		N. S.
F Repeticiones		**
C.V. %		11.10

* Este dato fué tomado cuando el cultivo tenía 56 días después de la germinación.

tratamientos fueron altamente significativos formando cinco grupos según Duncan a 0.05, siendo superiores el 40-30-80,000 y el 80-60-160,000 de nitrógeno, fósforo y densidad de población respectivamente, los cuales rindieron cada uno de ellos en materia seca aproximadamente 200% más que cada uno de los tratamientos que sirvieron como testigos los cuales fueron 40-00-120,000, el 00-00-160,000 y el 00-30-160,000.

El haber resultados significativa la prueba de F en la producción de materia seca por planta, hizo necesario realizar el análisis factorial para definir si fue efecto del Nitrógeno, Fósforo o de la densidad de población. Sus resultados se presentan en el Cuadro 4.

La prueba para calcular cada efecto factorial se hizo calculando un efecto mínimo significativo (prueba de T) contra el que se contrastaron los efectos factoriales calculados, que aparecen en el Cuadro 4 en la columna de efecto factorial medio.

El valor 34.37 g/planta de la columna de efecto factorial medio asociado con la letra (M), es el rendimiento medio de los ocho primeros tratamientos en sus cuatro repeticiones. El valor -3.68 g/planta asociado con (D) indica que en promedio la producción de materia seca por planta disminuye en esta cantidad al pasar de 120,000 a 160,000 plantas/ha. El valor + 0.96 g/planta asociado con (P) indica el cambio promedio de la producción de materia seca al pasar de 30 a 60 kg de P_2O_5 /ha. El valor de + 4.26 g/planta asociado con la letra (N) indica el cambio promedio en el rendimien

to de materia seca por planta al pasar de 40 a 60 kg de N/ha. Comparando los valores de cada uno de los efectos factoriales (D, P, y N) con el efecto mínimo significativo (EMS) (4.69), encontramos que ninguno de los efectos factoriales ni las interacciones supera en términos absolutos al efecto mínimo significativo, por lo que distan de ser significativos, por lo que se puede concluir que no hubo respuesta a ninguno de los tres factores dentro del cubo. También fue necesario examinar la respuesta de los tres factores en sus prolongaciones, esto es, a los niveles inferior y superior de cada uno de los tres factores involucrados en el estudio; esto se realizó mediante prueba de diferencia mínima significativa (DMS) para realizar las comparaciones de medias, se tomó como media el valor 34.37 ya que es el rendimiento medio de los primeros ocho tratamientos; para obtener los rendimientos promedios y que contienen los niveles inferiores y superiores de los factores estudiados se dividieron sus rendimientos totales entre cuatro, ya que es el rendimiento del tratamiento de las cuatro repeticiones. De las comparaciones de medias que su diferencia rebasa a la DMS (5%) es: $34.37 - 25.1 = 9.27$, que corresponde a los tratamientos 40-30-120,000 y 40-0-120,000 de nitrógeno, fósforo y plantas por hectárea, por lo que se puede decir que las plantas incrementaron de manera significativa la producción de materia seca cuando se les agregaron 30 kilogramos de P_2O_5 por hectárea a la dosis de fertilización 40-0-0 para 120,000 plantas de frijol por hectárea. Así mismo observando el rendimiento del tratamiento 0-30-160,000 de nitrógeno, fósforo y plantas por hectárea respectivamente, apreciamos que el efecto del fósforo no es significativo, cuando no se le agrega fertilizante nitrogenado Figura 4b. Con esto podemos concluir que

Cuadro 3: Contenido de materia seca en grs. de las plantas de frijol de riego bajo palma en Playa Azul, Mich. --- Invierno de 1981.

Trat.	Materia* seca en grs.	Duncan .05
13	41.650	a
10	40.275	a
5	39.025	a b
3	38.275	a b
9	37.325	a b c
7	36.975	a b c
6	36.425	a b c
8	33.675	a b c d
12	31.725	a b c d e
4	30.450	a b c d e
2	29.525	a b c d e
1	29.375	a b c d e
14	26.500	b c d e
11	25.100	c d e
16	21.125	d e
15	18.975	e
\bar{X} (g)		32.275
F Tratamientos		**
F Repeticiones		*
C.V. %		24.07

* Contenido de materia seca en la cosecha.

Cuadro 4: Análisis factorial de la producción de materia seca por planta para el experimento de fertilización y densidades de población en frijol de riego bajo palma. En Playa Azul, Mich. Invierno de 1981.

Núm.	FERTILIZANTES			Notación de Yates.	Rendimientos totales g.	Método automático de Yates				Efecto factorial Medio g/planta M.	Rendimientos promedio Y		
	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	D. P.									N	P ₂ O ₅
1	40	30	120,000	[1]	122.7	+ 240.8	+ 515.7	+ 1,099.6	+ 34.37	(M)	31.36	34.36*	34.56
2	40	30	160,000	[d]	118.1	+ 278.9	+ 583.9	+ 59.0	+ 3.68	(D)			
3	40	60	120,000	[p]	153.1	+ 301.3	+ 35.9	+ 15.4	+ 0.96	(P)			
4	40	60	160,000	[pd]	121.8	+ 282.6	+ 23.1	+ 30.0	+ 1.88	(PD)			
5	60	30	120,000	[n]	155.6	+ 4.6	+ 34.1	+ 68.2	+ 4.26	(N)			
6	60	30	160,000	[nd]	145.7	+ 51.3	+ 18.7	+ 12.8	+ 0.8	(ND)			
7	60	60	120,000	[np]	147.9	+ 9.9	+ 26.7	+ 52.8	+ 3.3	(NP)			
8	60	60	160,000	[npd]	134.7	+ 13.2	+ 5.5	+ 23.4	+ 1.47	(NPD)			
									4.69	L.M.S. 10%			
9	20	30	120,000		149.3						37.3		
10	80	60	160,000		161.1						40.5		
11	40	0	120,000		100.4						25.1		
12	60	90	160,000		126.9						31.7		
13	40	30	80,000		166.6						41.7		
14	60	60	200,000		106.0						26.5		
	0	0	160,000		75.9						19.0		
	0	30	160,000		84.5						21.2		

C.M.E. = 64,932 Cuadrado Medio del error. 39 g/l.

$$E.M.S. = T_{10\%} \quad 38 \text{ g/l} \sqrt{\frac{C.M.E.}{2k-2(r)}} = 1.645 \sqrt{\frac{64,932}{(2)(4)}} = 4.6865 \quad \text{Efecto Mínimo significativo}$$

$$D.M.S. = T_{5\%} \quad 38 \text{ g/l} \sqrt{C.M.E. \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)} = 1.960 \sqrt{64,932 \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{32} \right)} = 8.3759 \quad \text{Diferencia mínima significativa}$$

