

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



EVALUACION DE UN SISTEMA DE PRODUCCION DE
CULTIVOS COMPUESTOS CON RIEGOS DE AUXILIO
EN LOS VALLES CENTRALES DE OAXACA

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A:

ERNESTO CASTAÑEDA HIDALGO

GUADALAJARA, JAL. 1984



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número

Julio 23, 1935.

C. PROFESORES

ING. GABRIEL MARTINEZ GONZALEZ, Director.
ING. LUIS ALBERTO RINCONI SANCHEZ, Asesor.
ING. RENE RODRIGUEZ VILLALBA, Asesor.

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

"EVALUACION DE UN SISTEMA DE PRODUCCION DE CULTIVOS COMUESTOS CON RIEGOS DE AUXILIO EN LOS VALLES CENTRALES DE OAXACA."

presentado por el PASANTE ERNESTO CASTAEDA HIDALGO
han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

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

"PIENSA Y TRAJAJA"
EL SECRETARIO.

ING. JEBE ALVARO SANDOVAL MADRIGAL.

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número

Julio 23, 1983.

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

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____
ERNESTO CASTAÑEDA HIDALGO _____ titulada,

"EVALUACION DE UN SISTEMA DE PRODUCCION DE CULTIVOS COMPUESTOS CON
RIEGOS DE AUXILIO EN LOS VALLES CENTRALES DE OAXACA."

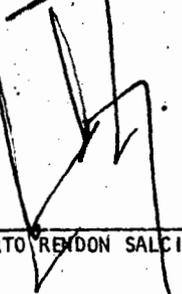
Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.



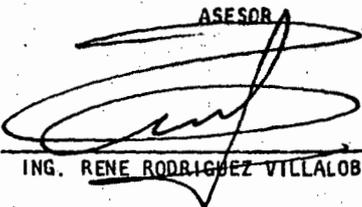
ING. GABRIEL MARTINEZ BONZALEZ.

ASESOR



ING. LUIS ALBERTO RENDON SALCIDO.

ASESOR



ING. RENE RODRIGUEZ VILLALOBOS.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Ma. del Carmen e Ignacio [+]
por el esfuerzo que realiza-
ron para lograr mi formación.

A MIS HIJOS:

Everardo y Luis Ernesto.
para que el sueño que tengo
hoy de ellos mañana sea una
realidad.

A MI ESCUELA Y MAESTROS.

Por haber contribuido a mi
formación profesional.

A MI ESPOSA [+]

Por tantos años de amor y com-
prensión que nos tuvimos y que
hoy me sirve como un estímulo.

A MIS HERMANOS:

Ma. de Jesus, Faustino, Rebeca
Ma. Asunción, Salvador, Evalia
Gloria, Efraín, Jaime, Marisol
y Noelia.

Por el apoyo que me brindaron
y espero corresponderles.

A MIS COMPANEROS Y AMIGOS.

AGRADECIMIENTOS.

Al Distrito Agropecuario de Temporal No. 1. Valles Centrales de Oaxaca. SARH.

A mi Director y Asesores de Tesis.

M.C. Gabriel Martínez González, M.C. Luis Alberto Rendon Salcido e Ing. Rene Rodríguez Villalobos.

Al M.C. Alfredo Castañeda Palomera por todos los conocimientos y orientaciones que he recibido de él.

Al Ing. Maximino Meza Guerrero por los apoyos brindados para el desempeño de mis actividades.

A todo el personal que labora en el Programa de Investigación especialmente a Gerardo, Sergio, Francisco y Cirilo.

A Maria del Consuelo por las sugerencias y mecanografiado del presente trabajo.

CONTENIDO.

	pág.
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS	3
2.1. Objetivos	3
2.2. Hipótesis	3
2.3. Supuestos	3
III. REVISION BIBLIOGRAFICA	5
3.1. Asociación e intercalación de cultivos.	5
3.1.1. Definición del sistema.	5
3.1.2. Importancia.	6
3.1.3. Ventajas de la asociación e intercalación.	8
3.1.4. Dosis de fertilización y densidad de población.	15
3.2. Cultivos de frijol tipo gula en espalderas,	17
3.3. Frijol mata.	20
IV. DIAGNOSTICOS DE LA REGION	23
4.1. Características geográficas.	23
4.1.1. Localización geográfica.	23
4.1.2. Superficie.	23
4.1.3. Orografía.	23
4.1.4. Geología.	25
4.1.5. Hidrografía.	25
4.1.6. Fisiografía.	26
4.2. Características ecológicas.	26
4.2.1. Clima.	26
4.2.2. Precipitación.	27

	pag.
4.2.3. <i>Temperatura.</i>	28
4.2.4. <i>Heladas.</i>	28
4.2.5. <i>Vegetación.</i>	28
4.2.6. <i>Suelos.</i>	30
4.3. <i>Población.</i>	31
4.4. <i>Uso actual y tenencia de la tierra.</i>	32
4.5. <i>Cultivos principales.</i>	32
4.6. <i>Tecnología local de producción.</i>	33
4.6.1. <i>Preparación del terreno.</i>	33
4.6.2. <i>Epoca y métodos de siembra.</i>	33
4.6.3. <i>Variedades.</i>	33
4.6.4. <i>Fertilización y labores culturales.</i>	34
4.6.5. <i>Plagas y enfermedades.</i>	35
4.6.6. <i>Cosecha.</i>	35
V. MATERIALES Y MÉTODOS	37
5.1. <i>Nombre y definición del sistema.</i>	37
5.2. <i>Factores de estudio.</i>	37
5.3. <i>Niveles de los factores.</i>	39
5.4. <i>Variables de respuesta.</i>	39
5.5. <i>Matriz experimental.</i>	39
5.6. <i>Diseño experimental.</i>	39
5.7. <i>Tamaño de parcela.</i>	41
5.8. <i>Fuente de los fertilizantes.</i>	41
5.9. <i>Preparación del terreno.</i>	41
5.10. <i>Método de siembra y fertilización.</i>	41

5.11. Labores de cultivo.	42
5.12. Instalación de la espaldera.	42
5.13. Control de plagas y enfermedades.	43
5.14. Toma de observaciones.	43
5.15. Cosecha.	43
5.16. Análisis realizados.	45
5.16.1. Análisis estadístico.	45
5.16.2. Análisis económico del frijol gula.	45
5.16.3. Análisis económico del sistema.	47
5.16.4. Evaluación de la eficiencia del sistema.	49
VI. RESULTADOS Y DISCUSION.	52
6.1. Análisis de Varianza.	52
6.2. Análisis económico del frijol tipo gula.	52
6.3. Análisis económico del sistema.	56
6.4. Cálculo de la eficiencia del sistema.	58
6.4.1. Parámetro de eficiencia relativa de la tierra en términos de producto físico (ERTF).	58
6.4.2. Parámetro de la eficiencia relativa de la tierra en términos de ingreso neto (ERTI).	59
VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
VIII RESUMEN	62
IX. BIBLIOGRAFIA	65
X. APENDICE	72

INDICE DE CUADROS.

	pág.
Cuadro 1. Lista de tratamientos del experimento único compuesto.	73
Cuadro 2. Costo de los insumos y valor del producto para 1982.	74
Cuadro 3. Costo de cada uno de los componentes de la infraestructura así como la mano de obra empleados en la implantación de la espaldera.	75
Cuadro 4. Análisis estadístico del frijol tipo gula del experimento único compuesto.	76
Cuadro 5. Rendimiento en ton/ha de frijol tipo gula en espalderas del experimento único compuesto.	77
Cuadro 6. Rendimientos medios y totales así como los beneficios brutos por tratamiento del experimento compuesto, frijol tipo gula en espalderas con frijol tipo mata intercalado en hilera.	78
Cuadro 7. Algoritmo del análisis económico del frijol tipo gula en el sistema de espalderas.	79
Cuadro 8. Cálculo de los beneficios netos por tratamiento del experimento compuesto.	80
Cuadro 9. Análisis de dominancia del experimento de cultivos compuestos.	81
Cuadro 10. Análisis marginal de los tratamientos seleccionados del experimento de cultivos compuesto.	82

INDICE DE FIGURAS.

pag.

Figura 1. Localización del Distrito Agropecuario de temporal No. I. V. C. Oaxaca. 24

Figura 2. Gráficas de precipitación y temperaturas medias en cuatro localidades de los Valles Centrales. 29

Figura 3. Diagrama representativo de un corte trasversal del sistema de cultivo. 38

Figura 4. Esquema de la matriz experimental "Plan Puebla I" usada en el experimento bajo estudio. 40

Figura 5. Sistema de estructura de la espaldera utilizada. 44

Figura 6. Respuesta del frijol tipo gula a la fertilización nitrogenada, fosfórica y densidad de población. 55

1. INTRODUCCION.

No obstante la gran importancia que tiene el cultivo de frijol en la alimentación del pueblo mexicano y a pesar de que su cultivo ocupa una gran superficie en el país, su práctica se ha realizado bajo diferentes sistemas de producción, lo que ocasiona que sus rendimientos por unidad de superficie sean muy variados. Uno de estos sistemas es en asociación o intercalación con otros cultivos en pequeñas áreas, especialmente con el maíz y bajo condiciones de temporal ocasionando que su producción sea limitada y básicamente de subsistencia.

En la región de los Valles Centrales de Oaxaca la producción del cultivo de frijol está condicionado por diferentes factores, como es, la precipitación pluvial, ya que es escasa e irregular, factores de manejo, como son; el uso de semillas criollas, inadecuadas densidades de siembra y bajo empleo de insumos agrícolas, lo que ocasiona rendimientos muy escasos que no cubren la demanda local y reditúan poco o ningún beneficio monetario a los productores.

En esta zona es también común la práctica de sistemas tradicionales de asociación y/o intercalación donde el productor trata de aprovechar al máximo su parcela, cultivando diferentes especies a la vez, pero debido al mal manejo del cultivo, los riesgos en la producción aumentan para una especie o para todo el sistema.

Es por esto, que el área de investigación del Distrito Agropecuario de Temporal No. 1 de los Valles Centrales, se propuso generar tecnología de producción para los sistemas tradicionales y para nuevos sistemas en los cuales se aprovechen los recursos regionales para aplicarlos a

la producción agrícola y sea una base para aumentar los rendimientos - por unidad de superficie y mejorar el ingreso monetario de los agricultores.

Uno de estos cultivos es el frijol tipo gula en el sistema de espaldas, el cual además de lo mencionado anteriormente, permite la intercalación en hileras de otros cultivos, como el frijol tipo mata, con un ciclo vegetativo menor, lo que permite cosecharlos antes de que el frijol tipo gula desarrolle lo suficiente y produzca sombreado, además - que el frijol tipo mata podría aprovechar los residuos de fertilizantes aplicados a cultivos anteriores, sin afectar sus rendimientos en comparación con las siembras tradicionales en asociación.

II. OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS

2.1. Objetivos.

- a) Optimización de los factores nitrógeno, fósforo y densidad de población, para el cultivo de frijol tipo gula en el sistema de espalderas intercalado con frijol tipo mata en hileras con densidad de población constante y sin fertilización.
- b) Determinar la eficiencia del sistema del cultivo único compuesto, comparado con cada una de las especies sembradas en unicultivo.

2.2. Hipótesis.

- a) El frijol tipo gula en el sistema de espalderas responde a la fertilización nitrogenada, fosfórica y a la densidad de población, cuando se le intercala frijol tipo mata en hileras sin fertilización y densidad de población constante.
- b) El sistema de cultivo único compuesto, tiene una mayor eficiencia que la siembra de las especies en cultivo simple.

2.3. Supuestos.

- a) Los diferentes tipos de frijol involucrados en el sistema son los adecuados para un buen desarrollo en intercalación.
- b) El sitio seleccionado es representativo de la zona con mayor posibilidad para implantar el sistema.
- c) Los niveles de los factores elegidos son los adecuados para determinar la respuesta a cada factor.

d) La época y método de siembra son apropiados al sistema de cultivo para un buen desarrollo.

III. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFICA.

3.1. Asociación e intercalación de cultivos.

3.1.1. Definición del sistema.

Aguirre y Miranda (1972), explican que un sistema de producción agrícola se debe concebir como un conjunto suficientemente amplio para incluir los aspectos técnicos, económicos, políticos y socio-culturales de los miembros de una sociedad que definen y enmarcan las relaciones básicas entre ellos y la tierra canalizándolos hacia o en favor de la producción agrícola. Estos mismos autores citando a Smith y Zoop (1970) explican que, debiendo comprender que los métodos y técnicas de producción se estandarizan a nivel local o comunal y que los sistemas de valores y condiciones imperantes a través del tiempo se orientan a la preservación de las formas de cooperar con la naturaleza, es por eso que la herencia cultural y la organización socio-económica forman el medio que condiciona los sistemas de producción agrícola. Concluyendo en que lo anterior lleva a concebir un sistema de producción agrícola como enmarcado por tres clases de componentes: a) biofísicos, b) tecnológicos y c) socio-económicos, dándole a este último el más amplio sentido socio-cultural-organizacional.

Un cultivo múltiple, consiste en usar los rayos del sol, el suelo, el agua y los nutrientes en la forma más eficiente, de tal manera que sea posible sembrar en el mismo sitio todos los meses del año; utilizando en este sistema principios de labranza mínima consistentes en reducir al máximo las labores agrícolas de modo que los deshierbes y escardas sean suficientes para obtener una cosecha (Higuera, 1972).

Según Hernández X; citado por Turrent (1979) el término *asociación* indica que dos especies son sembradas juntas (mata, chorrillo o voleo) y tienen ciclos de crecimiento afines de tal manera que maduran juntas. Se intercala una o varias especies en otra u otras, cuando habiéndose sembrado a la vez, la colocación de aquella (s) y/o su madurez precoces son tales que la competencia entre ambos grupos de especies es reducida en lo posible. Por su parte, Tobón (1974), citado por Sánchez (1977) indica que hay compatibilidad en especies sembradas en asociación cuando: a) una planta no afecta los rendimientos de las otras y; b) recibe beneficios de asociación nutua, como soporte, uso y aporte de nutrimentos, aprovechamiento de efecto residual de fertilizante, uso de agua a diferentes estratos, etc. y que aún cuando exista cierta incompatibilidad fisiológica la asociación puede ser económicamente beneficiosa.

En el presente trabajo y tomando en cuenta las definiciones anteriores se considerará como siembra en intercalación debido a la diferencia que tienen las especies en cuanto a ciclo vegetativo reduciéndose así la competencia entre ambas.

3.1.2. Importancia.

La asociación de cultivos en el país constituye un método de producción tradicional del cual provienen una gran cantidad de alimentos donde los productores para producir siquiera para sobrevivir se ha visto obligado a hacer uso de los sistemas de explotación intensiva de la tierra, siendo uno de los más importantes la asociación maíz-frijol donde la fuerza de trabajo la provee fundamentalmente la fami-

lia; en la mayoría de los casos utilizan variedades criollas, no se emplean fertilizantes, insecticidas, etc, por lo que se obtienen con frecuencia bajos rendimientos y consecuentemente poco o ningún ingreso. [Guaman, 1981]. También indica que el aumento de los rendimientos en la asociación maíz-frijol depende del manejo apropiado de los factores controlables de la producción y del uso adecuado de los fertilizantes químicos y abonos orgánicos, siempre y cuando vayan asociados a otras prácticas, como, empleo de buenas semillas, densidades apropiadas de población para ambas especies, control de plagas, enfermedades, malezas, etc.

Referente a la asociación de cultivos, Lepiz (1978) menciona que en los últimos años los sistemas tradicionales de la producción agrícola principalmente la asociación de cultivos han despertado gran interés, con lo que resurge un reconocimiento del valor de la tecnología autóctona desarrollada por cientos de años a base de prácticas empíricas y experiencias acumuladas. Albarran (1982) indica que el sistema de cultivos asociados es una buena alternativa para aumentar la productividad de alimentos básicos en pequeñas superficies en un ciclo agrícola con lo que se tiene un uso más intensivo de los recursos tierra y capital, además de que se disminuyen considerablemente los riesgos de producción.