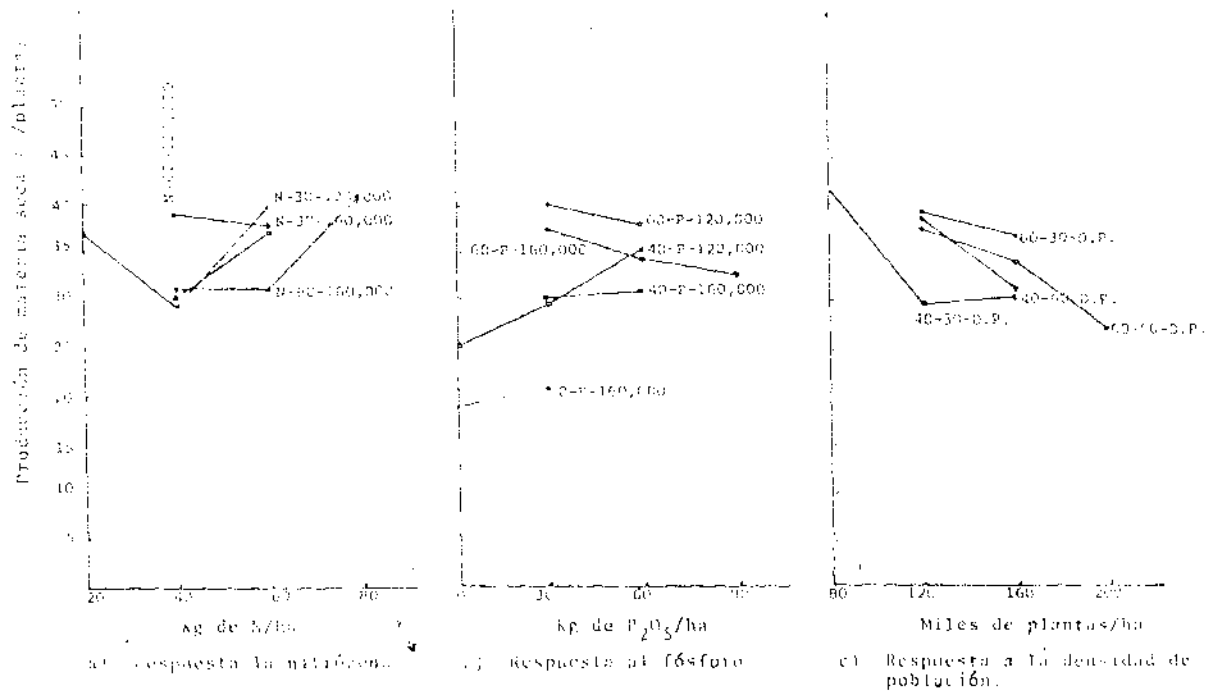


Figura 4: Producción de materia seca por planta de trébol de riego bajo palma como respuesta a la dosificación de fertilizante nitrogenado y fosforado y a la densidad de población.

no hubo respuesta a nitrógeno ni a la densidad de población en las prolongaciones fuera del factorial 2^3 .

Por otro lado el valor -3.68 asociado con la letra (D) - que aparece en la columna de efecto factorial medio del Cuadro 4, - nos indica que los incrementos en la densidad de población tienen - un efecto negativo en la producción de materia seca por planta; es - to se comprueba en la Figura 4c en el cual se presenta la produc- - ción de materia seca como respuesta a la densidad de población, es - to se debió a que la producción de grano por planta se reduce ya - que el grano ocupa el mayor porcentaje del peso de la materia seca. - Esto concuerda con resultados de Barrera (1977), quién encontró - que el rendimiento de grano por planta enta en función de la den- - sidad de población.

Así también el valor + 4.26 asociado con la letra (N) -- que aparece en la columna de efecto factorial medio del Cuadro 4, - nos indica que la producción de materia seca por planta aumenta - cuando la dosis de fertilización nitrogenada es incrementada. Co- - mo se observa en la Figura 4a, en la cual se muestra la tendencia - de producir mayor cantidad de materia seca por planta. Esto con - cuerda con lo reportado por Molina (1975) y Roberts y Weaver (1978) - quienes dicen que la fertilización nitrogenada aumenta el crecimien - to aéreo.

El número de vainas por planta fue significativo para - tratamientos y altamente significativo para repeticiones y sus re- - sultados se presentan en el Cuadro 5; la Prueba de Duncan a 0.05 -

los ordena en 5 grupos siendo los mejores tratamientos el 40-30-00 con 80 mil plantas por hectárea y el 40-60-00 con 120 mil plantas por hectárea, los cuales produjeron 100% más vainas que el tratamiento 00-00-00 con 160 mil plantas por hectárea.

Se realizó el análisis factorial para definir el efecto de nitrógeno, fósforo o de la densidad de población en la producción de vainas por planta. Sus resultados se presentan en el cuadro 6.

De igual forma que para materia seca por planta se hizo calculando un efecto mínimo significativo (EMS) contra el que se contrastaron los efectos factoriales que aparecen en el Cuadro 6 en la columna de efecto factorial medio donde, tanto los valores -2.81 y +5.43 superan en términos absolutos el EMS que es 1.83. El valor -2.81 asociado con la letra (D) nos indica que es significativo el factor densidad de población, únicamente que con signo negativo; esto quiere decir que al cambiar la densidad de población de 120 a 160 mil plantas por hectárea la producción disminuye en 2.81 vainas por planta que para este caso se considera significativo, como se puede observar en la Figura 5c donde se aprecia que la máxima producción de vainas por planta se obtuvo con la menor densidad de población. Esto concuerda con lo encontrado por Barrera (1977) y Edje et al (1978), quienes encontraron que el potencial productivo de vainas por planta puede ser modificado por la densidad de población.

Por lo que respecta al valor +5.43 asociado con la letra (N), nos indica que el factor nitrógeno es significativo para la

Cuadro 5: Número de vainas por planta en frijol de riego bajo - palma en Playa Azul, Mich. Invierno de 1981.

Trat.	Vainas por planta	Duncan .05
13	18.50	a
3	18.25	a
1	17.50	a b
7	17.00	a b
5	16.75	a b
6	16.50	a b
9	16.50	a b
10	16.25	a b c
8	14.75	a b c d
4	14.00	a b c d e
12	13.50	a b c d e
2	12.50	b c d e
11	11.50	c d e
14	11.25	d e
16	10.25	d e
15	9.25	e
\bar{X} (vainas por planta)		14.64
F Tratamientos		*
F Repeticiones		**
C.V. %		20.54

Cuadro 6: Análisis factorial de la producción de vainas por planta para el experimento de fertilización y densidades de población en frijol de riego bajo palma en Playa Azul, Mich. Invierno de 1981.

Núm.	T R A T A M I E N T O S N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	D. P.	Nota- ción de Ya- tes.	Rendimientos totales	Método automático de Yates	Efecto facto- rial - Medio M.	Rendimientos promedios y E.M.S.
1	40	30	120,000	[l]	69.10	+ 120.1 + 247.9 + 408.9 + 12.78	(M)	17.7*
2	40	30	160,000	[d]	51.00	+ 127.8 + 161.0 - 44.9 - 2.81*	(D)	13.3
3	40	60	120,000	[p]	72.20	+ 133.0 - 34.7 + 2.7 + 0.17	(P)	
4	40	60	160,000	[pd]	55.60	+ 128.0 - 10.2 - 8.3 - 0.52	(PD)	
5	60	30	120,000	[n]	66.60	- 18.1 + 7.7 - 86.9 - 5.43*	(N)	17.0
6	60	30	160,000	[nd]	66.40	- 16.6 - 5.0 + 24.5 + 1.53	(ND)	15.7
7	60	60	120,000	[np]	69.00	- 0.2 - 1.5 - 12.7 - 0.79	(NP)	
8	60	60	160,000	[npd]	59.00	- 10.0 - 9.8 - 11.3 - 0.71	(NPD)	
							1.83	E.M.S. 10%
9	20	30	120,000		65.20			16.3
10	80	60	160,000		64.80			16.2
11	40	0	120,000		46.40			11.6
12	60	90	160,000		54.60			13.7
13	40	30	80,000		72.80			18.2
14	60	60	200,000		45.40			11.4
	0	0	160,000		37.6			9.4
	0	30	160,000		41.20			10.3

C.M.E. = 9.95 Cuadrado medio del error. 39 g.

E.M.S. = T_{104} 38 g. $\frac{C.M.E.}{\sqrt{2k-2r}} = \frac{9.95}{\sqrt{(2)(74)}} = 1.8346$ Efecto mínimo significativo

D.M.S. = T_{58} 38 g. $\sqrt{\frac{C.M.E.}{r_1} + \frac{2}{r_2}} = 1.960 \sqrt{9.95 \frac{1}{4} + \frac{1}{8}} = 3.79$ Diferencia mínima significativa

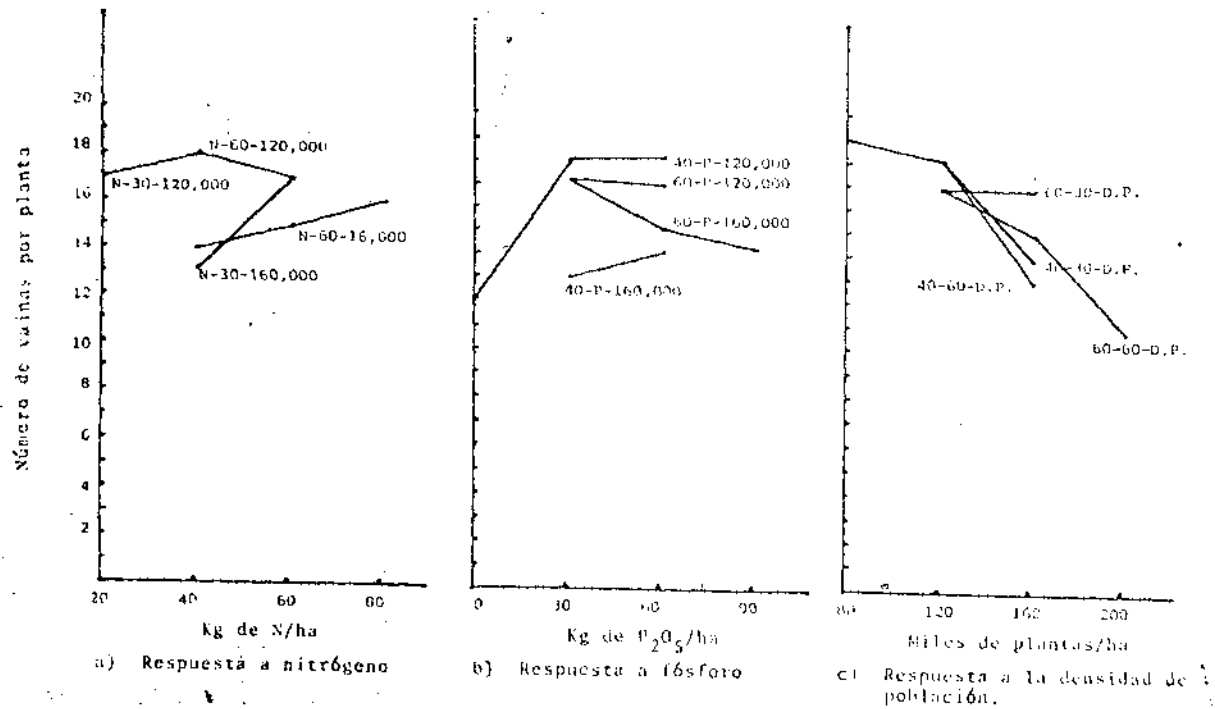


Figura 5: Producción de vainas por planta en frijol de riego bajo palma como respuesta a la dosificación de fertilizante nitrogenado y fosforado y a la densidad de población.

producción de vainas por planta, aumentando la producción de estas en 5.43 vainas más, cuando se aumentó la dosis de nitrógeno de 40 a 60 kilogramos de nitrógeno por hectárea. Esto concuerda con lo reportado por Molina (1975), quién encontró que la producción de vainas por planta estuvo asociado con el nivel de fertilizante nitrogenado aplicado al suelo.

El valor obtenido asociado con la letra (P) que corresponde al efecto del fósforo en el factorial 2^3 dista mucho de ser significativo ya que dicho valor no supera el EMS por lo que se puede decir que no hubo respuesta a fósforo dentro del cubo, por lo que fue necesario analizar la respuesta a este factor fuera del cubo a sus niveles inferior y superior, esto es a 0 y 90 kilogramos de P_2O_5 por hectárea. Este análisis se hizo mediante prueba de diferencia mínima significativa (DMS). La comparación de medias que rebasa el valor del DMS (3.79) es la de los tratamientos 40-30-120,000 y 40-0-120,000 de nitrógeno, fósforo y plantas por hectárea respectivamente las cuales tienen un valor de $17.3 - 11.6 = 5.70$. Con esto podemos decir que la respuesta a fósforo es significativa para la producción de vainas por planta cuando la dosis de fertilización cambia de 40-00-00 a 40-30-00 para 120 mil plantas por hectárea. En la Figura 5b se presenta la respuesta en producción de vainas por planta al fertilizante fosforado en la cual se puede observar el incremento en la producción cuando se agregan los primeros 30 kilogramos de P_2O_5 por hectárea desapareciendo tal efecto cuando se le adicionan 30 kilogramos más.

Por lo que respecta al análisis de varianza de las varia-

bles granos por vaina y peso de 100 granos se presentan en los Cuadros 7 y 8 respectivamente.

El análisis de varianza para la variable granos por vaina (Cuadro 7) no detectó diferencia significativa para tratamientos ni para repeticiones; no obstante esto, Duncan a 0.05 forma dos grupos los mejores tratamientos fueron: 60-30-00 con 120 mil plantas por hectárea y el 60-90-00 con 160 mil plantas por hectárea.

El análisis de varianza para la variable peso de 100 granos (Cuadro 8) no mostró significancia para tratamientos ni para repeticiones.

El no haber encontrado significancia para las variables granos por vaina y peso de 100 granos probablemente sea característica genética de la variedad de producir vainas y granos de igual tamaño y peso, mostrando su variabilidad en rendimiento por el número de vainas. Con esto se corrobora lo encontrado por Barrera (1977) que la producción de granos por vaina esta determinada por el genotipo y carácter y es poco afectada por el medio.

El análisis de varianza para la variable rendimiento de grano en kg/ha, no fue significativo para tratamientos ni para repeticiones y sus resultados se presentan en el Cuadro 9; no obstante está, la prueba de Duncan a 0.05 para esta misma variable, forma tres grupos, siendo los dos mejores tratamientos el 60-60-00 y el 40-60-00 con 120 000 plantas por hectárea, los cuales produjeron 92% más que el tratamiento con más bajo rendimiento el cual fue el

Cuadro 7: Número de granos por vaina en frijol de riego, bajo palma en Playa Azul, Mich. Invierno de 1981.

Trat.	Granos por vaina	Duncan .05
5	6.50	a
12	6.50	a
1	6.25	a b
13	6.25	a b
3	6.00	a b
6	6.00	a b
8	6.00	a b
9	6.00	a b
10	6.00	a b
11	6.00	a b
15	6.00	a b
16	6.00	a b
2	5.75	a b
4	5.75	a b
14	5.75	a b
7	5.50	b
\bar{X} (granos por vaina)		6.01
F Tratamientos		N.S.
F Repeticiones		N.S.
C.V. %		8.01

Cuadro 8: Peso de 100 granos de frijol en experimento de fertilización y densidades de población, en frijol de riego bajo palma en Playa Azul, Mich. Invierno de 1981

Trat.	Peso de 100 granos en gr	Duncan .05
16	22.600	a
14	22.575	a
2	22.325	a
15	22.075	a
8	22.075	a
3	21.950	a
10	21.575	a
9	21.525	a
7	21.400	a
4	21.050	a
6	21.025	a
11	20.950	a
12	20.875	a
1	20.825	a
13	20.575	a
5	20.325	a

\bar{X} Peso de 100 granos en gr	21.482
F Tratamientos	N. S.
F Repeticiones	N. S.
C.V. %	8.56

00-00-00, con 160 000 plantas por hectárea.

Probablemente el no haber detectado diferencia significativas a través de la prueba de F, se debió a el alto coeficiente de variación, el cual fue de 31.96.

No obstante lo anterior y para conocer el efecto de cada factor en la producción de grano se realizó un análisis factorial de los tratamientos; sus resultados se presentan en el Cuadro 10 y su discusión se describe a continuación. En el factorial²³ no resultó significativo para ninguno de los factores en estudio, encontrándose que el factor fósforo fue el que mayor efecto tubo en la producción de grano, esto es que al aumentar la dosis de fertilizante fosforado de 30 a 60 kilogramos por hectárea la producción de grano aumento 151 kilogramos por hectárea, como se puede apreciar en la Figura 6b. Así también el incremento en la densidad de población que fue de 120,000 a 160,000 plantas por hectárea, aumentó la producción en kilogramos por hectárea. Por otro lado se encontró que la producción de grano disminuye en 77.470 kilogramos por hectárea cuando la dosis de fertilizante nitrogenado aumentaba de 40 a 60 kilogramos por hectárea, esto se aprecia en la Figura 6a en la cual se muestra el efecto del nitrógeno en la producción de grano.