Esto último es bastante importante debido a que por razón muy natural los lugares del país donde se practican estos patrones de cultivo generalmente utilizan tipos netamente locales lo cual da a los agricultores un gran margen de seguridad para la obtención de las cosechas.

(Campos, 1980).

Generalmente los trabajos realizados reportan que la asociación es mutuamente beneficiosa para los cultivos puesto que estos responden de una mejor manera a las variaciones del medio ecológico y se utilizan en una forma más eficiente los recursos de por sí escasos de los productores.

Los sistemas de cultivos múltiples se caracterizan por la alta diversidad de especies, el ciclo cerrado de los nutrientes, el control de la erosión, los rendimientos en ocasiones bajos pero estables y la explotación intensiva del limitado recurso tierra. (Francis, 1978). La importancia de los sistemas de siembras múltiples o asociadas es tal que podríamos solucionar el problema de la alimentación; en países como China con una gran densidad de población y con solo 1/3 de suelo apto para cultivos a corto plazo es ampliamente conocido a la vez que se ha difundido en gran parte de Asia (Higuera, 1972).

Otros autores como Infante y Pinchinat (1975) reportan siembras hasta de un 90% del total cultivado en asociación en Colombia y de 80% en Brasil y de acuerdo a Lepiz (1978) en México se cultivan tan solo un millón de hectáreas de frijol asociado con maíz.

3.1.3. Ventajas de la asociación e intercalación.

Según el CIAT (1978), la asociación de cultivos ofrece ventajas sumamente beneficiosas para los cultivos en sí, puesto que el ecosistema presenta menos fragilidad y aprovechan mejor las variaciones del medio que en un cultivo simple. Además indica que la competencia por luz y

elementos nutritivos por el frijol en asociación para lograr una fijación activa es poca; pero aún así este alcanza su máxima forma en un cultivo. Lépez (1978) reporta que las siembras asociadas o intercaladas de cultivos en surcos permiten una mayor disponibilidad de luz en el sistema e incrementa los rendimientos en los cultivos por surco pero no por hectárea. Así también otros autores como Rulz *et al* (1973) Macías (1975), Esquivel (1976) y otros indican que en las siembras de asociación maíz-frijol tipo guía los rendimientos decrecen bajo este sistema afectando principalmente al maíz, pero que los ingresos netos son superiores que las siembras en cultivos simples.

Jalpa (1979) señala que la práctica de cultivos múltiples en la región de Zacapoaxtla, Pue., se realiza en forma tradicional por los campesinos minifundistas donde han desarrollado técnicas para sacar el máximo de productos en un mínimo de superficie, los cultivos más importantes son, maíz-frijol asociados, maíz-frijol guía asociados con frijol mata intercalado, maíz con arvenses, etc. Según Vargas (1982) de acuerdo a trabajos realizados en los Valles Centrales de Oaxaca considera que como una alternativa bastante viable en la región para lograr el incremento de la producción es mediante el uso de sistemas de cultivo asociados, compuestos, múltiples, etc., ya que estos son comunmente realizados desde generaciones anteriores y pueden fácilmente incrementarse. Así mismo reporta que la asociación de cultivos es sumamente ventajosa debido al mayor ingreso neto en estos sistemas que en cultivos simples. Moreno (1972) citando a Lépez (1968) estima que el 40% del frijol producido en México se ha obtenido bajo el sistema de cultivos asociados. El agricultor de bajos

recursos al enfrentarse a la necesidad de cubrir su dieta alimenticia y a la vez jugar contra el temporal tiene como alternativas para enfrentarse al riesgo en el proceso mercado-producción, las siguientes: 1) sembrar 1/2 de frijol y 1/2 de maíz, 2) sembrar uno y comprar el otro, 3) sembrar los dos asociados. Enmarca además las siguientes ventajas (teorías) de la asociación:

- a) Eficiencia agronómica en el uso de la tierra; los diferentes hábitos de crecimiento de los cultivos asociados, podría ocasionar aumentos en la absorción de luz y consecuentemente la cantidad de fotosíntesis debido a la mejor distribución del follaje.
- b) Excreción de sustancias; se estableció en 1937-38 por Viertamen y colaboradores quienes encontraron en condiciones de invernadero que la leguminosa (frijol) excretó del 10-80% del N fijado, pero que cuando esta fue fertilizada con nitratos no hubo tal fijación.
- c) Las asociaciones de maíz-frijol tienen rendimientos menores que las siembras solas, pero se reportan mayores ganancias netas en las asociaciones.

Francis y Prager (1977) determinan que los rendimientos de maíz en asociación con frijol no disminuyen en relación a las siembras simples, aunque el frijol sí baja sus rendimientos hasta un 50% pero que se han obtenido hasta 1.5 ton/ha con frijol arbustivo y 2.0 ton/ha de frijol trepador, por lo tanto la producción de frijol corresponderá a un ingreso adicional. Al hacer referencia al soporte del frijol trepador indica que la espaldera, aunque más costosa son el sistema más eficiente ya que permite un mejor acomodo de las plantas y consecuentemente un mayor aprovechamiento de los factores del ecosistema.

Indica también, que aunque en la asociación de cultivos se deben incluir factores fisiológicos, agronómicos, genéticos, etc., estos deben determinarse de acuerdo a las prioridades de investigación para cada región en base a las condiciones particulares, principalmente, situación de los sistemas actuales de cultivo, clima y suelo. Se ha encontrado, Jiménez (1976), que la eficiencia del uso del terreno es mucho mejor en los sistemas de policultivos en cuanto a rendimientos y producción de biomasa que los monocultivos así como un mejor aprovechamiento de los nutrientes.

Así mismo Santa Cecilia (1978) en trabajos experimentales de maíz y frijol con diferentes hábitos de crecimiento reporta un uso más eficiente de la tierra y una ganancia mayor por hectárea en las siembras en asociación en comparación con las siembras solas. Indica, además que el soporte adecuado en el frijol voluble es el más apropiado para incrementar los rendimientos por unidad de superficie. Segovia (1981) Hernández (1982), Acevedo (1975) entre otros al realizar trabajos experimentales en asociación de cultivos indican que el arreglo de las especies y la fecha de siembra son factores importante a considerar ya que pueden actuar en favor o en contra de los rendimientos así como de la incidencia de plagas en los cultivos. No obstante lo anterior algunos autores tales como Chang (1962), citado por Moreno (1973) explica que el consumo de agua en los cultivos asociados es mayor en 30-40% al correspondiente cuando los cultivos se siembran por separado durante la etapa de floración. Esto indica que un alto esfuerzo de humedad en esta etapa podría reducir drásticamente los rendimientos del cultivo asociado, por lo que podría considerarse esto como una

desventaja del sistema. De igual forma según Lépez (1971) los problemas que se presentan en la conducción de este tipo de siembras es la dificultad de aplicar los insumos agrícolas cuando los cultivos han desarrollado y la nula posibilidad de cosecha mecánica (del frijo); aunque en realidad son poco significativas si se toma en cuenta que estas recomendaciones son dirigidas para zonas de temporal donde se practica la cosecha manual.

Refiriendonos un poco a la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos asociados, diversos autores como Altieri y Schoonhoven (1977) en diversos experimentos realizados en el CIAT con policultivos y monocultivos diversificados con malezas reportan que estos tienen efectos en la reducción ninjal y de adultos de *Empoasca Kraemeri* en un 40-53% en frijol, así como también en los cultivos asociados de maíz-frijol con una reducción de 26% que en cultivo solo de frijol. También indica que la época de siembra de los cultivos afecta la dinámica de *Empoasca Kraemeri* y de *Spodoptera frugiperda* en los sistemas policulturales, sin embargo los rendimientos de frijol se ven afectados por la competencia luminica. Al igual que otros autores Francis (1977) reporta que la asociación de maíz-frijol reduce el ataque de *Spodoptera frugiperda* al maíz.

Por su parte Mora (1978) en trabajos realizados en Costa Rica sobre asociaciones de maíz-frijol encontró que la incidencia y severidad de *Isariopsis griseola* y de *Uromyces phaseoli* se vio afectada por el sistema de cultivo y la preparación del suelo. Se presentó menor incidencia y severidad en el cultivo asociado y en los tratamientos de co

bertura vegetal se presentó menor incidencia de enfermedad que en los de labranza tradicional; es importante considerar la época de siembra y la edad del cultivo en la aparición y desarrollo de enfermedades. En cambio Thung [1977] en sistema de asociaciones de yuca-frijol reporta incidencia de plagas menores en comparación con el monocultivo, debido al mejor equilibrio de poblaciones de insectos, e indica que la asociación puede favorecer la incidencia de enfermedades en ambos cultivos pero afecta más severamente al frijol.

Para la evaluación de la eficiencia de la asociación maíz-frijol con respecto a ambos cultivos sembrados solos se pueden usar varios métodos, ya sea mediante comparación de rendimientos, de ingresos netos o bien utilizando algún índice de aprovechamiento de la tierra disponible. Se hace uso frecuente de la "relación superficie equivalente" (RSE) - llamado así por Aguilar, o lo que Francis *et al* (1976) llamó "uso eficiente de la tierra" (UET); por otra parte Turrent (1979) introduce los conceptos de eficiencia relativa de la tierra en términos de producto físico (ERTF) y eficiencia relativa de la tierra en términos de ingreso neto (ERTI). Aunque se usan diferentes terminologías significan lo mismo y se refieren a lo que Andrews y Kassan (1976) definieron como "Land Equivalent Ratio" (LER) e "Income Equivalent Ratio" (IER), (Guaman, 1981).

Así, diversos autores como Francis 1977, en un experimento de comparación entre el cultivo de maíz, frijol y la asociación maíz-frijol, halló que el monocultivo de frijol produce mayor rendimiento e ingreso bruto, pero que los costos de producción son mucho más elevados, -

también indica que cuando los costos de mano de obra y otros insumos son altos, la rentabilidad económica de los sistemas asociados es generalmente mayor; así la eficiencia del uso de la tierra es 20-80% mayor en los cultivos asociados. De igual manera Jimenez (1976) en trabajos similares de asociación maíz-frijol-yuca reporta que los sistemas de policultivo son más eficientes en cuanto al rendimiento y la producción de biomasa que los monocultivos. En la misma forma, Rey (1976) en un trabajo de asociación papa-frijol arbustivo encontró que aunque este último afecta los rendimientos de la papa, los rendimientos de frijol mejoran significativamente a medida que mejoran las poblaciones y tuvo gran influencia en el aumento de los ingresos netos. Reportes semejantes realiza Claire (1976) en la asociación maíz-frijol donde se considera un uso más eficiente de la tierra cuando se utiliza frijol precoz. Jaldin (1978) por su parte en trabajos similares - en Costa Rica nos especifica que el uso equivalente de la tierra basado en los rendimientos totales, mostró que los sistemas de asociación con maíz eran 30 y 50% más eficientes que los monocultivos en el caso de los cultivares arbustivos pero no en el cultivar trepador.

Así como se tiene una mayor eficiencia en cuanto al recurso tierra y los ingresos netos, también se puede decir que existe una mayor eficiencia en cuanto al uso de los insumos. Turrent (1979) refiriéndose a un cultivo de asociación maíz-frijol de gula larga realizado en Zacapoaxtla, Puebla obtuvo resultados de ERTF = $0.71 + 1.02 = 1.73$ el cual significa que habría que sembrar 0.71 ha de maíz y 1.02 ha de frijol cada uno como unicultivos para obtener una producción similar a 1.0 ha de asociación y que para su fertilización se habrían requeri

do 146 Kg de N ($120 \times 0.71 + 60 \times 1.02$) y 90 Kg de P_2O_5 ($40 \times 0.71 + 60 \times 1.02$) en vez de los 120 Kg de N y 40 Kg de P_2O_5 suficientes para cubrir lo de una hectárea.

3.1.4. Dosis de fertilización y densidad de población.

Respecto a este tema, podremos considerarlo como de verdadera importancia ya que ha sido objeto de un gran número de trabajos experimentales donde se ha tratado de evaluar el comportamiento de los cultivos en asociación bajo diferentes dosis de fertilizantes y que lo es incluso para el presente trabajo. Algunos autores refiriéndose al uso de los fertilizantes en las siembras asociadas, tal es el caso de Willey (1979) citado por Vasquez (1982) indica que la ventaja de sembrar cultivos asociados es que aún, donde los períodos de crecimiento sean similares los cultivos componentes pueden tener su máxima demanda de nutrientes en diferentes etapas de crecimiento y pueden producir diferentes patrones de distribución de las raíces de los cultivos y es posible explorar un mayor volúmen de suelo. Por su parte Platero (1975) en trabajos realizados en asociación maíz-frijol indica que a las poblaciones semejantes a las tradicionales (40 mil pts/ha) se les pueden adicionar 80 mil pts/ha de frijol sin abatirse sustancialmente los rendimientos de maíz con lo que se logra un incremento significativo de los rendimientos totales, siempre y cuando se utilicen al rededor de 100 Kg/ha de N y 70 Kg/ha de P_2O_5 ya que estos cultivos en asociación responden a estos factores. Esquivel (1976) citado por Campos (1980) indica que para la zona II del área del Plan Puebla donde se realizaron trabajos similares al anterior encontrando

que los niveles de fertilización no afectaron significativamente los rendimientos de maíz y frijol; el mismo en otros trabajos de evaluación de variedades de maíz con diferentes poblaciones de frijol semi-gula y niveles de fertilización con nitrógeno, fósforo y galleta mañista que los diferentes niveles de frijol guía no afectan sus rendimientos ni los del maíz y en cuanto a fertilización el frijol no mostró variación en rendimientos mientras que en el maíz sí los hubo. En cambio Moreno, Turrent y Nuñez obtuvieron los mejores resultados utilizando 140 Kg/ha de nitrógeno y 100 Kg/ha de P_2O_5 con densidades de 40 y 90 mil pts/ha de maíz y frijol respectivamente.

Para el crecimiento sano, los buenos rendimientos y alta calidad de la semilla de habichuela resulta imprescindible la correcta nutrición de las plantas, es necesario que los nutrientes esenciales estén presentes en suficiente cantidad para los procesos de desarrollo y crecimiento. El N es un elemento difícil de utilizar en los cultivos de frijol, ya que aplicado en grandes cantidades puede originar un crecimiento vegetativo excesivo y la tendencia al volcamiento y las enfermedades, en ocasiones demora el tiempo de la cosecha. La aplicación de N depende del nivel de éste, disponible en el suelo en el momento de la siembra (Barke, 1978).

Según Mojica (1975) después de haber efectuado un trabajo relacionado a la absorción de nutrientes es la asociación de maíz-frijol indica que los fertilizantes desempeñaron un papel importante en la productividad, la eficiencia de los elementos integrantes fue $K > N > S > P$.

Para Lépiz (1978) los arreglos o distribución de las plantas en el -

terreno cuando se practica la asociación maíz-frijol es muy importante para el aprovechamiento eficiente de la humedad del suelo, los nutrientes, el CO_2 de la atmósfera y la energía radiante. Estos arreglos pueden hacerse variando la anchura de los surcos y la distribución de las plantas sobre el surco. Aparte de lo antes mencionado hay que tener en cuenta la gran influencia que pueden ejercer los diferentes materiales genéticos utilizados en los trabajos.

Es por eso que de acuerdo a los diferentes estudios que realizaron Pichumani y Krishnamorthy (1971), citados por Vasquez (1982) donde intercalaron la caña con alrededor de 20 cultivos y para el cual concluyen que es deseable que el cultivo intercalado sea de hábito compacto y de madurez temprana, lo mismo que no provoquen sombra ni sean afectados por la misma.