El no haber encontrado significancia dentro del cubo, hizo necesario analizar la respuesta a cada factor en sus prolongaciones, esto es, a los niveles inferior y superior de cada factor; este análisis se hizo mediante una prueba de DMS y para realizar las comparaciones de medias se tomó como medida el valor 1,108.73 ya

Cuadro 9: Rendimiento en kg/ha en experimento de fertilización - y densidades de población, en frijol de riego bajo -- palma en Playa Azul, Mich. Invierno de 1982.

Trat.	Rendimiento kg/ha	Duncan .05
7	1 338.541	a
3	1 337.239	a
14	1 268.229	a b
9	1 263.020	a b c
2	1 206.979	a b c
6	1 178.333	a b c
10	1 148.437	a b c
4	1 071.562	a b c
8	989.583	a b c
13	973.958	a b c
16	946.562	a b c
12	906.250	a b c
1	833.333	a b c
5	773.437	a b c
11	756.458	b c
15	697.916	c

\bar{X} (kg/ha)	1 043.125
F Tratamientos	N. S.
F Repeticiones	N. S.
C.V. %	31.96

Cuadro 10: Análisis factorial de la producción de grano para el experimento de fertilización y densidades de población en frijol de riego bajo palma en Playas Azul, Mich. Invierno de 1981.

Núm.	TRATAMIENTOS			Notación de Yates.	Rendimientos totales kg/ha.	Método automático de Yates	Efecto factorial - Medio M kg/ha	Rendimientos promedios Y kg/ha		
N	P ₂ O ₅	D. P.	N					P ₂ O ₅	D. P.	
	kg/ha	kg/ha					kg/ha	kg/ha	kg/ha	
1	40	30	120,000	[l]	3,895.84 + 8,723.96 + 18,395.39 + 35,479.20 + 1,108.73	(M)	1,108.73	1,108.73	1,108.73	
2	40	30	160,000	[d]	4,828.12 + 9,635.42 + 17,119.81 + 93.75 + 5.86	(D)				
3	40	60	120,000	[p]	5,348.96 + 7,807.30 - 130.21 + 2,416.68 + 151.04	(P)				
4	40	60	160,000	[pd]	4,286.46 + 9,312.52 + 223.96 - 5,010.43 - 313.15	(PD)				
5	60	30	120,000	[n]	3,093.75 + 932.29 + 911.46 - 1,239.58 - 77.47	(N)				
6	60	30	160,000	[nd]	4,713.55 - 1,062.50 + 1,505.21 + 354.18 - 22.14	(ND)				
7	60	60	120,000	[np]	5,354.18 + 1,619.80 - 1,998.54 + 593.75 + 37.11	(NP)				
8	60	60	160,000	[npd]	3,958.34 - 1,395.83 - 3,015.64 - 1,020.85 + 63.80	(NPD)	824.48			
							209.22	E.M.S. 10%		
9	20	30	120,000		5,052.09		1,263.02			
10	80	60	160,000		4,593.75		1,148.44			
11	40	0	120,000		3,026.05		756.51			
12	60	90	160,000		3,625.00		906.25			
13	40	30	80,000		3,895.83		973.96			
14	60	60	200,000		5,072.93		1,268.23			
	0	0	160,000		2,791.68		697.92			
	0	30	160,000		3,786.48		946.62			

C.M.E. = 129,408.18 Cuadro Medio del error 39 g/l

$$E.M.S. = T_{101} \quad 38 \text{ g/l} \quad \sqrt{\frac{C.M.E.}{2k}} = 1.645 \sqrt{\frac{129,408.18}{(2)(4)}} = 209.22 \quad \text{Efecto mínimo significativo}$$

$$D.M.S. = T_{51} \quad 38 \text{ g/l} \quad \sqrt{\frac{C.M.E.}{\frac{1}{r_1} + \frac{2}{r_2}}} = 1.90 \sqrt{129,408.18 \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{32} \right)} = 362.48 \quad \text{Diferencia mínima significativa}$$

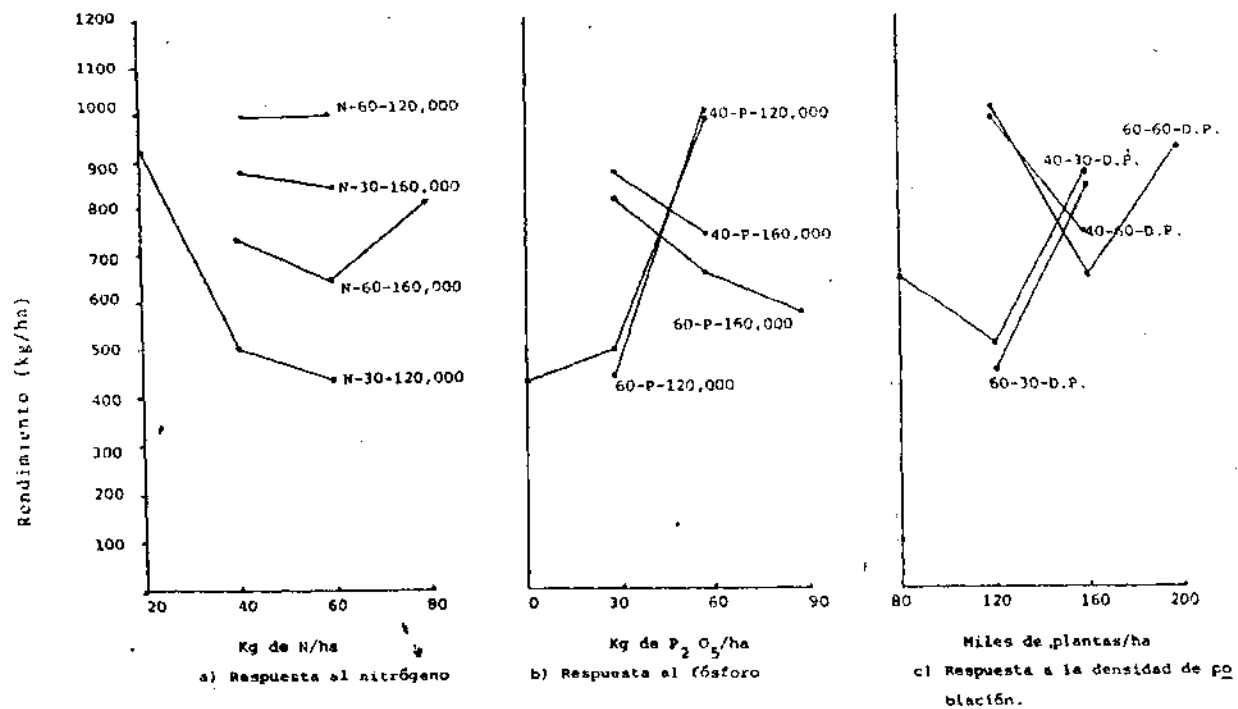


Figura 6: Producción de grano de frijol de riego bajo palma como respuesta a la dosificación de fertilizante nitrogenado y fosforado y a la densidad de población.

Cuadro 11: Resultados del análisis de una muestra de suelo sobre el -
cuál se realizó el experimento de fertilización y densida-
des de población en frijol de riego bajo palma en Playa -
Azul, Mich. Invierno de 1981.

Método	Determinación	Valores	Clasificación
Walkey Black	% de materia orgánica	1.772	Medianamente pobre
Kjeldahl Gunning	Nitrógeno total %	0.224	Extremadamente rico
Bray P - 1	Fósforo p.p.m.	50.43	Muy alto
Peech	Cálcio p.p.m.	3.134	Extremadamente rico
	Magnecio p.p.m.	356	Extremadamente rico
Volumétrico	% Ca CO ₃ Equiv.	2.320	
Calculado	Relación Ca: Mg	9 : 1	
	Relación C : N	5 : 1	Estable
Hidrómetro de	% Arena	23.96	Migajón
	% Limo	52.00	Limoso
Bouyoucos	% Arcilla	24.04	
Pasta	% Saturación	58.86	
Extracto	pH de saturación	7.3	
Extracto de Saturación	C.E. a 25°C		Medianamente
	(mmhos/cm)	6.042	Salino
	p. H.	6.3	Ligeramente ácido

que es el rendimiento medio de los primero ocho tratamientos, los cuales contenían los niveles medio inferior y medio superior de los tres factores en estudio para obtener los rendimientos promedios y que contienen los niveles inferior y superior de los factores estudiados, se dividieron sus rendimientos totales entre cuatro, ya que es el rendimiento del tratamiento en sus cuatro repeticiones.

De las comparaciones de medias se obtuvo la máxima diferencia al comparar los tratamientos 40-30-120,000 y el 40-0-120,000 de nitrógeno, fósforo y plantas por hectárea, los cuales tuvieron un rendimiento promedio respectivamente en kilogramos por hectárea de 1,103.73 y 756.51 de los cuales resulta una diferencia de 352.22 valor que es con poco menor que el valor de la DMS el cual es de 362.48; con esto se puede concluir que existe una clara tendencia de respuesta en la producción de grano a la fertilización con fósforo, por lo que respecta a nitrógeno y densidad de población, se puede concluir que no hubo respuesta a estos factores en el espacio de exploración.

El no haber encontrado respuesta la dosificación de fertilizante nitrogenado y a las diferentes densidades de población, se atribuye a la alta fertilidad de suelo sobre el cual se desarrolló el experimento, según los resultados de un análisis de suelo que se presenta en el Cuadro 11 y al bajo porcentaje de luz recibida por el cultivo debido al sombreado de las plantas como lo menciona Eriksen y Whitney (1981) y Uribe (1983). Por lo que el hecho de que los tratamientos 60-60-00 y 40-60-00 con 120 mil plantas por hectárea hayan producido los más altos rendimientos de grano, son atribuibles

al azar. El tratamiento 00-00-00 con 160 000 plantas por hectárea que fué el de más bajo rendimiento, mostró la potencialidad natural del suelo para la producción de este grano, bajo este sistema de producción.

No obstante lo anterior, cabe señalar que el tratamiento 20-30-120 de nitrógeno, fósforo y densidad de población respectivamente, incrementó la producción de grano en 81% con respecto al testigo absoluto (tratamiento 0-0-160 000); 33% con respecto al testigo para nitrógeno (tratamiento 0-30-160,000) y 66% con respecto al testigo para fósforo (tratamiento 40-0-120,000).

Con la finalidad de encontrar la dosis de fertilización y la densidad de población con la cual el agricultor pueda obtener el máximo de utilidades al sembrar frijol de riego bajo palma, se realizó un análisis económico por el método propuesto por Perrin et al (1976), este análisis se realizó para la producción de grano de cada uno de los tratamientos.

En el Cuadro 12 se presentan los rendimientos de grano obtenidos en el experimento a nivel de media por tratamiento. El análisis de presupuesto parcial se presenta en el Cuadro 13. Los rendimientos promedios (Cuadro 12) se multiplicaron por el factor 0.9 para ajustarlos a nivel comercial considerando un 10% a supuestas pérdidas por cosecha y transporte.

El costo de la cosecha, encostado y transporte del grano al mercado, se estimó en 4,000 pesos por tonelada.

Los costos monetarios variables se calcularon en la forma siguiente: los precios de los insumos considerados fueron los vigentes en noviembre de 1982. Para fertilizantes se utilizo el precio de la presentación en polipropileno, los cuales fueron:

<u>Fertilizante</u>	<u>Contenido</u>	<u>Precio/tn.</u>
Sulfato de Amonio	20.5% N	\$ 1,892.00
Superfosfato de calcio triple	46.0% P ₂ O ₅	4,805.00

El precio del kilogramo de semilla de frijol en la región es de 35 pesos. Se consideró que un kilogramo de semilla contiene 4.560 granos y si ésta tiene un 85% de germinación, tenemos que un kilogramo de semilla nos proporciona 3,953 plantas, por lo tanto 1000 plantas nos costaran en semilla 8.85 pesos.

Para el caso del transporte del fertilizante se tomó en cuenta una distancia de 20 kilometros aproximadamente con un costo de 250 pesos por tonelada.

Los costos variables de oportunidad se calcularon de la manera siguiente; para la producción de fertilizante se considerarán 2 jornales por hectárea de igual manera para la siembra; el costo de un jornal se estimó en 373.00 pesos.

Así tenemos que la relación de precios y costos unitarios

Cuadro 12: Rendimiento de frijol por tratamiento (kg/ha)

	Tratamiento kg/ha y miles de plantas															
N	40	40	40	40	60	60	60	60	20	80	40	60	40	60	0	0
P ₂ O ₅	30	30	60	60	30	30	60	60	30	60	0	90	30	60	0	30
D.P.	120	160	120	160	120	160	120	160	120	160	120	160	80	200	160	160
	833	1207	1337	1072	733	1178	1339	990	1263	1148	756	906	974	1268	698	947

Cuadro 13: Análisis de presupuesto parcial de experimento con fertilizantes y densidad de población (por Hectárea)

	Tratamientos de fertilización (N y P ₂ O ₅ en kg/ha) y densidad de población (miles de plantas/ha).															
	40	40	40	40	60	60	60	60	20	80	40	60	40	60	0	0
	30	30	60	60	30	30	60	60	30	60	0	90	30	60	0	30
	120	160	120	160	120	160	120	160	120	160	120	160	80	200	160	160
Rendimiento promedio (kg/ha)	833	1,207	1,337	1,072	773	1,178	1,339	990	1,263	1,148	756	906	974	1,268	698	947
Rendimiento ajustado (kg/ha)	750	1,086	1,203	965	696	1,060	1,205	891	1,137	1,033	680	815	877	1,141	620	852
Beneficio bruto de campo (\$/ha a 16,000/tn)	11,995	17,381	19,253	15,437	11,331	16,963	19,282	14,256	18,187	16,531	10,886	13,046	14,026	19,259	10,051	13,637
Costos monetarios variables:																
Nitrógeno (\$ 10.44/kg N en el campo)	418	418	418	418	626	626	626	626	209	835	418	626	418	626	0	0
Fósforo (\$ 10.99/kg P ₂ O ₅ en el campo)	330	330	659	659	330	330	659	659	330	659	0	989	330	659	0	330
Densidad de población (\$ 8.85 mil plantas en el campo)	1,062	1,416	1,062	1,416	1,062	1,416	1,062	1,416	1,062	1,416	1,062	1,416	708	1,770	1,416	1,416
Costos variables de oportunidad:																
Costos de aplicación de fertilizante (2 días a \$373.00)	746	746	746	746	746	746	746	746	746	746	746	746	746	746	0	746
Costos de siembra (2 días a \$373.00)	746	746	746	746	746	746	746	746	746	746	746	746	746	746	746	746
Total de costos variables (\$/ha)	3,302	3,656	3,631	3,985	3,510	3,864	3,839	4,193	3,093	4,402	2,972	4,523	2,949	4,547	2,162	3,238
Beneficio neto (\$/ha)	8,693	13,725	15,622	11,452	7,821	13,099	15,443	10,063	15,094	12,129	7,914	8,523	11,077	13,712	7,889	10,339

en la parcela son los siguientes:

<u>Insumo o producto</u>	<u>Unidad</u>	<u>Valor \$</u>
Nitrógeno	kg de N	10.44
Fósforo	kg de P_2O_5	10.99
Densidad de población	Mil plantas	8.85
Grano	kg	16.00

En la tercera línea (Cuadro 13) se muestra el beneficio bruto de campo resultante; es obvio que los mayores beneficios de campo se obtienen de los tratamientos que dieron los rendimientos más altos y en la mayoría de los casos coinciden con los tratamientos que tienen un costo variable de los más elevados en el experimento, como se puede observar en la línea de total de costos variables del Cuadro 13.