3.2. Cultivos de frijol tipo gula en espalderas.

Kohashi (1981) señala que cuando el maíz sirve como soporte al frijol gula este último "agobia" al maíz inhibiendo su producción por lo que en estos casos el uso de espalderas en el frijol es apropiado y que ello tiene por objeto tratar de aumentar la eficiencia fisiológica de la planta al incrementar la superficie del follaje que capta la energía solar con lo que se trata de aumentar los rendimientos por unidad de área. Indica además sobre la decisión del diseño de espaldera, para la cual deben considerarse los siguientes factores: desarrollo probable del cultivo, densidad de siembra, facilidad para la cosecha, resistencia mecánica y costos.

El cultivo de frijol gula para su buen desarrollo requiere de una

planta nodriza [cuando se practica en forma natural] que le sirva de sostén para lograr rendimientos buenos y abundantes (Aguilar 1983). El mismo menciona que este sistema se utiliza principalmente entre los campesinos que tienen raíces étnicas mexicas, cholultecas y tlaxcaltecas. Entre los que tienen raíces zapoteca, mixtecas y mayas además del soporte natural es frecuente la utilización de soportes artificiales especialmente con carrizo (Arundo donax L.) u otro tipo de madera a condición de que sea larga, delgada y resistente capaz de soportar la carga del follaje y vainas del frijol.

Este sistema de cultivo se acostumbra en los Valles Centrales de Oaxaca, principalmente para la producción de vaina para el consumo en fresco. Este mismo autor cita que en trabajos desarrollados por Jalpa y Turrent (1976) en el Plan Zacapoaxtla, Puebla, en un experimento de frijol gula donde estudiaron seis factores de la producción determinaron que la mejor respuesta del cultivo en grano se obtuvo con el tratamiento 150-100-40-5 (Kg/ha de N, P_2O_5 , miles de plantas/ha y tonelada/ha de estiércol) con la variedad "Meco" (Vigna sinensis) con una altura de espalderas de 3.5 m y una separación entre surcos de 1.80 m.

Vargas y Gastañeda (1982) establecieron un experimento compuesto de frijol en espalderas asociado con malz e intercalado con frijol mata ambos en hileras alternas. Utilizaron la variedad criolla "chivo" (Phaseolus vulgaris L.) con diferentes niveles de fertilización nitrogenada y fosfórica así como densidad de población. Sus recomendaciones son las siguientes: para el frijol gula se deben utilizar 40 mil pts/ha sin ninguna aplicación de fertilizante; para el malz se debe

utilizar la fórmula 15-10-10 y para el frijol mata la 10-10-25 (Kg/ha de N, P_2O_5 y miles de pts/ha de maíz y frijol respectivamente). Trabajos similares se realizaron por Jalpa (1982) en Zacapoaxtla, Puebla - con un sistema de cultivos múltiples tomando como experiencia los sistemas tradicionales; los cultivos involucrados fueron el frijol gula, frijol mata, maíz y papa para los cuales se obtuvieron las siguientes recomendaciones situadas en el mismo orden: 50-100-0, 20-40-0, 60-40-0 y 140-160-40 (Kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O , respectivamente). La distancia entre surcos para el frijol de gula fue de 1.60 m y de 1.0 m entre plantas y con una altura de espalderas de 3.5 m.

Los rendimientos obtenidos fueron los siguientes: frijol de gula 6.0 ton/ha; frijol mata 0.985 ton/ha; maíz 0.498 ton/ha y papa 10.371 ton/ha. Fanjul (1978) analizando la variedad flor de mayo X-16441 en relación a su comportamiento fisiológico, los componentes morfológicos y fisiológicos del rendimiento entre otras cosas, encontró que la capacidad potencial de producción fue de 8.0 ton/ha con rendimientos bajo condiciones semicomerciales de 4.5 ton/ha. Se utilizó una densidad de plantas de 10 mil pts/ha, esto es una planta por metro cuadrado.

También se han realizado trabajos de este sistema de cultivo en el Plan Puebla y son los establecidos por Caballero y Turrent (1976) donde se involucraron seis factores controlables de la producción, como son nitrógeno, fósforo, potasio, aplicación de M.O., densidad de plantas y variedades. Los resultados indican que solo hubo respuesta al nitrógeno y a materiales genéticos. Los rendimientos comerciales fueron de 5.4 ton/ha de frijol común y 9.4 ton/ha de frijol ayocote.

(Aguilar 1983).

3.3. Frijol mata.

En los Valles Centrales de Oaxaca la superficie que se siembra con frijol de riego es pequeña pero importante ya que se pueden obtener rendimientos altos. Se sugiere sembrar las variedades criollas regionales, flor de mayo, jamapa, ojabra 400, entre otras; teniendo preferencia de consumo el criollo regional motivo por el cual alcanza mejor precio, por ello aunque rinde menos su ingreso neto puede ser igual o superior al obtenido con las variedades mejoradas. Su ciclo es de 90 días a la madurez, su color de grano es negro y bajo condiciones de riego alcanza un rendimiento de hasta 1.780 ton/ha utilizando 20 Kg/ha de semilla sembrada en surcos de 60-70 cm y fertilizando con la fórmula 40-40-0. (INIA, 1983). Por su parte Castañeda y Vargas (1983) en experimentos de frijol Jamapa donde se probaron diferentes dosis de fertilización nitrogenada y fosfórica así como densidad de población encontraron que para los terrenos planos, profundos de color negro y arcillosos en condiciones de temporal y con riegos de auxilio se requiere fertilizar con la fórmula 0-40-0 (N, P, K respectivamente) utilizando 180 mil pts/ha obteniéndose rendimientos de 1.930 ton/ha. Para los terrenos de lomerío, poco profundos y arenosos se debe utilizar la fórmula 15-20-120 (Kg/ha de N, P_2O_5 y miles de plantas/ha, respectivamente).

De acuerdo a trabajos realizados en otras regiones, Lépez (1968), en un experimento sometió a cuatro variedades de frijol a diferentes niveles de fertilización e inoculantes comerciales, no encontró respues

ta a ninguno de ellos, atribuyendolo a la fertilidad del suelo como suficiente para el desarrollo del frijol debido a acumulaciones de fertilizantes residuales de anteriores aplicaciones a otros cultivos y que también hubo la posibilidad de inhibición del desarrollo del *Rhizobium*, por la existencia de cantidades adecuadas de fertilizante nitrogenado en el suelo. De igual manera Montenegro (1957), estudió el efecto de fertilización nitrogenada, fosfórica y potásica, así como elementos menores y un inoculante (*Rhizobium*) sobre este cultivo y no encontró vestigios de respuesta a ninguno de los estímulos ensalados.

Sin embargo Vargas (1961), llevó a cabo varios experimentos de frijol buscando respuesta a la inoculación en suelos recién abiertos y en suelos cultivados anteriormente, encontrando que la inoculación solo es conveniente en suelos donde no se ha sembrado frijol en mucho tiempo y que se debe complementar con dosis de fertilizantes de 40-60-60 (N,P,K respectivamente).

Por su parte Villota (1974), de acuerdo a 12 sitios experimentales de fertilización y densidad de población en frijol de crecimiento determinado (mata) en el Valle de México encontró en nueve de ellos respuesta al nitrógeno, fósforo y densidad de población y se obtuvieron tres dosis óptimas económicas de acuerdo a las diferentes condiciones de producción identificadas en la zona, que fueron la 20-20-80, 40-40-80 y 60-50-100 (N,P,D respectivamente).

Otros autores como Otero (1984) en un experimento desarrollado en el estado de Guerrero donde probó dosis de nitrógeno y fósforo aplicados

al suelo, así como aplicaciones de N foliar en la variedad cv Michoacana 12-A-3 de hábito indeterminado arbustivo y con un ciclo de 70 días. Los resultados mostraron que la fertilización al suelo no ocasiona cambios significativos para el rendimiento en grano y sus componentes inmediatos; en cambio, la aplicación de urea al follaje mostró incrementos en el número de vainas, granos normales y consecuentemente en el rendimiento en grano (10% de humedad), los cuales mostraron una relación cuadrática en respuesta a la dosis aplicada.

IV. DIAGNOSTICO DE LA REGION.

4.1. Características Geográficas.

4.1.1. Localización geográfica.

El valle de Oaxaca se encuentra plegado en la zona montañosa del sur del país, precisamente en la parte central del estado de Oaxaca, circundado por la sierra Juárez y la sierra de Zaachila, entre los paralelos $16^{\circ}45'$ y $17^{\circ}20'$ latitud norte y los meridianos $96^{\circ}55'$ y $96^{\circ}17'$ longitud oeste. La altura varía desde 1530 m al sur de Ocotlán, hasta 1640 m al noroeste de Etlá, siendo la altura promedio 1550 msnm; ver figura 1.

4.1.2. Superficie.

La región de los Valles Centrales de Oaxaca ocupa una superficie de 1'353,906 Ha. Se dedican a la agricultura de temporal 167,462 Ha, a la de riego 8,152 Ha y 10,565 son de humedad.

Comprende cuatro valles estrechos con la ciudad de Oaxaca al centro; el valle de Etlá hacia el noroeste, el valle de Tlacolula y el de Ocotlán hacia el sureste y el valle de Zaachila-Zimatlán hacia el sur, y las regiones de Miahuatlán-Pochutla y Sola de Vega.

4.1.3. Orografía.

Los Valles Centrales están delimitados por varias cordilleras montañosas; al norte las sierra de Quialana, Magdalena, El Labrador y El Zopilote; y al sur por la sierra de Miahuatlán.

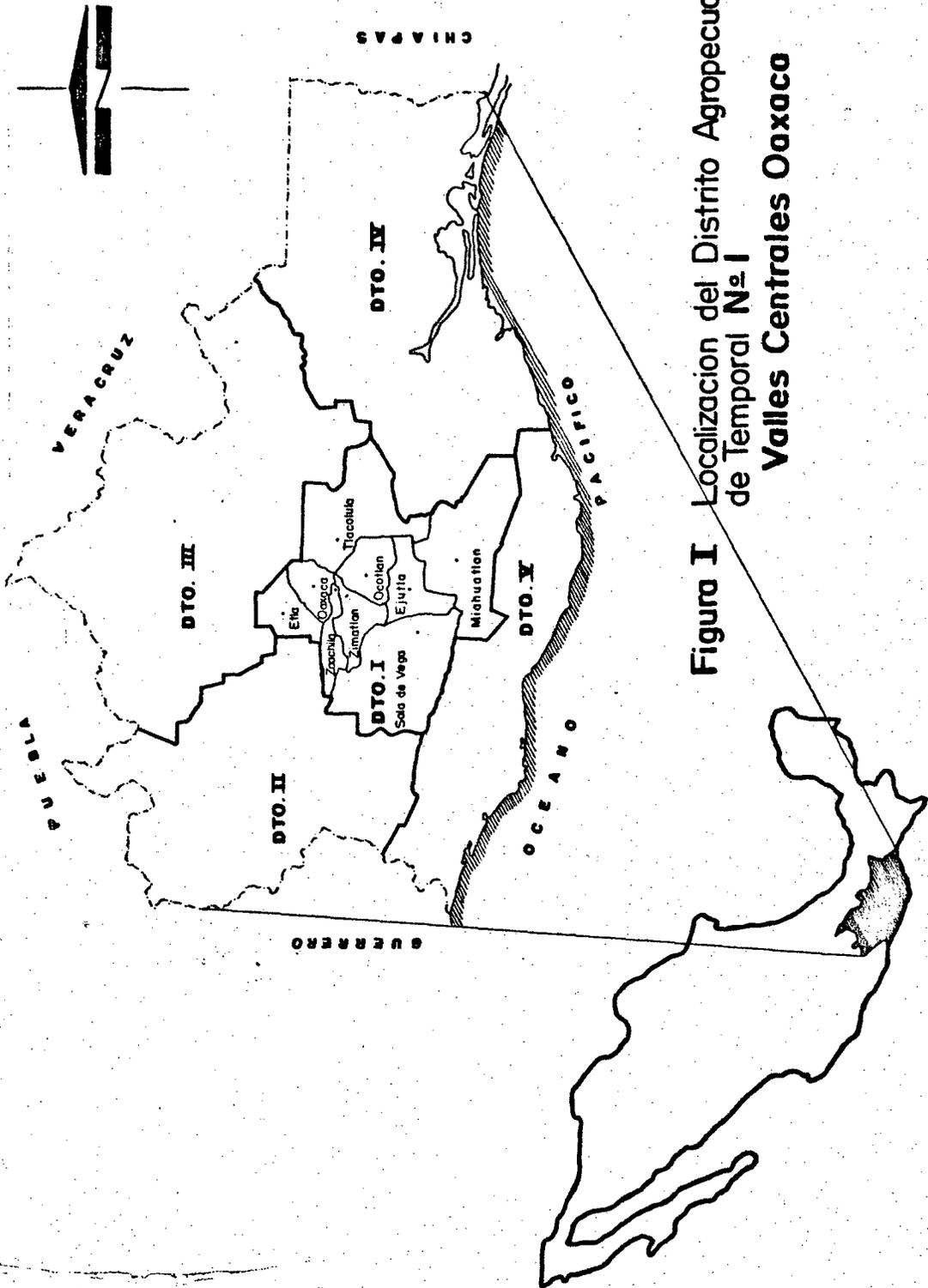


Figura I Localizacion del Distrito Agropecuario de Temporal N^o I Valles Centrales Oaxaca

4.1.4. Geología.

Existen dos teorías sobre la formación de los Valles Centrales, Burgoa citado por Gay (1950) menciona que los Valles fueron un antiguo lago -secado antes de los 600 a.c., esta teoría fue rechazada por Lorenzo (1960) citado por Flannery (1967). Este mismo autor encuentra que los supuestos límites marginales del lago no son horizontales, sino que varían en altura en más de 200 m en una distancia más o menos de 40 Km., menciona que esto representa un quiebre en el declive formado en aquellos lugares donde el abanico se encuentra con el valle, el material -del abanico es típicamente aluvial y no se han encontrado depósitos lacustres o fósiles; por lo que la hipótesis de Burgoa debe ser rechazada.

Las explicaciones que se dan para la formación de los Valles son:

a) la aridez, la cual favoreció la formación de abanicos aluviales de deposición; b) baja capacidad erosiva y c) fallas descendentes.

4.1.5. Hidrografía.

Los ríos que cruzan los Valles son de carácter torrencial y permanecen secos en el invierno y primavera. El río principal es el Atoyac y -atraviesa los Valles en dirección norte-sur. Sus principales afluentes son: el río Etla en la parte norte que tiene como tributarios a -los ríos: Zautla, San Pedro, San Juan del Estado y San Sebastián; el -río Salado, el cual cruza el valle de Tlacolula y tiene como afluentes a los ríos Mitla, Seco, Teotitlán y del Estudiante. En el valle de -Zaachila-Zimatlán se unen el río Atoyac, los ríos Zimatlán y Santa -Cruz; en el valle de Ocotlán los ríos Ocotlán, San Dionicio, La Garzo-

na, El Prieto y el Ejutla; y en el valle de Miahuatlán el río del mismo nombre.

4.1.6. Fisiografía.

Flannery et al, citado por Rojo (1980) en un corte transversal típico del valle, muestra cuatro zonas fisiográficas que son: aluviones bajos, aluviones altos, pie de monte y montañas circundantes.

Azurdia, citado por el mismo autor, menciona que, de acuerdo al trabajo desarrollado por Hernández X. (1979) en los Valles Centrales de Oaxaca, se diferencian siete zonas fisiográficas que son: a) yocuelas, - b) tierras negras, c) aluviones bajos, d) aluviones altos, e) pie de monte, f) lomeríos aislados y g) sierras.

4.2. Características Ecológicas.

4.2.1. Clima.

Según la clasificación de Thornthwaite, el clima de los Valles Centrales varía de semiseco con invierno y primavera seca a semicálido sin estación invernal bien definida (Ruiz, 1979).

Algunos factores y elementos climáticos, según García (1973) correspondientes a tres estaciones climatológicas son los siguientes:

- Etla: altitud 1641 msnm, precipitación media anual 677 mm, temperatura media anual 19.2°C, tipo de clima (A)C(W^o)(W)b(i')g.
- Oaxaca: altitud 1563 msnm, precipitación media anual 645.3 mm, temperatura media anual 20.7°C, tipo de clima BS_{h'}(h)W^o(W)(i')g.
- Zimatlán: altitud 1568 msnm, precipitación media anual 720.8 mm, temperatura media anual 21.2°C, tipo de clima A(c)(W^o)(W)ig.