Los beneficios netos se obtuvieron restando los costos variables al beneficio bruto de campo para cada uno de los tratamientos y sus valores se presentan en la última línea del Cuadro 13. Como se puede observar el tratamiento 40-6' 120 000 de nitrógeno, fósforo y plantas por hectárea respectivamente, fue el que mayor beneficio neto produjo el cual fue de 15,622 pesos por hectárea, no por esto se puede sugerir como el tratamiento de fertilización y la densidad de población para esta área, ya que con esto

sería estar ignorando algunos aspectos críticos de las circunstancias del agricultor como pueden ser: la escasez del capital, incertidumbre, aversión al riesgo, etc., por lo que es necesario realizar un análisis en el cual se consideren los conceptos antes mencionados. Se realizará por el método del análisis marginal de beneficios donde el porcentaje de este análisis revela la manera en que los beneficios netos de una inversión aumenta conforme la cantidad invertida crece.

En el Cuadro 14 se presentan los tratamientos ordenados de mayor a menor beneficio neto. Para formar este cuadro tomamos la información del Cuadro 13. Se procedió a realizar las comparaciones de arriba hacia abajo de costo variable, para identificar y eliminar las alternativas dominadas, esto es, aquellos tratamientos que con un costo variable mayor hayan obtenido un beneficio neto menor. Así obtenemos cuatro tratamientos no dominados los cuales se presentan en el Cuadro 15, a los cuales se les calcularon su tasa de retorno marginal.

Los valores que se presentan en la columna de incremento marginal en beneficio neto (Cuadro 15), se obtienen restando el mayor beneficio neto menos el mediano inferior y así sucesivamente hasta realizar la resta $11,073 - 7,889 = 3,184$. De la misma manera se procede para obtener los valores que aparecen en la columna de incremento marginal en costo variable, solo que para esto se restan los valores que aparecen en la columna de costo variable.

La tasa de retorno marginal para cada tratamiento se obtiene

Cuadro 14: Análisis de dominancia de datos de respuesta a fertilización y a la densidad de población.

Beneficio neto (\$/ha)	T r a t a m i e n t o s			Costo variable (\$/ha)
	N	kg/ha P ₂ O ₅	Plantas/ha miles	
15,622	40	60	120	3,631
15,443	60	60	120	3,839
15,094	20	30	120	3,093
13,725	40	30	160	3,656
13,712	60	60	200	4,547
13,099	60	30	160	3,864
12,129	80	60	160	4,402
11,452	40	60	160	3,985
11,077	40	30	80	2,949
10,399	0	30	160	3,238
10,063	60	60	160	4,193
8,693	40	30	120	3,302
8,523	60	90	160	4,523
7,914	40	0	120	2,972
7,889	0	0	160	2,162
7,621	60	30	120	3,510

Cuadro 15: Análisis marginal de tratamientos de fertilización y densidad de población no dominados (por Hectárea).

Beneficio neto (1)	Tratamiento			Costo variable (2)	Cambio con respecto al beneficio próximo superior.		
	N	P ₂ O ₅	D.P.		Incremento marginal en beneficio neto. (3)	Incremento marginal en costo variable. (4)	Tasa de retorno marginal. (5)
\$ 15,622	40	60	120	\$ 3,631	528	538	98%
15,094	20	30	120	3,093	4,021	144	2,792
11,073	40	30	80	2,949	3,184	787	405
7,889	0	0	160	2,162			

ne dividiendo su incremento marginal en beneficio neto entre su incremento marginal en costo variable y el cociente multiplicado por cien.

Los tratamientos 20-30-120,000 y 40-30-80,000 de nitrógeno, fósforo y plantas por hectárea, son los que presentan la mayor tasa de retorno marginal, la cual es de 2,792 y 405% respectivamente.

El que el tratamiento 20-30-120,000 haya resultado con la mayor tasa de retorno marginal, se explica por la respuesta del cultivo a dos de los factores estudiados. Según se presentó en la discusión del análisis factorial para la producción de grano (Cuadro 10), ya que en dicho análisis se encontró que aportaciones mayores de 20 kilogramos de nitrógeno por hectárea, tenían un efecto negativo en la producción de grano; así también, para fósforo que aunque los incrementos obtenidos en la producción de grano no fueron significativos cuando a la dosis de fertilización se incluían los primeros 30 kilogramos de fósforo por hectárea, estos aumentos fueron considerables y no así cuando se aumentaba la dosis de fertilización fosforada de 30 a 60 kilogramos por hectárea. Por otro lado aunque los incrementos en la densidad de población tienen un efecto positivo en la producción de grano según se observó en el análisis factorial (Cuadro 10), se desconoce el efecto que tendría en la tasa de retorno marginal al aumentar la densidad de población, utilizando la dosis de fertilización 20-30-0 de nitrógeno y fósforo respectivamente.

En la Figura 7 se muestra la relación entre los costos variables de cada alternativa y los beneficios netos promedios obtenidos. Los puntos unidos con una línea sólida (curva de beneficios netos) nos indican que son los tratamientos no dominados. Al observar la curva notaremos que esta se eleva medianamente al principio, abruptamente en la parte media y solo suavemente al final; esto nos muestra claramente que el tratamiento 20-30-120 representa una buena alternativa de producción ya que se pueden abatir los costos de producción (costos variables) con poca reducción en los beneficios netos. Dicho de otro modo: con el tratamiento 20-30-120 se obtienen un beneficio neto de 15,094 pesos y presenta un costo variable de 3,094 pesos; este tratamiento proporciona 538 pesos menos que el tratamiento que presenta el máximo beneficio neto (tratamiento 40-60-120) pero, a su vez, el tratamiento 20-30-120 presenta un menor costo variable de 528 pesos con respecto al tratamiento que presentó el máximo beneficio neto, por lo que se puede decir que en el segmento de la curva que se encuentra entre los puntos 20-30-120 y 40-60-120, el beneficio neto aumenta en 1.02 pesos por peso invertido (aumento en el costo variable).