El clima de Etila se define como un clima semicálido, el más seco de los sub-húmedos, temperatura media anual 18-22°C, temperatura media del mes más frío sobre los 18°C, temperatura media mensual mayor de 10°C con estación más seca en el invierno, oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 5-7°C, el mes más caliente es antes del solsticio de verano.

Oaxaca presenta un clima semicálido, el menos seco de los áridos, con temperatura media anual entre 18-22°C, la temperatura media mensual del mes más frío sobre los 18°C, la estación más seca es el invierno con régimen de lluvias en verano, oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 5-7°C, el mes más caliente es antes del solsticio de verano.

El clima de Zimatlán se diferencia del clima de Etila, por tener la temperatura anual mayor de 18°C, la temperatura media del mes más frío entre 3-18°C, el mes más caliente sobre 6.5°C, oscilación anual de la temperatura media mensual menor de 5°C.

4.2.2. Precipitación.

Este fenómeno varía considerablemente de región a región y año con año en cuanto a iniciación, distribución y volúmen.

Esta se presenta en verano desde la segunda mitad de abril, hasta la segunda de octubre, con un período de sequía interestival de 30-50 días en los meses de julio y agosto.

El volúmen de precipitación varía de 500-700 mm., siendo las zonas de Tlacolula y Mitla las de más baja precipitación y las zonas de Etila y

Zimatlán las que registran el mayor volúmen; ver figura 2.

4.2.3. Temperatura.

La temperatura media anual de los Valles Centrales es de 20°C, las temperaturas mínimas se presentan en los meses de noviembre a enero; las máximas ocurren en los meses de marzo a mayo; (figura 2).

4.2.4. Heladas.

Las heladas se presentan en los meses de diciembre y enero, aunque suelen presentarse heladas tempranas a fines de octubre y noviembre, así como también heladas tardías a fines de febrero y principios de marzo.

4.2.5. Vegetación.

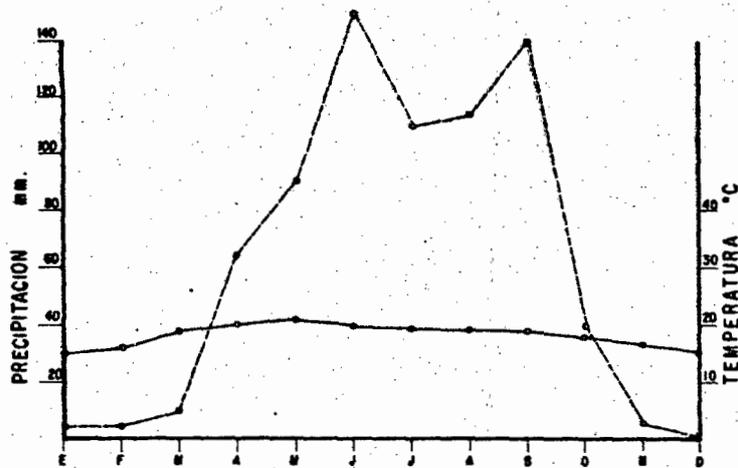
El clima es un factor determinante en la vegetación de la zona. Según Flannery et al, citado por Rojo (1980), originalmente cada zona fisiográfica tenía su propia cubierta vegetal, pero por el cultivo intensivo que ha habido, existe muy poca vegetación original.

En la zona montañosa dominan los bosques de Pinus spp y Quercus spp. En las zonas planas y lomeríos bajos de clima semicálido encontramos - guamuchil (Pithecollobium dulce), jacaranda (Jacaranda minosae-falia), carrizo (Arundo sp), nogal (Carya illinoensis), zapote negro (Diospyros sp), fresno (Fraxinus sp), especies de Ficus sp, casahuate (Hippomea sp) y sabino (Taxodium macronatum).

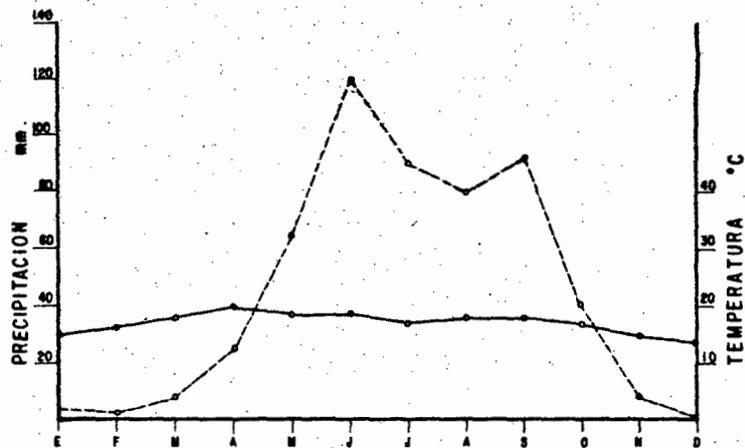
En las zonas de clima semárido, encontramos especies de nopal (Opuntia sp), cactáceas del género Cereus, espinos (Acacia sp) maguey mezcalero (Agave sp), mezquite (Prosopis juliflora) y huizache (Acacia far-

FIGURA 2 . GRAFICAS DE PRECIPITACION Y TEMPERATURAS MEDIAS EN CUATRO LOCALIDADES DE LOS VALLES CENTRALES.

OCOTLAN (PROMEDIO 17 AÑOS)



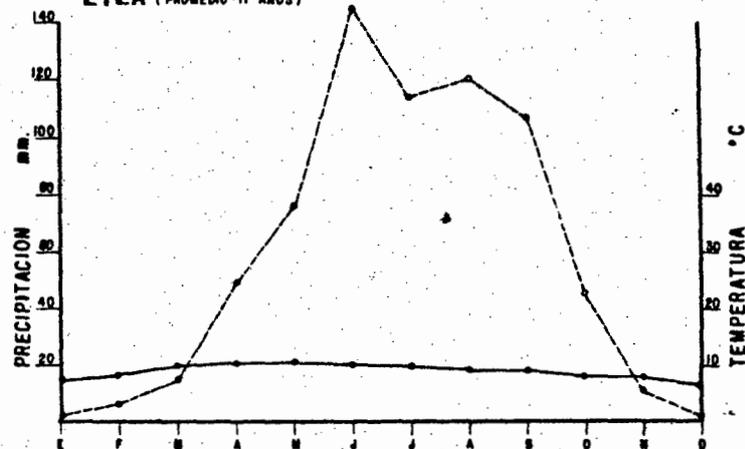
TLACOLULA (PROMEDIO 27 AÑOS)



ZIMATLAN (PROMEDIO 10 AÑOS)



ETLA (PROMEDIO 17 AÑOS)



neclana).

4.2.6. Suelos.

García, citado por Rojo (1980), menciona tres grandes grupos de suelos:

- a) Asociación de fluvisoles eutrícos y vertisoles plúricos de texturas medias a finas y pendientes de 0 a 6%. Son suelos jóvenes, color café grisáceo y gris oscuro, profundidad de 2.0 m, sin problemas de sales y/o sodio intercambiable. Estos suelos se localizan en el fondo del valle siguiendo más o menos la trayectoria del río Atoyac en los valles de Etna, Zaachila-Zimatlán y en el piso del valle de Tlacolula.
- b) Cambisol cálcico textura media con pendientes que varían en promedio de 5-20%, asociado con litosol en pendientes mayores de 20%. Son suelos jóvenes color café, profundidad de 40-100 cm para los cambisoles y menor de 10 cm los litosoles, los cuales se encuentran muy erosionados. Se les localiza en la mayor parte del valle en la zona comprendida entre el valle y la sierra.
- c) Asociación luvisol crómico-cambisol cálcico, de textura media y pendiente de 5-20%. Suelos inmaduros de 40-80 cm de profundidad, color café fuerte o pálido, textura franco-arcillosa, el relieve varía de suavemente ondulado a cerril y su reacción es neutra con fuerte problema de erosión. Se les localiza en la parte sur del valle, principalmente en el distrito de Ejutla.

Rulz (1979), reporta que a partir de 29 sitios con análisis de suelos y descripción de perfiles en los suelos de planicie, la textura super

fictal predominante es la media y gruesa, la textura predominante en el estrato adyacente varía de fina a moderadamente fina.

A partir de 44 sitios con análisis de suelos y perfiles en los suelos de lomerío, la textura superficial predominante fue de media a gruesa y les siguió con buen porcentaje la moderadamente fina, la textura para la profundidad de 20-40 cm resultó más variable que en los suelos de planicie, aunque predominaron las texturas fina y moderadamente fina, con frecuencia se tenía el material parental como estrato subyacente.

El p^H se ubica en general de 6-7, aunque en algunas zonas como: Ocotlán-Ejutla, alcanzó valores hasta de 7.9, son suelos con un contenido de M.O. de bajo a mediano, pobres en nitrógeno, pobres o medios en fósforo y ricos en potasio, calcio y magnesio.

4.3. Población.

Según el censo de población de 1970, la población de los Valles Centrales de Oaxaca fue de 436,302 habitantes, la cual representa el 21.65% de la población total del estado de Oaxaca, y está clasificada en: 214,446 hombres y 221,856 mujeres. Las tres cuartas partes de su población, se encuentran ubicadas en el Distrito Centro, ya que aquí se ubica la capital del estado. Del total de la población, el 24.22% es económicamente activa y el 62% se dedica a actividades agrícolas y ganaderas; el 54% de la población es menor de los 19 años de edad y la unidad familiar está compuesta de 6 miembros en promedio (Rojo, 1980).

4.4. Uso actual y tenencia de la tierra.

Según la programación del Distrito Agropecuario de Temporal No. 1 de 1982 la superficie de los Valles Centrales está destinada a diferentes usos de acuerdo a sus características, en el siguiente cuadro se muestra la superficie por tipo de tenencia en relación a su uso.

Inventario del recurso tierra.

USO	EJIDAL	COMUNAL	PEQ. PROPIEDAD	TOTAL	%
Agrícola	58,138	61,933	47,391	167,462	12.36
Forestal	125,858	699,891	53,665	879,414	64.95
Ganadero	59,233	126,422	36,491	222,146	16.41
Fondo Legal	14,550	13,577	16,278	44,405	3.27
Improductivas	9,084	15,099	1,649	25,832	1.90
Ociosas	3,775	7,499	1,665	12,939	0.95
Otros usos	523	530	655	1,708	0.15
T o t a l	271,161	924,951	157,794	1,353,906	100.0
%	20.04	68.31	11.65	100.0	

4.5. Cultivos principales.

Según encuesta realizada por el Programa Nacional para el Desarrollo Agrícola en Areas de Temporal (PRONDAAT 1980), el 72.3% de los predios muestreados estuvieron sembrados con maíz solo, el 5.13% con frijol maiz solo, el 8.21% sembrados con maíz-frijol-calabaza, el 5.13% sembrado con maíz-higuerilla, el 2.58% de alfalfa, el 2.05% de cacahuate y - el resto de hortalizas y otros cultivos.

4.6. Tecnología local de producción.

4.6.1. Preparación del terreno,

Esta práctica la realizan los agricultores uno o dos meses antes del inicio de las lluvias; aquellos que tienen terrenos de planicie suelen realizar el barbecho con tractor, y posteriormente le dan dos a tres "rayas" con yunta; los terrenos de lomerío pueden prepararse en esta misma forma o únicamente con el arado egipcio.

4.6.2. Época y métodos de siembra.

En cuanto a época de siembra, el agricultor tiene tres épocas determinadas: las tempranas, la segunda quincena de abril y todo mayo; las intermedias, del primero de junio al 15 de julio, y las tardías, después de esta fecha (Vargas, 1982). Las siembras de asociación del cultivo del frijol de gula, se realizan únicamente con el maíz (ya que éste le sirve como espaldera) donde pueden entrar otros cultivos como el frijol tipo mata, calabaza, higuierilla, etc., a excepción de esta última, las demás especies varían considerablemente en cuanto a su densidad de población y arreglo topológico, ya que el agricultor para realizar la siembra, mezcla aproximadamente 16 Kg de maíz, 2-3 Kg de frijol de gula y 8-10 Kg de frijol de mata y obtiene una densidad aproximada de 30-50 mil plantas/ha de maíz y frijol mata; y 6-10 mil plantas/ha de frijol de gula.

4.6.3. Variedades.

El uso de variedades mejoradas de frijol, es muy reducido debido a que el agricultor utiliza las variedades autóctonas de la región, ya que cuenta con una amplia gama de ecotipos cualquiera que sea su hábi-

to de crecimiento. Entre ellos se encuentra el frijol "chivo" (*P. vulgaris* L.), su grano es de forma cilíndrica, color negro, tiene un hábito de crecimiento indeterminado, se caracteriza porque su mayor producción de grano se presenta de la parte media hacia la parte superior de la planta y es afectado por el fotoperíodo, fructificando en los meses de octubre-noviembre. Su siembra se efectúa únicamente en asociación con maíz ya que este le sirve de espaldera (López 1978).

El frijol "delgado" (*P. vulgaris* L.), de crecimiento determinado, su tallo es verde, la vaina blanca, de grano pequeño y de color negro, es muy apreciado por su sabor y tiene un ciclo vegetativo de 90-95 días, su cultivo es en cualquier época del año.

4.6.4. Fertilización y labores culturales.

Normalmente se utiliza el sulfato de amonio (20.5% N) y el fosfato de amonio (18-46-0, N.P.K. respectivamente) a razón de 200 Kg/ha del primero y 100 Kg/ha del segundo, lo cual equivale a la fórmula 59-46-0. La época de aplicación es en la siguiente manera: en la primera labor aplican 100 Kg/ha de sulfato de amonio y 100 Kg/ha de fosfato de amonio, los 100 Kgs restantes de sulfato de amonio se aplican a la segunda labor para todo el sistema.

Los agricultores que disponen de estiércol de res lo aplican antes del inicio de las lluvias por partes y su proporción varía de acuerdo a la cantidad disponible, que es aproximadamente de 20-30 ton cada 3-4 años, (Rojo, 1980).

La mayoría de los agricultores realizan dos labores de cultivo, la primera a los 20-30 días después de la siembra, con el propósito de controlar las malezas. La segunda labor u "orejera" a los 20-30 días después de la primera y cuyo propósito es proporcionar mayor sostén a la planta.

4.6.5. Plagas y enfermedades.

Las plagas del suelo más importantes son: la gallina ciega (Phillopha ga spp.), el gusano de alambre (Melanotus spp.) y el grillo (Grillus assimilis F.) como trozadores de la planta.

Entre las plagas del follaje figuran la conchuela (Epilachna varives- tis M), diábrotica (Diabrotica spp), chicharritas (Empoasca spp), mosquita blanca (Bemisa sp) y picudo del ejote (Apion godmani).

Las enfermedades de mayor importancia económica en el frijol son el cahuixtle (Uromyces phaseoli) y el mosaico común. El control de las plagas y enfermedades para este sistema de producción se realiza en muy baja proporción por los agricultores por lo que en ocasiones el rendimiento de alguna especie (principalmente el frijol) se ve fuertemente afectado. Los principales productos que utilizan son el Folidol y el Malatión 50 a dosis muy variadas en la época en que se presentan las plagas.

4.6.6. Cosecha.

El agricultor realiza la cosecha en forma escalonada conforme cada cultivo logra su madurez fisiológica.

La cosecha de frijol mata la realizan de 90-100 días aproximadamente,

arrancando la copa de la planta y transportándola a las eras para su desgrane; posteriormente realiza el "amagote" (arranque de la parte superior de la planta para su secado en el terreno), cuando el elote está en estado masoso y únicamente deja aquellas que tienen frijol - de gula, la mazorca se cosecha cuando el grano está seco, cortándolo con todo y "totomoxtle", para después almacenarlo y desgranar conforme a las necesidades familiares.