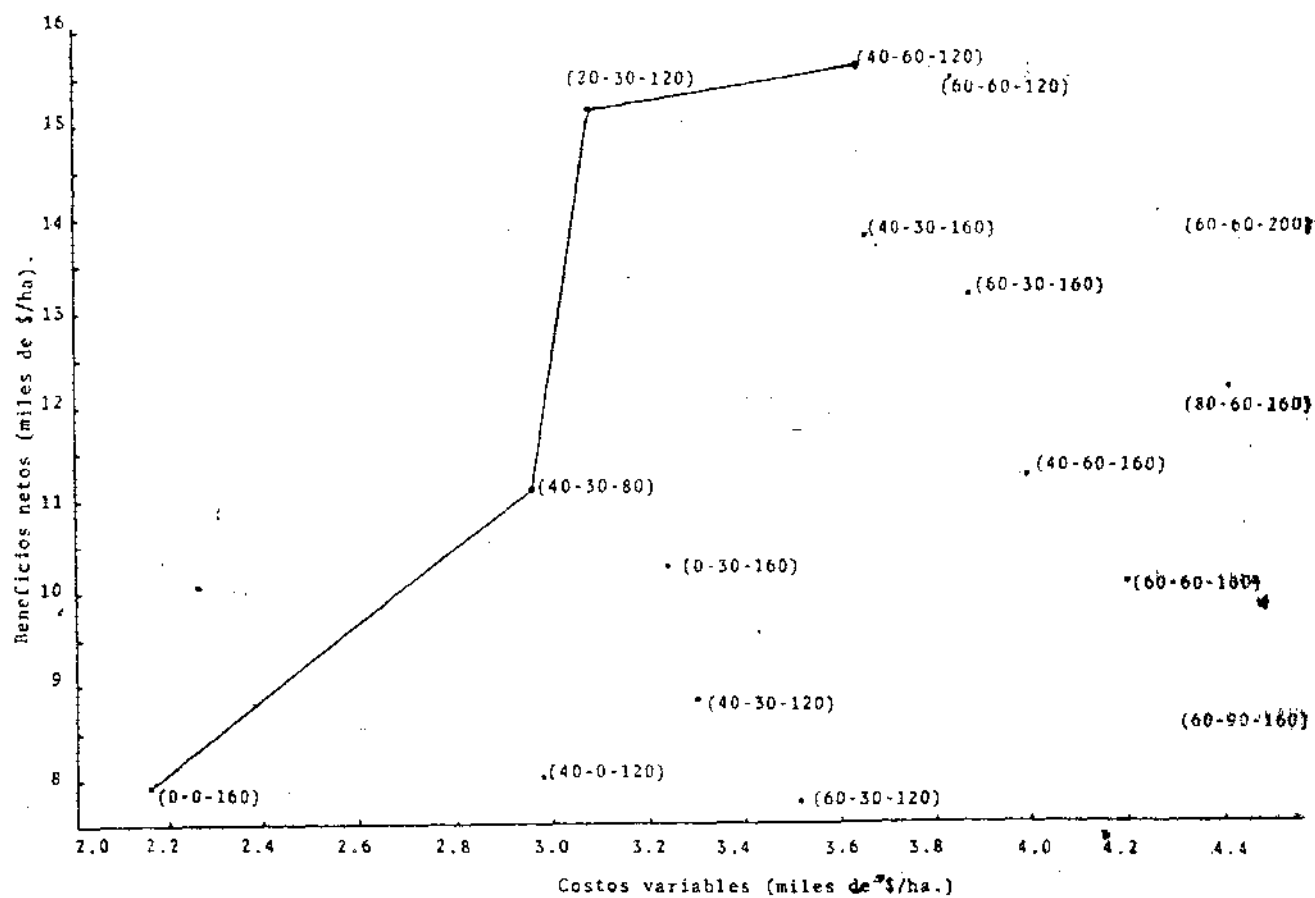


Figura 7 : Curva de beneficios netos para el ensayo de fertilización y densidades de población. Los números entre paréntesis representan kg/ha de N y P_2O_5 y miles de plantas respectivamente.

5 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el estudio permiten concluir lo siguiente:

5.1 En base a las hipótesis planteadas:

- a) El sistema de frijol intercalado con palma ofrece posibilidades de producción de frijol.
- b) El empleo de los fertilizantes, no incrementa significativamente los rendimientos del frijol en el sistema.
- c) La densidad de población no incrementó significativamente los rendimientos del frijol en el sistema.

5.2 En relación a los objetivos:

- a) No se incrementan significativamente los rendimientos del frijol intercalado con palma con el uso de fertilizantes.
- b) Desde el punto de vista económico, el tratamiento de fertilización que optimiza la producción es el 20-30-0, con 120,000 plantas por hectárea.

5.3 Otras conclusiones:

- a) La altura de las plantas estuvo determinada en su mayor parte por la competencia por luz que por la cantidad de fertilizante aportado en los tratamientos.

- b) El contenido de materia seca por planta se incrementó significativamente con la aplicación de 30 kilogramos de P_2O_5 .
- c) Los incrementos en la densidad de población y la dosis de fertilizante nitrogenado, redujeron significativamente la producción de vainas por planta; sin embargo, la aportación de los primeros 30 kilogramos de P_2O_5 incrementa significativamente esta producción.
- d) El sistema de producción de "frijol de riego bajo palma" se ofrece como un sistema operativo dado que sus rendimientos son aceptables; además de que permitirá al cocultor mantener su huerta de palma libre de malezas, además de mantener buena humedad edáfica, con lo cual él podría obtener incrementos en la producción de copra.
- e) Es conveniente realizar el trabajo por lo menos un ciclo más pero esta vez analizar los rendimientos de copra o por lo menos el número de cocos por palma, en la huerta donde se establezca el o los experimentos.

IV. BIBLIOGRAFIA.

- 1.- ANONIMO. 1982.- Diagnóstico de la investigación realizada por el INIA en 1981. Publicación especial Número 82. INIA-SARH México.
- 2.- ASIF, M.I. y GREIG, J.K. 1978.- Effects of seasonal interaction of nitrogen, Phosphorus, and potassium fertilizers on yield and nutrient contend of Snap bean (Phaseolus vulgaris L.) Resúmenes analíticos sobre frijol (Phaseolus vulgaris L.) Volumen II. CIAT. Cali Colombia. 1978.
- 3.- AVELDAÑO, S.R. y VOLKE, H.V. 1980.- Comparación de cuatro métodos para estimar dosis óptimas económicas de fertilizantes y densidad de población para maíz de temporal en Tlaxcala, México. Agricultura Técnica en México. Volúmen 6, número 2: Julio-Diciembre 1980. SARH-INIA. México.
- 4.- BARRIOS et al 1977.- Resultados de ensayos de fertilización en Caraota. (Phaseolus vulgaris L.) Resúmenes analíticos sobre frijol (Phaseolus vulgaris L.). Volúmen I. CIAT. Cali, Colombia..
- 5.- BERACOECHEA, H.M., 1977.- Análisis económico en asociaciones maíz-frijol, para diferentes regiones del Estado de Puebla.- Tesis profesional, Escuela de Agricultura, Universidad de Guadalajara, Jal.
- 6.- BOLSENELLO, J. et al 1978.- Ensallos de abudacao nitrogenada en fosforo da cultura do feijao (Phaseolus vulgaris L.) Resúmenes analíticos sobre frijol (Phaseolus vulgaris L). Volúmen II. CIAT Cali, Colombia.
- 7.- BUCKMAN, H.O. y BRADY, N.C. 1977.- Naturaleza y propiedades de los suelos. Montaner y Simón, S.A. Barcelona, España.

- 8.- CERVANTES, S.T. 1978.- Recursos Genéticos disponibles a México
Sociedad de Fitogenética A.C. Chapingo, México.
- 9.- CLARKE, G.L., 1974.- Elementos de Ecología. Ediciones Omega, -
S.A. Barcelona, España.
- 10.- COCHRAN, G.W., COX M.G. 1974.- Diseños experimentales. Edito-
rial Trillas. México.
- 11.- CRUZ MEDINA, R. s/a.- Análisis computacional para experimentos
de fertilización. INIA Unidad de Biometría. Mineografiado.
México.
- 12.- DE LA LOMA, J.L. 1980.- Experimentación Agrícola. Editorial -
UTEHA. México.
- 13.- DIAZ DEL PINO, A. 1964.- El maíz. Editorial ACCO. México.
- 14.- EDJE, O.T., MUCHOCHO, L.K. Y AYONOADU, U.W.U. 1978.- Bean yield
and yield components as affected by fertilizer and plant po-
pulation. Resúmenes Analíticos sobre frijol (Phaseolus vulga-
ris L). CIAT. Cali, Colombia.
- 15.- ERIKSEN, I.F. and WHITNEY, S.A. 1981.- Effects of light Intensi-
ty on growth of some tropical forages species. I. Interaction
of light Intensity and nitrogen fertilization on six forages
grasses. Agronomy Journal. Volumen 73, Número 3. E.U.A.
- 16.- FREMOND, Y. ZILLER, R. de LAMOTHE, de N.M. 1981.- El cocotero.
Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales. Editorial Blume
México.
- 17.- FONTES, L.A.N. BRAGA, L.S. y GOMEZ, F.R. 1977.- Resposta da cul-
tura de Feijao (Phaseolus vulgaris L.) a aplicao de calcario,
adubo nitrogenado e fosfotado, em municipios da zona da mata
gerais. Resúmenen Analíticos sobre frijol. (Phaseolus vulga-
ris L). Volúmen I. CIAT, Cali, Colombia.