La cosecha del frijol gula se realiza en el mes de noviembre, por las características antes mencionadas.

V. MATERIALES Y METODOS.

Para el cumplimiento de los objetivos del presente trabajo, se estableció un experimento de cultivos compuestos el día 4 de junio de 1982 en la comunidad de la Trinidad, Zaachila, ubicada en la parte centro del Distrito Agropecuario de Temporal No. 1 de los Valles Centrales de Oaxaca. El sitio experimental se localizó dentro del agrosistema identificado como suelos profundos de planicie bien drenados y de color café claro.

5.1. Nombre y definición del sistema.

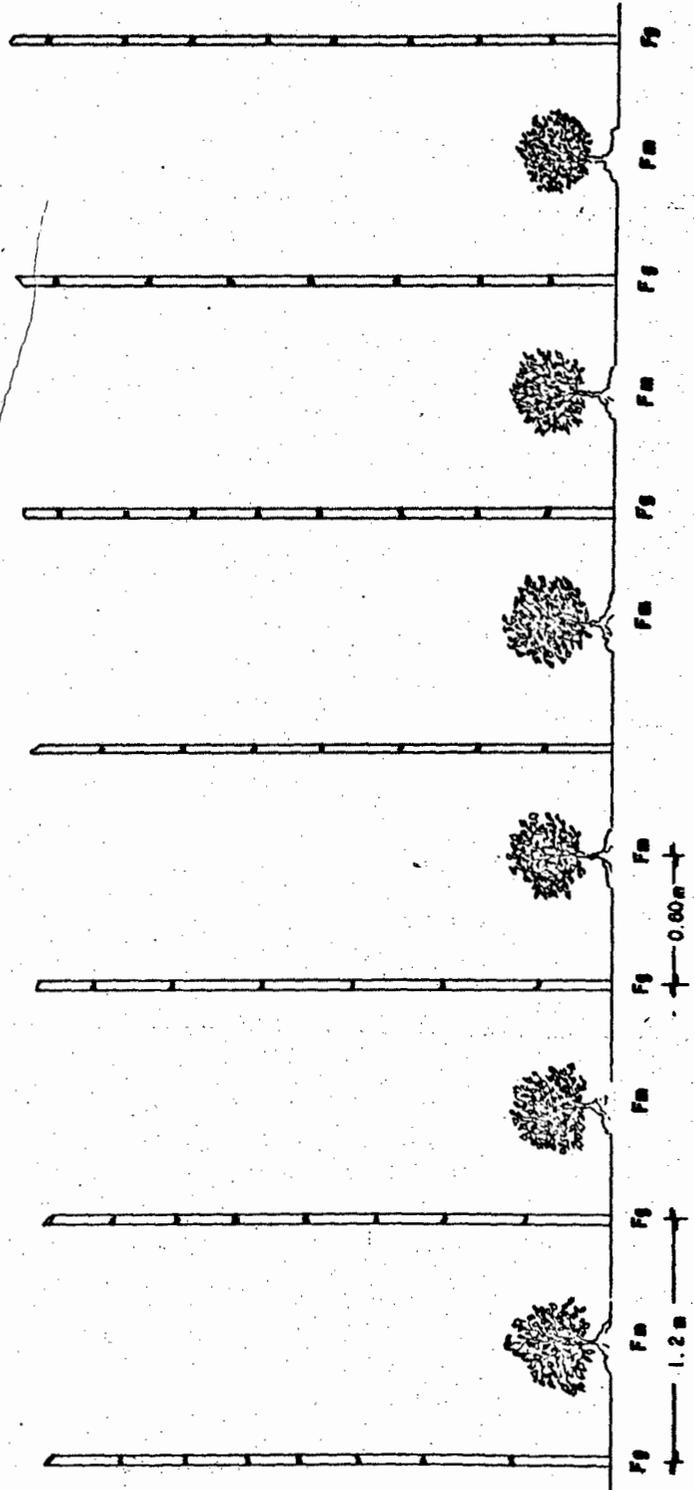
El nombre aplicado al sistema del presente experimento es el siguiente: "Cultivo único compuesto de frijol tipo gula (*P. vulgaris*) en el sistema de espalderas con frijol tipo mata (*P. vulgaris*) intercalado en hileras, de temporal con riego de auxilio".

La siembra se realizó de la siguiente manera: se sembró el frijol de gula a una distancia de 1.2 m entre surcos, y se intercalaron las hileras de frijol de mata, de tal forma que quedó un surco de frijol de gula por uno de frijol de mata, a una distancia de 0.6 m entre ambos surcos, como se observa en la figura 3.

5.2. Factores de estudio.

Los factores de estudio para el experimento fueron: la fertilización nitrogenada, fosfórica y la densidad de población para el cultivo de frijol tipo gula; el frijol tipo mata fue sin fertilización y con densidad de población constante.

Fig. 3.- DIAGRAMA REPRESENTATIVO DE UN CORTE TRANSVERSAL DEL SISTEMA DE CULTIVO.



Fg = Frijol de gus en espaldere

Fm = Frijol de Norte

5.3. Niveles de los factores.

Los niveles probados de los factores en estudio para el cultivo de frijol de guía fueron: 40-60-80-100 Kg/ha de nitrógeno, 40-60-80-100 Kg/ha de fósforo y 50-60-70-80 mil plantas/ha en cuanto a densidad de población.

Para el frijol tipo mata no se empleó fertilización, y la densidad de población se mantuvo estable en 20,000 plantas/ha.

5.4. Variables de respuesta.

Las variables de respuesta a los factores de estudio son: el rendimiento en Kg/ha y el rendimiento económico en los cultivos de frijol de guía y frijol mata.

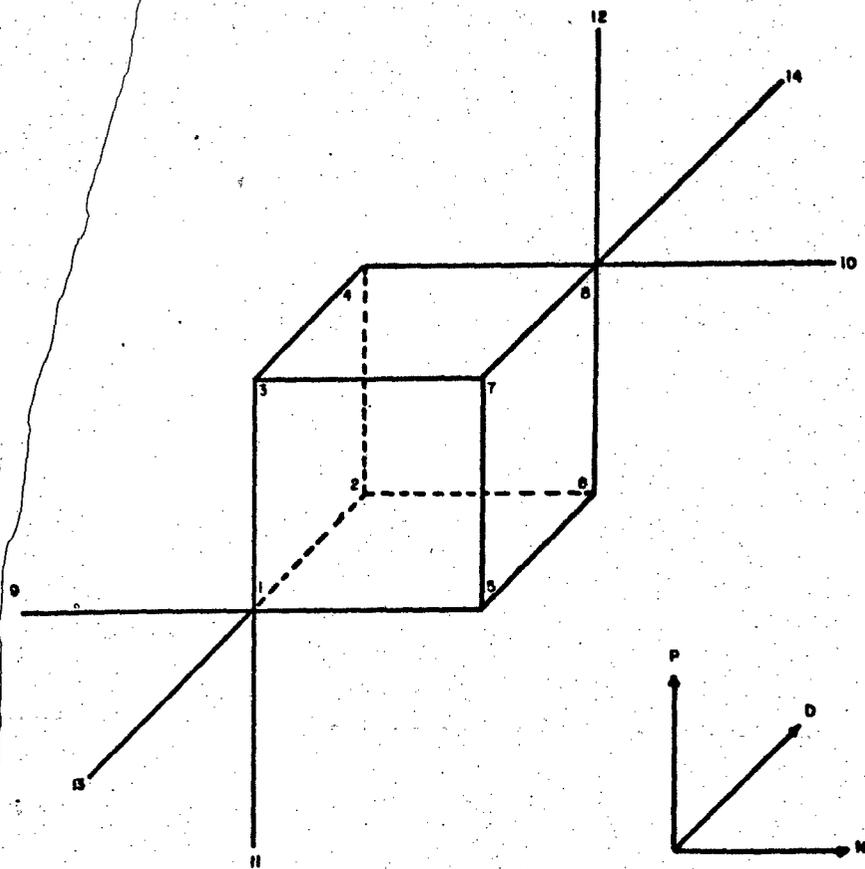
5.5. Matriz experimental.

Para la selección de tratamientos del experimento, se utilizó una matriz Plan Puebla I para tres factores, cuyo esquema aparece en la figura 4, la cual genera 14 tratamientos y nos permite hacer una interpretación gráfica y matemática de los resultados. A la lista de los 14 tratamientos se le adicionó un tratamiento testigo sin fertilizante para realizar la interpretación económica, como lo indica el método utilizado. La lista de tratamientos se observa en el cuadro I del apéndice.

5.6. Diseño experimental.

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con cinco repeticiones, cuyo modelo matemático es: $Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij}$, donde Y es

FIG. 4 ESQUEMA DE LA MATRIZ EXPERIMENTAL
"PLAN PUEBLA I" USADA EN EL EXPE-
RIMENTO BAJO ESTUDIO.



el rendimiento del i -ésimo tratamiento y la j -ésima repetición, que es igual a la media general M más el efecto de T -ésimo tratamiento más el efecto del bloque j -ésimo más el efecto del error asociado.

5.7. Tamaño de parcela.

El tamaño de la unidad experimental fue de tres surcos de 1.2 m de ancho por 4 m de largo de frijol tipo gula con las hileras alternar de frijol tipo mata. La parcela útil fue el surco central de frijol de gula y un surco de frijol de mata.

5.8. Fuente de los fertilizantes.

Como fuente de los fertilizantes se utilizaron: para el nitrógeno, la urea (48% de N) y para el fósforo el superfosfato de calcio triple (48% de P_2O_5), los cuales se encuentran fácilmente en la región.

5.9. Preparación del terreno.

La preparación del terreno la realizó el agricultor cooperante en forma tradicional, consistiendo en un barbecho con maquinaria y dos "rajas" con la yunta.

5.10. Método de siembra y fertilización.

a). Para la siembra del experimento se utilizó material genético regional: frijol "chivo" tipo gula y frijol "delgado" tipo mata, previamente desinfectado.

b). Se hicieron los cálculos del fertilizante por surco, para hacer una mejor distribución y se depositó en el fondo a chorrillo.

La aplicación se hizo en forma fraccionada, 1/2 de nitrógeno y todo

el fósforo en la siembra, el resto de nitrógeno en la segunda labor.

- c). Se prepararon las cadenas y se marcaron con listones las distancias a las que debería de ir cada matero, de acuerdo a la densidad de población deseada.
- d). Se depositaron de 3 - 4 semillas en cada marca, en el fondo del surco y por encima del fertilizante. La tapa se realizó a tapapie.

5.11. Labores de cultivo.

Para el buen desarrollo del cultivo, se le dió una labor con la gunta 20 días después de la emergencia de las plantas. Posteriormente a los 35 días después de la primera labor, se le dió una limpia con pala para el control de malas hierbas, y proporcionar tierra a la planta y espaldera para un mejor sostén.

5.12. Instalación de la espaldera.

Esta operación se inició inmediatamente después de la primera labor, de la siguiente manera: se instalaron dos carrizos juntos al inicio y término de cada repetición, sobre el surco de frijol de gula y entre medio un carrizo cada 1.3 m; los carrizos tuvieron una altura de 3.0 m y se enterraron a una profundidad de 40-50 cm. Posteriormente se colocó un tendido de alambre # 22 galvanizado a todo lo largo del surco, a una altura de 20-30 cm de la superficie del suelo, de la misma forma se colocó otro tendido de alambre # 16 galvanizado en la parte superior a 2.5 m de altura; ambos tendidos se sujetaron con alambre galvanizado # 22. Por último, se instaló un tejido en forma de zig-zag de

arriba hacia abajo, con nylon No. 60, con el propósito de que el frijol guarde. En la figura 5 se observa la estructura utilizada en el sistema.

5.13. Control de plagas y enfermedades.

Esta práctica se realizó conforme se observaba el ataque, las plagas - que más daños causaron fueron: mosquita blanca (Trialeurodes vaporariorum), diabrotica (Diabrotica sp), conchuela (Epilacha varivestis) y picudo del ejote (Apion godmani). Como enfermedad únicamente se presentó el chauixtle (Uromyces pjaseoli). Para el control de las plagas se utilizó Folimat 1000-E y Nuvacron 60-E a dosis de 1.0 Lt/ha y Sevin 80 P.h a razón de 1.5 Kg/ha. Para el control de enfermedades se utilizó Cobrezate-D y Agrimicin 500 a una dosis de 2.0 Kg/ha.

5.14. Toma de observaciones.

Se tomaron como observaciones: germinación, floración y madurez de ambos tipos de frijol.

5.15. Cosecha.

La cosecha se hizo en forma manual, conforme maduraba cada tipo, el frijol mata se cosechó a los 97 días, y el frijol de guña a los 167 días después de la siembra.

Se realizó un conteo de plantas y se tomaron muestras de grano para determinar el % de humedad y realizar los ajustes correspondientes.

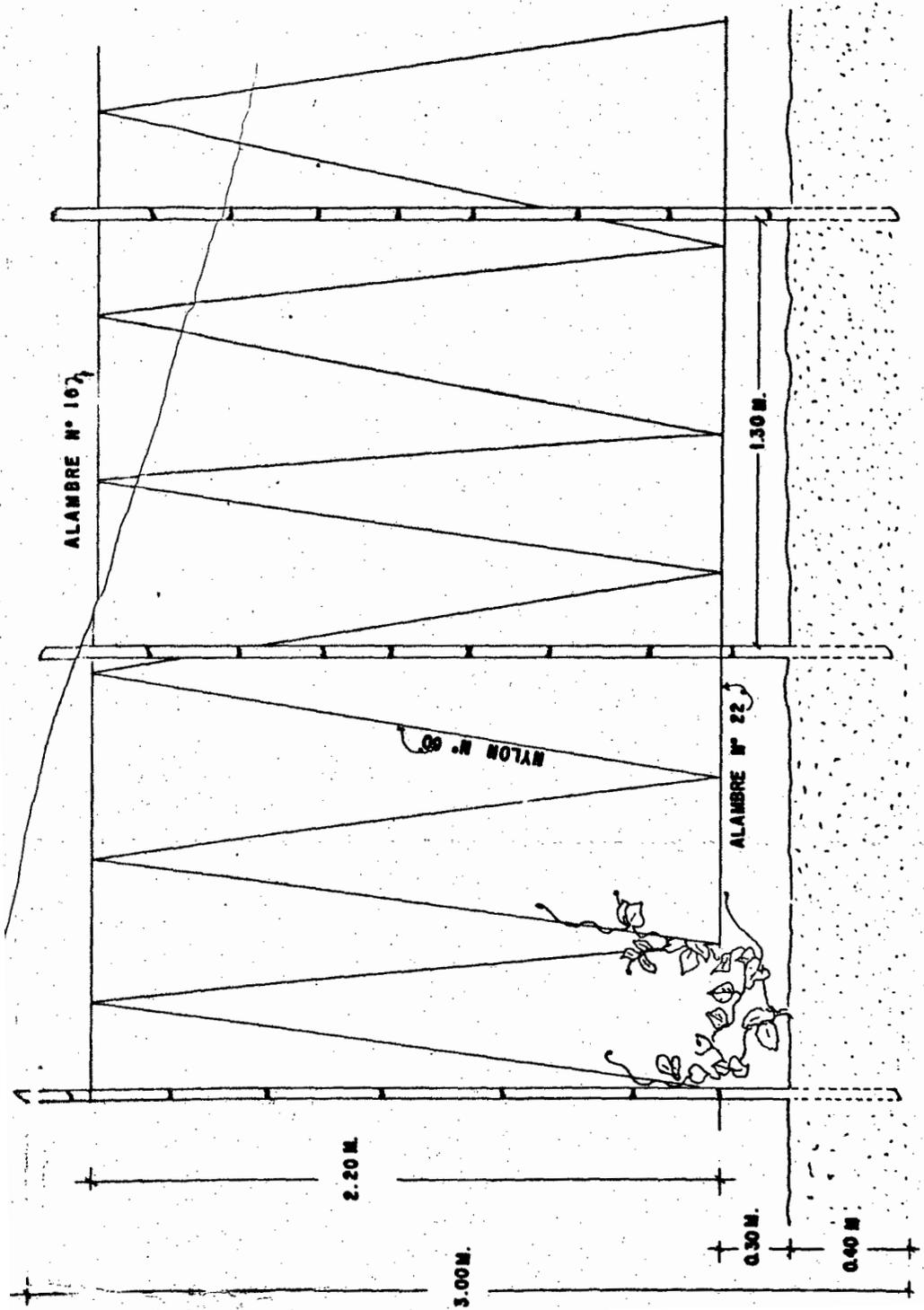


Fig. 5.- SISTEMA DE ESTRUCTURA DE LA ESPALDERA UTILIZADA .

5.16. Análisis realizados.

5.16.1. Análisis estadístico.

Una vez cosechado el experimento, los rendimientos se llevaron a su nivel comercial ajustándose al 12% por humedad y multiplicados por el factor 0.8 considerado como ajuste por el mejor manejo del cultivo a nivel experimental. Luego se procedió a realizar el análisis estadístico para el frijol tipo guía. Para el frijol tipo mata únicamente se estimó una media de los rendimientos.

5.16.2. Análisis económico del frijol guía.

Se realizó un análisis económico del experimento para determinar la dosis óptima económica de los factores en estudio para el frijol de guía mediante el método gráfico-estadístico propuesto por Turrent (1978), por su fácil interpretación y confiabilidad en los resultados. Este método utiliza la técnica ideada por Yates, aplicable al factorial 2^n , en nuestro caso los primeros ocho tratamientos de la lista original, para calcular los efectos factoriales medios (EFM) de los factores en estudio, y compararlos con el valor del efecto mínimo significativo (EMS) calculado mediante la fórmula:

$$\text{EMS}_{10\%} = t_{\alpha \text{ gl.}} \sqrt{\frac{\text{CME}}{2^{k-2} r}}$$

Donde $t_{\alpha \text{ gl.}}$ es la t de Student con α probabilidad de cometer error tipo I y los grados de libertad del error; CME es el cuadrado medio del error, k es el número de factores y r el número de repeticiones. Todos aquellos valores de EFM que resulten superiores al EMS se consi-

deraron estadísticamente significativos al nivel de probabilidad adoptado, con lo que se habrá realizado la prueba de hipótesis nula. Una vez aplicado el procedimiento, se podrá decidir sobre los promedios efectuados para incrementar la precisión de las medias asociadas con factores significativos. En caso de que algún factor no resulte significativo dentro del cubo, se buscará en la prolongación de sus aristas utilizando los promedios correspondientes; posteriormente se compara este valor con el del tratamiento prolongado, el valor obtenido se compara con el valor de la diferencia mínima significativa (DMS) calculado mediante la fórmula:

$$DMS = t_{\alpha, gl} \sqrt{CME \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)}$$

5%

Donde; t es la t de Student con α probabilidad de cometer error tipo I y los gl del error; CME es el cuadrado medio del error; r_1 y r_2 son el número de repeticiones que intervienen en el cálculo de cada una de las medias comparadas.

Aquellos valores que sobrepasan el valor de la DMS se reconoceran como significativos y deberan considerarse en las etapas siguientes, de lo contrario deberá concluirse en que no hubo respuesta a ese factor, y tomar como óptima económica (DOE) el nivel inferior del de su espacio de exploración.

Posteriormente, para el cálculo del tratamiento óptimo económico de capital ilimitado (TOECI), deberán seleccionarse las funciones para determinar por medio de la fase gráfica de los factores significativos, partiendo de la consideración que el TOECI estará más cercano al trata

miento asociado con la mayor ganancia posible; por lo que se utilizará aquella función que contenga dicho tratamiento. Después por medio del cálculo de las pendientes de ganancia igual a cero, esto es la cantidad de producto equivalente al costo de cada uno de los factores, nos permitirá localizar el punto de tangencia donde se encontrará el óptimo de cada factor.

El tratamiento óptimo económico de capital limitado (TOECL) será aquel que tenga la mayor tasa de retorno al capital variable (TRCV), este valor se obtiene mediante la división del valor del incremento en ingreso neto (IN) entre los costos variables (CV) de cada tratamiento.

5.16.3. Análisis económico del sistema.

Para realizar este análisis se utilizó el método del Dr. Perrin et al (1976) utilizando las medias de los beneficios brutos (BB) de cada tratamiento incluyendo los dos tipos de frijol involucrados en el sistema

Este método consiste en diferentes conceptos de marginalidad (cálculo de los beneficios netos, análisis de dominancia y análisis marginal) - aplicables a los tratamientos para encontrar aquel que tenga la mayor tasa de retorno marginal (TRM) y compararla con la TRM mínima previamente fijada por el investigador de acuerdo a las condiciones económicas de la región y encontrar el tratamiento óptimo económico (TOE).

En nuestro caso se escogió una tasa de retorno al capital ilimitado (TRCI) del 60% y de 120% para capital limitado (TRCL); el criterio de 60% es aplicable a los productores que trabajan con crédito de la banca oficial y que tienen sus siembras aseguradas; el criterio de 120% -

de retorno al capital, se aplican a los productores que utilizan sus propios fondos y no tienen siembras aseguradas. De esta manera el tratamiento seleccionado para capital ilimitado será aquel cuya tasa marginal de retorno al capital (TMRC) sobrepase el valor de 60% y el seleccionado para capital limitado deberá rebasar el valor de 120%.

Para la obtención de los costos involucrados en el sistema, se utilizaron los precios medios rurales obtenidos mediante encuestas realizadas con los productores; en el cuadro 2 se observan los costos de los insumos y valor de los productos para 1982. Los costos de los fertilizantes se obtuvieron directamente de Fertioax, S.A., los costos de la infraestructura para el frijol tipo gula aparecen en el cuadro 3.

Una vez obtenidos los diferentes costos, para la realización del análisis económico se procedió al cálculo de los BN por tratamiento, mediante la diferencia de los BB y los CV. Los BB se obtienen multiplicando los rendimientos medios por el precio medio rural de cada una de las especies incluidas, en nuestro caso el frijol tipo mata y tipo gula.

Los CV incluyen los costos de los fertilizantes nitrogenado y fosfórico, su aplicación y el precio de la semilla, En el presente trabajo también se toma en consideración los costos fijos (CF), los cuales representan el valor de la infraestructura utilizada, por lo que también se restan a los BB para obtener los BN.

Después se realiza el análisis de dominancia ordenando los tratamientos de mayor a menor BN, aquel tratamiento cuyos costos variables sean mayores que los del tratamiento arriba seleccionado, será un tratamiento eliminado.

El siguiente paso para la selección del tratamiento óptimo se realiza mediante el análisis marginal de los tratamientos que resultaron seleccionados en el análisis de dominancia. Se calculan los incrementos marginales en los costos variables (IMCV), los cuales resultan de la diferencia de los CY de un tratamiento con el siguiente hacia abajo, de esta misma manera con los BN se calculan los incrementos marginales de los beneficios netos (IMBN) y finalmente, se calcula la tasa marginal de retorno al capital (TMRC), mediante la división del IMBN entre el IMCV. El tratamiento que tenga la mayor TMRC y sobrepase los valores de 60 y 120% fijados previamente para el TOECI y TOECL respectivamente, será el tratamiento recomendado.

5.16.4. Evaluación de la eficiencia del sistema.

Para la evaluación de la eficiencia del sistema, se realizó una comparación de rendimientos bajo el sistema de cultivos compuestos contra los sistemas en unicultivo, mediante el cálculo de los conceptos de eficiencia relativa de la tierra en términos de productos físicos (ERTF), mediante la fórmula:

$$ERTF_j = \frac{x_{1j}}{X_1} + \frac{x_{2j}}{X_2} + \dots + \frac{x_{nj}}{X_n} = \sum_{i=1}^n \frac{x_{ij}}{X_j}$$

donde:

ERTF j = Eficiencia relativa de la tierra en términos de producto físico en el j -avo cultivo compuesto. 1/

x_{ij} = Producción de la i -ava especie en el cultivo compuesto.

x_i = Producción de la misma especie como unicultivo simple, bajo el mismo manejo.

Así pues ERTF puede tomar los siguientes valores:

ERTF = 1, indica una misma eficiencia en el uso de tierra en término de producto físico con una hectárea de la asociación que con las fracciones correspondientes de cada monocultivo.

ERTF > 1, indica una mayor eficiencia en el uso de la tierra en términos de producto físico con la asociación que con las funciones correspondientes a cada monocultivo.

ERTF < 1, indica un uso más eficiente de la tierra con cualquiera de los cultivos simples.

y el cálculo de la eficiencia relativa de la tierra en términos de ingreso neto (ERTI), mediante la fórmula:

$$ERTI_j = \frac{y_{1j}}{y_1} + \frac{y_{2j}}{y_2} + \dots + \frac{y_{nj}}{y_n} = \sum_{i=1}^n \frac{y_{ij}}{y_j}$$

1/ Un cultivo compuesto de n especies puede tener variantes que surgen de diferentes arreglos topológicos y diferentes hábitos de crecimiento de variedades de la misma especie.

donde:

$ERTI_j$ = Eficiencia relativa de la tierra en términos de ingreso neto asociado con el j -avo cultivo compuesto.

y_{ij} = Ingreso neto de la i -ava especie como cultivo compuesto.

Y_j = Ingreso neto de la misma especie como unicultivo simple bajo el mismo manejo.

y puede alcanzar los siguientes valores:

$ERTI = 1$, indica una misma eficiencia en el uso de la tierra en término de ingresos con una hectárea de la asociación que con las fracciones de tierra correspondientes a cada especie.

$ERTI > 1$, indica una mayor eficiencia en el uso de la tierra en término de ingreso neto con la asociación que con los cultivos simples en las fracciones de tierra correspondiente.

$ERTI < 1$, indica un uso más eficiente de la tierra en término de ingreso con el cultivo simple.

Para el cálculo de ambos conceptos, se utilizaron los rendimientos medios del presente experimento compuesto y los rendimientos medios experimentales de años anteriores del frijol de gula y frijol mata como unicultivos bajo las mismas condiciones.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION.

6.1. Análisis de varianza.

Una vez ordenados los datos y ajustados los rendimientos a nivel comercial se procedió a realizar el análisis de varianza para el cultivo de frijol tipo gula, donde se encontró diferencia significativa al 5% entre tratamientos como se observa en el cuadro 4 del apéndice. Se obtuvo un coeficiente de variación de 24.7%. También se calculó la diferencia mínima significativa (D.M.S) al 5% para las comparaciones de las medias de los 16 tratamientos encontrándose que los tratamientos 60-80-70 y 80-80-80 (Kg/ha de N, Kg/ha P_2O_5 y densidad de población respectivamente) obtuvieron los máximos rendimientos, ver cuadro 5 del apéndice. Para el frijol tipo mata se obtuvo una media general de los rendimientos, siendo éste de 338 Kg/ha.

6.2. Análisis económico del frijol tipo gula.

Los costos utilizados para la realización del análisis económico se muestran en el cuadro 2 del apéndice.

Para realizar el análisis económico del frijol tipo gula primeramente se obtuvieron los rendimientos medios y totales por tratamiento, como se observa en el cuadro 6 del apéndice, luego, a partir de estos, se obtienen los rendimientos totales para realizar el algoritmo del análisis económico, cuadro 7 del apéndice; el cual incluye la técnica de Yates para el cálculo de los efectos factoriales medios (columnas 1 a 8 del cuadro 7 del apéndice), ya que así lo indica el método de Turrent (1978); después, se obtuvo el efecto mínimo significativo (EMS -

10%) de cuyas comparaciones se encontraron efectos estadísticamente diferentes de cero para las interacciones DP y NPD al ser mayor el EFM que la EMS 10% (columna 7 del cuadro 7 del apéndice). Una vez observada la significancia para los tres factores dentro del cubo se procedió a efectuar la interpretación gráfica para cada uno de los factores y sus niveles (figura 6).

Para el factor N, figura 6a se aprecia en la curva 9/1/5 que los rendimientos máximos, 2.955 ton/ha se encuentran en el nivel de 40 Kg/ha y que decrecen considerablemente al incrementar la dosis a 60 Kg/ha y se recuperan de manera muy escasa al aumentar hasta 80 Kg/ha manteniendo fijos el P y la DP en 60 y 60 mil Kgs y pts/ha respectivamente. En la curva 6/8/14, que tiene la misma naturaleza que el anterior, al variar la dosis de N manteniendo constantes al P y la DP en 80 Kg/ha, y 70 mil pts/ha, los máximos rendimientos se obtienen en la dosis de 60 y disminuyen considerablemente al pasar a 80 Kg/ha, para después incrementarse en el nivel de 100 Kg/ha pero a una escala inferior que el nivel de 60 Kg/ha. Esto nos indica que posiblemente hubiera respuesta a este factor a más de 100 Kg/ha cuando se aumenten conjuntamente los niveles para los otros factores.

En el factor fósforo, figura 6b, se observa que en la curva 11/1/3 no existe una clara respuesta a este factor al pasar sus niveles de 40 a 80 Kg/ha. En cambio cuando se aumentan los niveles del factor N a 80 Kg/ha y a 70 mil pts/ha, curva 4/8/12 y se mantienen estos valores constantes, se observa un incremento continuo de los rendimientos al variar el factor P de 60 a 100 unidades por ha, lo que, significa que -

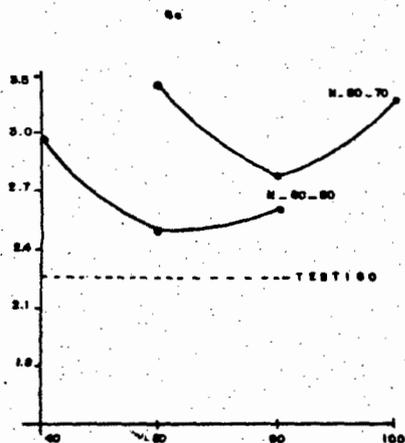
hay respuesta clara a este factor a cantidades superiores a los 100 - Kg/ha.

Para el factor D, figura 6c, vemos que en la curva 13/1/2 los rendimientos en el nivel de 50 mil pts/ha son muy bajos (1.8 ton/ha) incluso menores al tratamiento testigo, pero si aumentamos la densidad de población a 60 mil pts/ha y se conservan constantes en 60 Kg/ha el nitrógeno y el fósforo los rendimientos se incrementan en una buena proporción para después decaer en forma considerable al aumentar la densidad a 70 mil pts/ha con los niveles de los demás factores aún estables. En la curva 7/8/14 se ve una respuesta positiva de este factor al pasar los niveles de 60 a 80 mil pts/ha cuando permanecen estables en 80 Kg/ha los factores N y P, lo que significa pudiera haber respuesta a este factor a más de 80 mil pts/ha incrementando los demás factores a la vez.

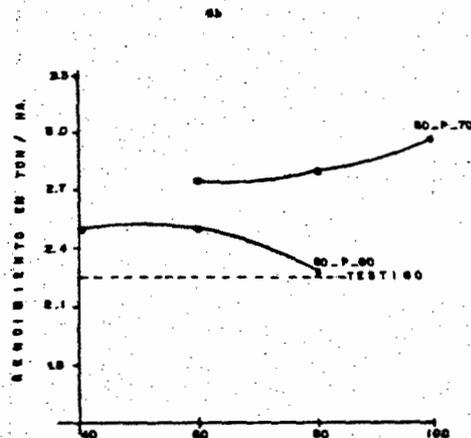
De acuerdo a lo explicado anteriormente, en el punto 5.16.2 hallamos que el tratamiento 60-80-70 es el que se asocia con el mayor ingreso neto más costos fijos (columna 11 del cuadro 7 del apéndice), que son de \$ 96,294.00/ha y es por lo tanto, el que se considera más cercano al TOECI.