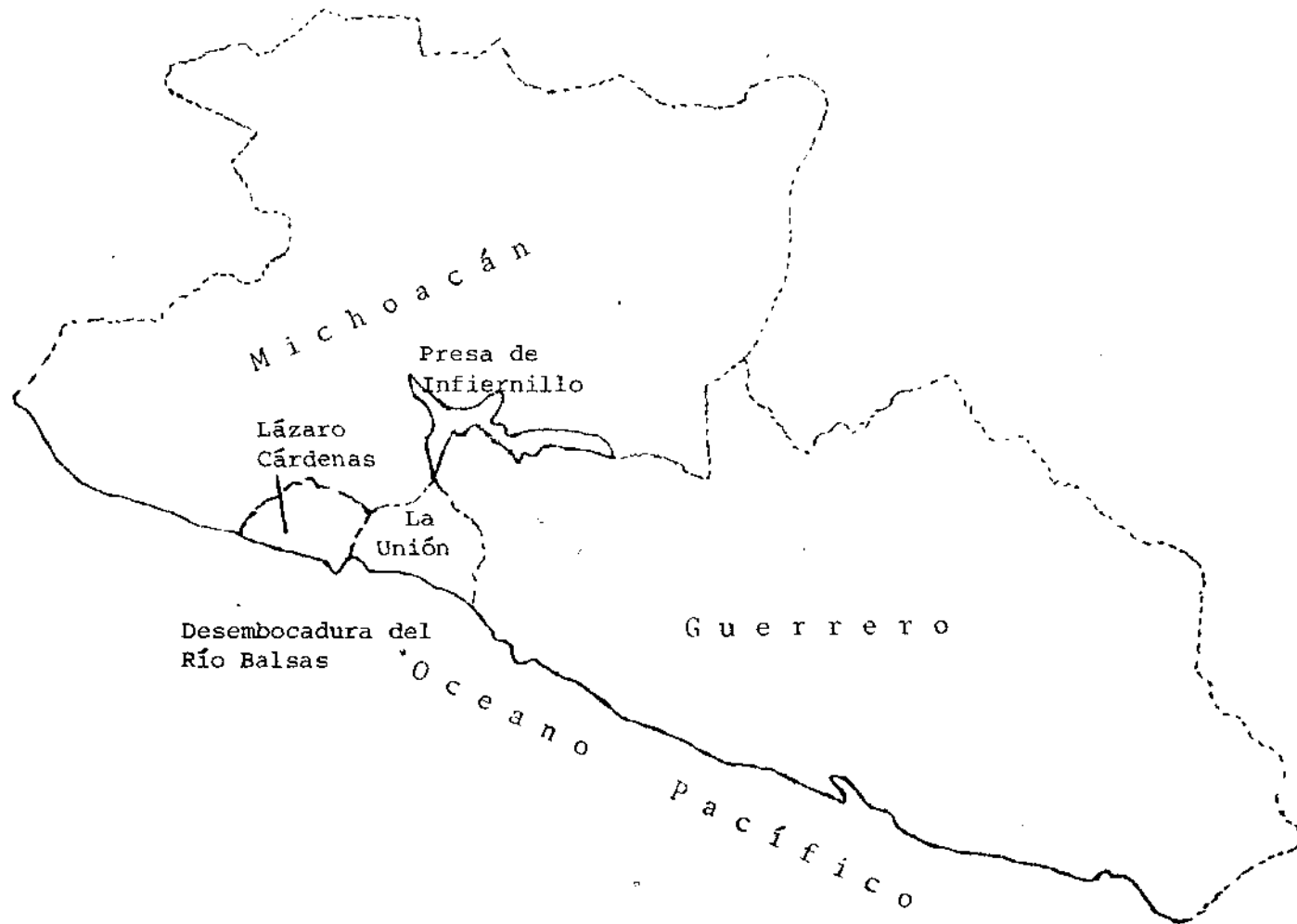
- 18.- GARCIA, M.S. 1979.- Principios Básicos de la Asociación de cultivos. Curso intensivo de adiestramiento postgrado en investigación para la producción de frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
- 19.- GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACA, 1979.- Atlas Geográfico del -- Estado de Michoacán. EDDISA. México.
- 20.- HERRERA, B. M.A. 1977.- Ensayos de fertilización en frijoles -- Phaseolus vulgaris L). en cinco distintas localidades de los cantones de Acosta Aserri. Resúmenes analíticos sobre frijol (Phaseolus vulgaris L). Volúmen I. CIAT. Cali, Colombia.
- 21.- IBARRA, S.D. 1943.- El cocotero. Ediciones Agrícolas Trucco. -- México.
- 22.- LEPIZ, I.R. 1978.- La asociación maíz-frijol y el aprovechamiento de la luz solar. Tesis Doctoral, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Mexico.
- 23.- _____ 1979.- Informe 1977 Programa nacional de frijol. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto -- Nacional de Investigaciones Agrícolas. México.
- 24.- _____ 1980.- Informe 1978 Programa nacional de frijol. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México.
- 25.- _____ 1980 b.- Tesis en frijol (Resúmenes) SARH - INIA -- Tepatitlán, Jal. México.
- 26.- _____ 1982.- Logros y aportaciones de la investigación -- agrícola en el cultivo del frijol. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Distrito Federal. México.

- 27.- MIRANDA, 1979.- Evolución de *Phaseolus vulgaris* y *P. coccineus* En contribuciones al conocimiento del frijol. (*Phaseolus*) en México. E. Mark Engleman editor rama de botánica. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- 28.- MONTES DE OCA, S.F. 1943.- Cultivo e industrialización del cocotero. Secretaría de Agricultura y Fomento. Distrito Federal, México.
- 29.- NATIONAL PLANT FOOD INSTITUTE. 1978.- Manual de fertilizantes. Editorial Limusa, México.
- 30.- NICHOLS, M.A. 1977.- Effect of sowing rate and fertilizer application on yield of dwarf. Resúmenes Analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Volumen I. CIAT. Cali, Colombia.
- 31.- OCHSE, J.J., SOULE, M.J., DIKMAN, M.J., WEHLBURG, C. 1972.- Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Editorial Limusa. 3a. Edición. Volumen II. México, D.F.
- 32.- OROZCO ROMERO JOSE, 1979.- Informe anual de labores. Programa de fruticultura. CAE Tecomán. SARH-INIA-CIAPAC. Inédito.
- 33.- OSPINA, O.H.F. 1980.- Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) VI Curso intensivo de adiestramiento en investigación de frijol. Cali, Colombia.
- 34.- PERRIN, K.R. et al 1976.- Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Folleto informativo No.27. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México.
- 35.- REYES, C.P. 1981.- Diseño de experimentos aplicados. Editorial Trillas. México.

- 36.- ROBERTS, S. y WEAVER, W.H. 1978.- Relationships Among nitrogen nutrition, growth, and yield of three field bean varieties. - Resúmenes Analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Volúmen I. CIAT. Cali, Colombia.
- 37.- ROJAS GARCIDUEÑAS, M. 1959.- Principios de fisiología vegetal - Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- 38.- _____ 1976.- Fisiología vegetal aplicada. Libros McGraw - Hill. México.
- 39.- SANDSTED, R.F. Dry bean fertilizer trials 1963-1965.- Resúmenes Analíticos sobre frijol (*Phaseolus vulgaris* L). Volúmen I. - CIAT. Cali, Colombia.
- 40.- SILVA, P.R. 1978.- Analise economica do emprego de fertilizantes na culturado feijoeiro, ao traves da funcao de producao-zona da mata - MG. Resúmenes analíticos sobre frijol. (*Phaseolus vulgaris* L.) Volúmen III. CIAT. Calí, Colombia.
- 41.- TURRENT, F.A. y LAIRD, R.J. 1975.- La Matriz Experimental Plan Puebla I para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos. Escritos sobre la metodología de la investigación en productividad de agrosistemas, No. 1. Departamento de Editorial. Rama de suelos. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- 42.- TURRENT, F.A. 1978.- El método gráfico estadístico para la -- interpretación económica de experimentos conducidos con la -- Matriz Plan Puebla I. Escritos sobre la metodología de la -- Investigación en productividad de agrosistemas, No. 5. Rama -- de Suelos. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- 43.- TYSDALE, S.L. y NELSON., W.L. 1977.- Fertilidad de los suelos - y fertilizantes Montaner y Simon, S.A. Barcelona. España.

A P E N D I C E

UBICACION GEOGRAFICA DE LA DESEMBOCADURA DEL BALSAS



UBICACION DEL SITIO EXPERIMENTAL