En el presente caso el tratamiento asociado con el mayor ingreso neto más costos fijos, es el número 4 para el cual no se incluye prolongaciones, ya que únicamente se encuentran en los vértices 1 y 8 del cubo que son las que nos permiten medir las curvaturas de respuesta para cada factor. En estas condiciones se debe adoptar tentativamente como TOECI aquel que tenga los máximos ingresos netos más costos fi-

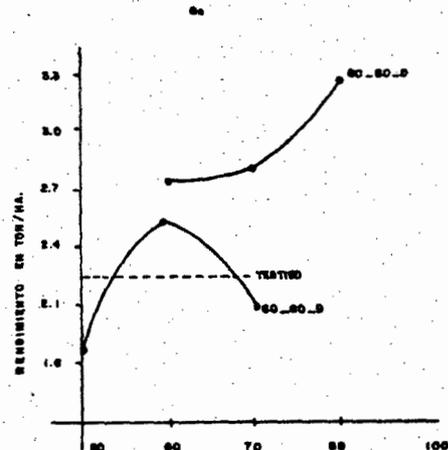
Fig. 6 Respuesta del frijol tipo guia a la fertilizacion nitrogenado fosforico y densidad de poblacion



Kg. DE NITROGENO/HA.



Kg. DE FOSFORO/HA.



MILES DE PTS./HA.

jos, ya que esta solución normalmente es mejor que la de aproximar - subjetivamente funciones de respuesta que pasen por el tratamiento - asociado con el ingreso máximo en el cubo. De esta forma se considera al tratamiento 60-80-70 (Kg/ha de N, Kg/ha de P_2O_5 y miles de plantas/ha respectivamente) como TOECT, por ser el de mayor ingreso neto más costos fijos (columna 11 del cuadro 7 del apéndice).

Para la determinación del Tratamiento Óptimo Económico del Capital Limitado, (TOCL) se calcularon los incrementos en rendimiento, (columna 12 del cuadro 7 del apéndice), para cada uno de los tratamientos tomando como referencia al testigo. Los rendimientos obtenidos se multiplicaron por el valor de grano (\$ 30.00), y se encontraron los incrementos en ingreso neto (columna 13 del mismo cuadro) que al dividirse entre los costos variables de cada tratamiento, se estimó la tasa de retorno en Capital Variable, columna 14 del cuadro 7 del apéndice, donde vemos que el tratamiento 60-80-70 se asocia con la mayor TRCV (12.02%), y es considerado como el TOCL. Como una opción secundaria se puede considerar al tratamiento 80-80-80 que tiene una TRCV de 11.36%. Estas cantidades nos indican que por cada peso invertido, se recupera y se gana \$ 10.362.

Como podemos ver para ambos criterios de capital resultó el mismo tratamiento, 60-80-70 (Kg/ha de N, Kg/ha de P_2O_5 y miles de pts/ha respectivamente), lo que se considera válido y aplicable para cualquier criterio de capital.

6.3. Análisis económico del sistema.

El análisis económico del sistema se efectuó de acuerdo al método del

Dr. Perrin et al (1976); se utilizaron los Beneficios brutos (BB) del frijol de gula y del frijol mata, los cuales provienen de los rendimientos medios por tratamiento multiplicados por su valor en el mercado, ver cuadro 6 del apéndice.

Como primer paso se realizó el cálculo de los beneficios netos (BN) - por tratamiento, el cual consiste en restarle a los BB el costo de los insumos y su aplicación (costos variables) además de los costos fijos (CF) que es el costo de la infraestructura con un valor de \$ 41,737.50/ha, como se observa en el cuadro 8 del apéndice.

Una vez realizado el cálculo de los BN por tratamiento, se procede a ordenarlos de mayor a menor BN para realizar el análisis de dominancia, este consiste en eliminar aquellos tratamientos con costos variables mayores al tratamiento seleccionado en la parte superior, (ver cuadro 9 del apéndice) y donde encontramos que únicamente los tratamientos 60-80-70, 40-60-60 y 0-0-60 (Kg/ha de N, Kg/ha P_2O_5 y densidad de población, respectivamente) son seleccionados.

Estos tratamientos seleccionados se someten a un análisis marginal para encontrar sus respectivas tasas de retorno al capital, en el cuadro 10 del apéndice vemos que el tratamiento 60-80-70 posee una TMRC de 1,683.0 en relación al tratamiento contiguo, el otro, 40-60-60 tiene una TMRC de 44,804.4 y el tratamiento 60-40-60 de 312.0 en relación al testigo.

De estos el que tiene la mayor TMRC es el tratamiento 40-60-60 que es muy superior a la de los demás tratamientos y a las tasas de retorno de 60 y 120 fijadas previamente, por lo que se selecciona como el op-

timo económico del sistema, para cualquier criterio de retorno al capital.

6.4. Cálculo de la eficiencia del sistema.

6.4.1. Parámetro de eficiencia relativa de la tierra en términos de producción física [ERTF].

Para realizar el cálculo de este parámetro, se tomaron los resultados del actual experimento único compuesto y los de frijol de gula y frijol mata, como cultivos simples de años anteriores de acuerdo al siguiente cuadro.

Cultivo	Frijol gula ton/ha	Frijol mata ton/ha
Único compuesto	2.300	0.750
Unicultivo frijol gula	3.200	
Unicultivo frijol mata		0.950

La comparación se realizó de la siguiente manera:

$$ERTF = \frac{2.300}{3.200} + \frac{0.750}{0.950} = 0.718 + 0.789 = 1.567$$

El valor de ERTF > 1 nos indica que el cultivo en asociación tiene un uso más eficiente de la tierra en términos de producto físico que las áreas correspondientes a los monocultivos, y que habría que sembrar 0.718 ha de frijol de gula en espalderas y 0.789 ha de frijol de mata, o sea 1.07 ha en total para ambos cultivos por separado, a

diferencia de 1,0 ha que sería con los cultivos en asociación.

6.4.2. Parámetro de la eficiencia relativa a la tierra en términos de ingreso neto (ERTI).

El ingreso neto, es por definición, una función de la producción física, el precio de venta y los costos de producción; si estos dos últimos factores permanecen constantes, el ingreso neto será una relación directa de la producción física. Para realizar el cálculo de este parámetro, se multiplicaron los rendimientos del cuadro anterior por los valores del grano, que son de \$ 42.00 y \$ 30.00 para frijol mata y gula, respectivamente.

Esta segunda comparación quedó de la siguiente manera:

$$ERTI = \frac{27625.50}{54626.50} + \frac{31500.00}{39900.00} = 0.318 + 0.789 = 1.107$$

El valor de ERTI > 1 nos indica que las siembras en asociación dan un mayor ingreso neto al productor que la siembra en unicultivo, ya que el ingreso neto que se logra de una hectárea de cultivo compuesto - equivale a lo que se tendría en 0.318 ha sembradas con frijol de gula y 0.789 ha sembradas con frijol de mata, lo que nos daría un total de 1.107 ha de ambos tipos como unicultivos.

En el presente caso se nota que hay una gran diferencia en ingreso neto en el cultivo de frijol de gula en asociación que como cultivo simple, no siendo igual para el cultivo de frijol mata, el cual haya muy poco sus rendimientos en siembras asociadas, en comparación a su cultivo simple.

En el cálculo de la comparación anterior, observamos que el rendimiento físico total de las siembras en asociación de ambos tipos es inferior al rendimiento físico del frijol gula como cultivo simple, por lo que debería esperarse un ingreso neto mayor en las siembras del frijol gula como unicultivo que como asociación, pero debido a que el frijol tipo mata en asociación tiene costos de producción mínimos en comparación a las siembras en cultivo simple, y el valor de su producto en el mercado supera al del frijol gula; es muy importante considerar los beneficios en ingreso neto que aporta el frijol mata en las siembras en asociación.

Por último cabe hacer mención que la duración de la infraestructura utilizada para el frijol de gula en espalderas es de dos años, por lo que habría que considerar que en el próximo cultivo bajen notablemente los costos de producción al eliminarse los costos de la infraestructura, y se incrementen los beneficios netos que aporta el sistema.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye lo siguiente:

1. Se acepta la hipótesis al 5% de probabilidad de que el frijol tipo guila en el sistema de espalderas responde a la fertilización nitrogenada, fosfórica y a la densidad de población, cuando se le intercala frijol tipo mata en hileras sin fertilización y con densidad de población constante.
2. De acuerdo al método gráfico-estadístico aplicado al frijol en espalderas se recomienda como tratamiento óptimo económico de capital ilimitado y limitado al tratamiento 60-80-70 (Kg/ha de N, Kg/ha de P_2O_5 y densidad de población, respectivamente).
3. El análisis económico por el método del Dr. Perrin et al aplicado a todo el sistema recomienda como tratamiento óptimo económico al tratamiento 40-60-60 (Kg/ha de N, Kg/ha de P_2O_5 y miles de pts/ha, respectivamente) para las tasas de 60 y 120% de retorno al capital.
4. De acuerdo a los valores obtenidos en el cálculo de la eficiencia relativa de la tierra en términos de producto físicos (ERTF) y la eficiencia relativa de la tierra en ingreso neto (ERTI) al resultar ambos mayores a 1, se concluye que son más eficientes las siembras en cultivos compuestos en relación a los cultivos simples.
5. Estas recomendaciones son tan solo una primera aproximación para este nuevo sistema de producción en la zona y para dicho agrsistema por lo que se recomienda continuar con las investigaciones en años posteriores para sacar recomendaciones más confiables.

VIII. RESUMEN

En el presente trabajo experimental se pretenden aprovechar dos tipos de frijol (Phaseolus vulgaris L) con diferentes hábitos de crecimiento cultivados en intercalación; uno de ellos es el frijol "chivo", con hábito de crecimiento indeterminado y de ciclo largo, y el frijol "delgado", de crecimiento determinado y de ciclo vegetativo corto; ambos tipos de frijol son sembrados en los sistemas tradicionales en la asociación con maíz.

La investigación de años recientes en la zona, ha demostrado que el frijol tipo guía en el sistema de espalderas puede ser una buena alternativa para aumentar los rendimientos por unidad de superficie, además de que este sistema dado su estructura, permite intercalar en hilera, otros cultivos de ciclo corto.

Lo siguiente nos permitirá desarrollar un nuevo patrón intensivo de cultivos en la región, como una buena opción para ser aceptado por los productores, ya que permite utilizar los recursos con los que cuenta el agricultor, como lo es el carrizo (Arundo sp) y que se encuentra en forma abundante en la región y puede ser utilizado como componente principal de una estructura que servirá como espaldera para el frijol tipo guía.

Los objetivos del presente trabajo fueron: a) optimización de los factores nitrógeno, fósforo y densidad de población para el cultivo de frijol tipo guía en el sistema de espalderas, intercalado con frijol tipo mata en hileras con densidad de población constante y sin fertilización bajo condiciones de temporal con riegos de auxilio; y b) de-

terminar la eficiencia del cultivo unico compuesto comparado con cada una de las especies sembradas en unicultivo.

El experimento se estableció en la Trinidad, Zaachila, en el agrosistema identificado como suelos profundos de planicie bien drenados y de color café rojizo. Los factores en estudio fueron el nitrógeno y el fósforo con niveles de 40-60-80 y 100 Kg/ha, y la densidad de población con niveles de 50-60-70 y 80 mil pts/ha para el frijol tipo gula; el frijol tipo mata fue sin fertilización y se utilizaron 20 mil plantas/ha. Para la selección de los tratamientos se utilizó una matriz Plan Puebla I para tres factores con un diseño experimental en bloques al azar con cinco repeticiones. La siembra se realizó de acuerdo a la densidad deseada utilizando dos pts/matero.

El análisis estadístico reportó diferencia significativa al 5% entre tratamientos y no halló diferencia estadística entre repeticiones.

El coeficiente de variación tuvo un valor de 24.7%. Al realizar la DMS 5% se encontró que los tratamientos 60-80-70 y 80-80-80 (Kg/ha de N, P_2O_5 y miles de pts/ha respectivamente) se obtuvieron los máximos rendimientos.

El análisis económico para el frijol gula se realizó por el método gráfico-estadístico. Aplicado el método automático de Yates a los tratamientos del factorial 2^3 se obtuvo diferencia significativa a las interacciones DP y NPD con respecto al Efecto Mínimo Significativo 10%.

Para la determinación del tratamiento Óptimo Económico de Capital Ilimitado se consideró en forma tentativa el tratamiento 60-60-70

(N-P-D respectivamente), ya que este tratamiento no pertenece a la función que pasa por las aristas 1 u 8 que son las únicas que tiene prolongaciones en el cubo que permiten medir la curvatura de respuesta a cada factor y esta solución es mejor que la de aproximar subjetivamente funciones de respuesta que pasen por el tratamiento asociado con el ingreso máximo en el cubo (Turrent, 1978). Como tratamiento Optimo de Capital limitado resultó ser también el tratamiento 60-60-70 (N-P-D respectivamente) por lo que es válido para ambos criterios de capital. El análisis económico del sistema se realizó de acuerdo al método del Dr. Perrin et al y se encontró que el tratamiento 40-60-60 (N-P-D respectivamente) es el que tiene mayor tasa de retorno al capital y su valor es superior a las tasas de retorno de 60 y 120% fijadas previamente.

Para el cálculo de la eficiencia del sistema se estimaron los parámetros de eficiencia relativa de la tierra en producto físico y en ingreso neto, los cuales tuvieron valores de 1.567 y 1.107 lo que indica que la siembra de cultivos en asociación es mejor que la siembra de cada uno de los monocultivos.

IX. BIBLIOGRAFIA.

- Aguilar, F.W. 1983. Frijol en espalderas, una alternativa de alta productividad para la zona norte del Plan Tecamachalco. Tesis profesional. Xalisco, Nayarit.
- Aguilar, F.P. 1978. Formulación de recomendaciones para el cultivo de la asociación maíz-frijol en el área del Plan Puebla. Tesis M.C. no publicada, Rama de Suelos, C.P. Chapingo, México.
- Altieri, M.A. y Shoonhoven, A.V. 1977. Interacciones entre insectos y malezas en mono y policultivos de maíz y frijol. Revista Comalfe Cali, Colombia.
- Aguirre, J.A. y H. Miranda. 1972. Los sistemas de producción de frijol en America Central.
- Barke, R.E. 1978. Influencia de la nutrición y el riesgo en el rendimiento y la calidad de semilla de habichuela. Trabajo de investigación Sidney, Australia.
- Campos, E.A. 1980. Efecto de la fertilización y D.P. en el rendimiento de la asociación maíz-frijol en los altos de Jalisco. Tesis Profesional. Chapingo, México.
- Castañeda, H.E. 1983. Respuesta de frijol jamapa a la fertilización N y P_2O_5 así como D.P. bajo temporal con riegos de auxilio en los Valles Centrales de Oaxaca. Trabajo de investigación. Oaxaca, Oax.
- Cochran, W.G. y G.M. Cox. 1950. Diseños experimentales, 2da. Edición. U.S.A.
- Esquivel, A.C. 1970. Respuesta de la asociación maíz-frijol a ocho -

factores de la producción en las unidades I y II del Plan Puebla
Tesis M.C. Rama de Suelos, C.P. Chapingo, Méx.

- Fanjul, P.L. 1978. Análisis del crecimiento de una variedad de Phaseolus vulgaris, de hábito de crecimiento indeterminado y ensayo para el estudio de las relaciones entre la fuente y la demanda de fotosintatos. Tesis M.C. Chapingo, México.
- Flannery, K.V. 1967. Sistemas agrícolas y crecimiento político en Oaxaca antigua. ENA; C.P. Chapingo, México.
- Francis, C.A. 1978. Multiple cropping potentials of beans and maize. HortScience. Bogotá, Colombia.
- Francis, C.A. y Prager M. 1977. Factores agronómicos de la asociación frijol-malz. Cali, Colombia. CIAT.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Guaman, J.R.W. 1981. Rendimiento físico y económico del frijol y malz sembrados solos y asociados. Tesis M.C., C.P. Chapingo, México.
- Higueta, F.M. 1972. Siembras múltiples o intercaladas. Bogotá, Colombia.
- INIA. 1983. Guía para la asistencia técnica agrícola. Campo Agrícola Experimental Valles Centrales Oaxaca. SARH.
- Jaldin, C.E. 1978. Efectos de tipo de plantas y distribución de surcos sobre el crecimiento y rendimiento de vainita asociada con malz. Tesis M.C. Turrialba, Costa Rica. CATIE.

- Jalpa, B.D. y A. Turrent. 1976. Comportamiento del frijol "Meco" - (*Vigna sinensis*) en espalderas con diferentes niveles de densidades de población, N, P_2O_5 , gallinaza, variedad fuente de fertilizante en el área de Zacapoaxtla, Puebla. Copia mimeográfica. Puebla, México.
- Jalpa, B.D. 1979. Sistema de cultivo múltiple de frijol en espaldera alternado con maíz, intercalado con frijol mata e imbricado con papa en Zacapoaxtla, Puebla. Copia mimeográfica. CEICADAR, Pue.
- Jiménez, P.R.A. 1976. El estudio de absorción de nutrimentos en un - agrosistema de producción de frijol (*P. vulgaris*) maíz (*Zea mays*) y Yuca (*Manihot esculenta*). Tesis M.C. Turrialba, Costa Rica. I.I.C.A.
- Kohashi, S.J. 1981. Experiencia con espalderas y poda en el frijol de gula trasplantado. Boletín informativo. Centro de Botánica. C.P. Chapingo, México.
- López, I.R. 1978. La asociación maíz-frijol y el aprovechamiento de - la luz solar. Tesis Doctor en Ciencias. C.P., Chapingo, Méx.
- López, I.R. 1968. Respuesta a cuatro variedades de frijol (*P. vulga-* - nis a la inoculación con *R. phaseoli*. Tesis profesional. Chapin- go, México.
- López, M.N. 1978. Marco de referencia de los sistemas de producción - de frijol en los Valles Centrales de Oaxaca. Trabajo mimeografi- co. INIA-SARH.
- Mojica, B.F.J. 1975. Absorción de nutrimentos y producción en la aso-

ciación frijol, maíz y arroz. Tesis M.C. Turrialba, Costa Rica.
I.I.C.A.I- OEA.

- Mora, E.L.E. 1978. Efecto de labranza de suelo en la incidencia y severidad de enfermedades foliares de maíz (*Zea Mays*) y frijol común (*P. vulgaris* L.). Tesis M.C. Turrialba, C.P. CATIE.
- Moreno, R.D. 1972. La asociación de maíz-frijol, un uso alternativo de la tierra. Tesis M.C., Rama de Suelos, C.P. Chapingo, Méx.
- Otero, Z.F. 1984. El rendimiento y componentes de *P. vulgaris* en función de aplicación de N, P_2O_5 al suelo y N foliar. Tesis profesional. Cocula, Guerrero.
- Perrin, I.K., D.L. Wilkelman, E.R. Moscardi y J.R. Anderson. 1976. - Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, un manual metodológico de evaluación económica. Folleto de información No. 27 CIMMYT, México, D.F.
- Platero, M.O. 1975. Análisis de rendimiento de grano y económico de las asociaciones maíz-frijol de la región este del Valle de México. Tesis M.C. C.P., Chapingo, México.
- PRONDIAT-C.P.-SARH. 1980. Estimación de rendimientos de maíz. Dto. Agropecuario de Temporal No. 1 Valles Centrales, Oaxaca.
- Rey, A.G., Zandstra, H.G. 1976. Ensayo de rendimiento de dos variedades de papa y frijol en asociación con diferentes poblaciones. Revista ICA. Cundinamarca. Col.
- Rojó, S.J. 1980. Evaluación de cinco metodologías para la generación de recomendaciones sobre fertilización y densidad de población -

en maíz de temporal en los Valles Centrales de Oaxaca. Tesis M.C. Rama de Suelos, C.P. Chapingo, México.

Rulz, R.O. 1981. Influencia de las arvenses asociadas al cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre la incidencia de insectos y enfermedades. Tesis profesional. Cardenas, Tabasco. Colegio Superior de Agricultura Tropical.

Rulz, V.J. 1979. Dosis de fertilizantes y densidad de población para el maíz de temporal en los valles Centrales de Oaxaca, Tesis profesional, especialista en suelos. UACH, Chapingo, México.

Santa Cecilia, F.C. y Viera, C. 1978. Cultivo asociado de frijol y maíz y efectos de cultivares de frijol en diferentes hábitos de crecimiento. Turrialba, Costa Rica.

Sánchez, D.S. 1977. Estudio de rentabilidad económica de la asociación maíz-frijol en la zona de influencia de Chapingo. Tesis profesional. E.N.A. Chapingo, México.

SARH, 1982. Programación del Dto. Agropecuario de Temporal No. 1 Valles Centrales de Oaxaca.

Thung, M. 1977. Antecedentes fisiológicos y agronómicos para cultivar la yuca y el frijol en asociación. Trabajo de investigación. Cali, Colombia. CIAT.

Turrent, F.A. 1976. El registro de observaciones durante el desarrollo de un experimento de productividad. Escritos sobre la metodología de la investigación en productividad de agrosistemas No. 2 Rama de Suelos, C.P. Chapingo, México.

- 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, Chapingo, Méx.
- Turrent, F.A. 1979. El sistema agrícola, un marco de referencia necesario para la planeación de investigación agrícola en México. Escritos técnicos de información. Rama de Suelos, C.P. CEICADAR, Puebla, Pue.
- Turrent, F.A. y R.J. Laird. 1975. La matriz experimental Plan Puebla para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos. Escrito sobre la metodología de la investigación de la productividad de agrosistemas No. 1, Rama de Suelos, C.P. Chapingo, Mex.
- Valle, B.R. 1978. La asociación maíz-frijol de gula sembrado en surcos dobles (0.4 m entre pares de surcos) con calles anchas de 2 m una alternativa para intercalar trigo en áreas de temporal. Tesis M.C.. C.P. Chapingo, México.
- Vargas, R.S. 1961. Abonamiento e inoculación en el cultivo de frijol. 5a. Reunión Latinoamericana de Fitotecnia. Buenos Aires. INTA.
- Vargas, S.V.M. 1982. Determinación de la dosis óptima económica de fertilización y D.P. en el cultivo de maíz y cacahuete de temporal en los Valles Centrales de Oaxaca. Tesis profesional. Xalisco, Nayarit.
- Vargas, S.V.M. 1982. Respuesta a la fertilización y DP del frijol de gula en espalderas con maíz y frijol de mata intercalados en hileras alternas en los Valles Centrales de Oaxaca. Informe de

investigación. CEICADAR, Puebla.

Villota, M.M. 1974. Segunda aproximación a las prácticas de fertilización y D.P. de frijol mata en el Valle de México. Tesis M.C. Chapingo, México.

X. A P E N D I C E

Cuadro 1 Lista de tratamientos del experimento único compuesto.

Núm.	N	P ₂ O ₅	D. P.
	Kg/ha	Kg/ha	Miles de pts/ha
1	60	60	60
2	60	60	70
3	60	80	60
4	60	80	70
5	80	60	60
6	80	60	70
7	80	80	60
8	80	80	70
9	40	60	60
10	100	80	70
11	60	40	60
12	80	100	70
13	60	60	50
14	80	80	80
15	0	0	60

Cuadro 2 Costo de los insumos y valor del producto para 1982.

<u>Nitrógeno</u>	
Valor 1 ton. de Urea	4,676.00
Valor 1 Kg. de N	10.16
Transporte 1 Kg. N	0.43
Costo total/Kg. N	10.59
<u>Fósforo</u>	
Valor 1 ton. de superfosfato de calcio triple	5,392.00
Valor 1 Kg. P_2O_5	11.72
Transporte de 1 Kg. P_2O_5	0.43
Costo total/Kg. P_2O_5	12.15
<u>Densidades</u>	
Valor de 1 Kg de frijol para semilla	35.00
Suponiendo 3,900 gramos/Kg. y 80% de germinación, el costo de 1,000 plantas	10.55
Valor de 1,000 plantas de frijol mata bajo las mismas condiciones	11.30
<u>Grano</u>	
Valor de 1 Kg. de frijo mata	42.00
Valor de 1 Kg. frijol gula	30.00

Cuadro 3 Costos de cada uno de los componentes de la infraestructura así como la mano de obra empleados en la implantación de la espaldera.

Cantidad	Unidades	Material y Descripción	Costo unitario \$	Costo total \$
6,225	Piezas	Carrizos	1.50	9,337.50
120	Kg.	Alambre No. 16	53.00	6,360.00
60	Kg.	Alambre No. 22	84.00	5,040.00
35	Carretes	Nylon No. 60	280.00	9,800.00
12	Jornales	Instalación carrizo	200.00	2,400.00
8	Jornales	Instalación alambre	200.00	1,600.00
12	Jornales	Instalación nylon	200.00	2,400.00
25	Jornales	Cosecha	200.00	4,800.00
			Total	\$ 41,737.50

Cuadro 4 Análisis estadístico del frijol tipo gula del experimento único compuesto.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F Cal.
Tratamiento	13	12.723	0.978	2.192 *
Bloque	4	0.857	0.214	0.48 NS
Error	52	23.207	0.446	
Total	69	36.787		

* Significativo al 5%

C.V. = 24.7%

NS No significativo.

Cuadro 5 Rendimiento en Ton/ha del frijol tipo gula en espalderas del experimento único compuesto.

Num.	Tratamientos:			Rendimiento medio Ton/ha.	D.M.S. 0.05 <u>1/</u>
	N Kg/ha	P ₂ O ₅ Kg/ha	DP mil pts/ha		
4	60	80	70	3.288	a
14	80	80	80	3.288	ab
10	100	80	70	3.221	abc
12	80	100	70	2.965	abcde
9	90	60	60	2.955	abcdef
8	80	80	70	2.810	abcdef
6	80	60	70	2.754	abcdef
7	80	80	60	2.732	abcdef
5	80	60	60	2.666	abcdef
1	80	60	60	2.532	abcdef
11	60	90	60	2.488	abcdef
3	60	60	60	2.287	def
15	0	0	60	2.279	def
2	60	60	70	2.088	ef
13	60	60	50	1.799	f

D.M.S. 0.05 = 0.846

1/ Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

Cuadro 6 Rendimientos medios y totales así como los beneficios brutos por tratamiento del experimento compuesto; frijol tipo gula en espalderas con frijol tipo mata intercalado en hileras.

Num.	Tratamientos			Rendimientos medios en Ton/ha		Rendimientos totales	Beneficios brutos 1/
	N Kg/ha	P ₂ O ₅ Kg/ha	D.P. mil pts/ha	Frijol gula	Frijol mata		
1	60	60	60	2.532	0.338	2.870	90,156.00
2	60	60	70	2.088	0.338	2.426	76,836.00
3	60	80	60	2.287	0.338	2.625	82,806.00
4	60	80	70	3.288	0.338	3.626	112,836.00
5	80	60	60	2.666	0.338	3.004	94,176.00
6	80	60	70	2.754	0.338	3.092	96,816.00
7	80	80	60	2.732	0.338	3.070	96,156.00
8	80	80	70	2.810	0.338	3.148	98,496.00
9	40	60	60	2.955	0.338	3.293	102,846.00
10	100	80	70	3.221	0.338	3.559	110,826.00
11	60	40	60	2.488	0.338	2.826	88,836.00
12	80	100	70	2.965	0.338	3.303	103,146.00
13	60	60	50	1.799	0.338	2.137	68,166.00
14	80	80	80	3.288	0.338	3.266	112,836.00
15	0	0	60	2.279	0.338	2.617	82,566.00

1/ Los beneficios brutos incluyen el costo de la infraestructura que es de \$ 41,737.50/ha.

Cuadro 7 Algoritmo del análisis económico del frijol tipo gula en el sistema de espaldera.

1				2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14	
Tratamientos				Notación de Yates	Rendimien- tos. totales	Método automático de Yates				Efecto fac- torial me- dio ton/ha	Rendimientos promedios y ton/ha	Costos Varia- bles. CV \$/ha	1/ Ingreso neto m/s costos fijos b \$/ha	2/ Incremento en rendimiento y ton/ha	Incremento en Ingreso neto IN \$/ha	TRCV IN/CV													
Mun.	N K/ha	P ₂ O ₅ Kg/ha	D.P. Miles pts/ha																										
1	60	60	60	(I)	12.661	23.103	50.942	105.801	2.645	M	2.532	1,998.00	73,962.00	0.253	7,590.00	3.798													
2	60	60	70	(d)	10.442	27.879	54.819	3.615	0.180	(D)	2.088	2,103.00	60,537.00																
3	60	80	60	(p)	11.429	27.104	2.782	3.387	0.269	(P)	2.287	2,240.00	66,370.00	0.008	320.00	0.142													
4	60	80	70	(dp)	16.440	27.715	0.833	7.185	0.358 ^a	(DP)	3.288	2,346.00	96,294.00	1.009	30,270.00	12.902													
5	80	60	60	(n)	13.330	- 2.219	4.776	3.837	0.191	(N)	2.666	2,210.00	75,560.00	0.387	11,610.00	5.253													
6	80	60	70	(nd)	13.774	5.001	0.611	- 1.949	- 0.097	(ND)	2.754	2,315.00	80,305.00	0.475	14,250.00	6.155													
7	80	80	60	(np)	13.663	0.444	7.220	- 4.165	- 0.208	(NP)	2.732	2,452.00	79,508.00	0.453	13,590.00	5.542													
8	80	80	70	(npd)	14.052	0.389	- 0.055	- 7.875	- 0.363 ^a	(NPD)	2.810	2,558.00	81,742.00	0.531	15,930.00	6.277													
									0.353	EMS 100																			
9	40	60	60		14.773						2.955	1,786.00	86,864.00	0.676	20,280.00	11.354													
10	100	80	70		16.101						3.221	2,770.00	93,860.00	0.942	28,260.00	10.202													
11	60	40	60		12.440						2.488	1,755.00	72,885.00	0.209	6,270.00	3.572													
12	80	100	70		14.828						2.965	2,800.00	86,150.00	0.686	20,580.00	7.350													
13	60	60	50		8.997						1.792	1,892.00	52,078.00																
14	80	80	80		16.440						3.288	2,664.00	95,976.00	1.009	30,270.00	11.362													
15	0	0	60		11.396						2.279																		

$$EMS = 2 \cdot 108 \text{ gl} \cdot \sqrt{\frac{CME}{2K-2n}} = 1.675 \sqrt{\frac{0.446}{10}} = 0.353$$

1/ Incluye los costos del N (\$ 10.59), P₂O₅ (\$ 12.15) y D (\$ 10.55)

2/ Incluye los beneficios netos del frijol de gula y frijol de mata, sin considerar el costo de la infraestructura que es de \$ 41,737.50

gula en el sistema de espalderas con frijol tipo mata intercalado en hileras.

Num.	Tratamientos			Beneficio bruto \$/ha	Costos		Variables			Costos Fijos	Beneficio neto
	N	P ₂ O ₅	D.P.		N	P ₂ O ₅	D.P.	Aplicación	Total		
	Kg/ha	Kg/ha	mil pts/ha		10.59/Kg	12.15/Kg	1/				
1	60	60	60	90,156.00	635.4	729.0	859.0	400.00	2,623.4	41,737.5	45,795.00
2	60	60	70	76,836.00	635.4	729.0	964.5	400.00	2,728.9	41,737.5	32,370.00
3	60	80	60	82,806.00	635.4	972.0	859.0	400.00	2,866.0	41,737.5	38,202.00
4	60	80	70	112,836.00	635.4	972.0	964.5	400.00	2,971.9	41,737.5	68,127.00
5	80	60	60	94,176.00	847.2	729.0	859.0	400.00	2,835.2	41,737.5	49,603.00
6	80	60	70	96,816.00	847.2	729.0	964.5	400.00	2,940.7	41,737.5	52,138.00
7	80	80	60	96,156.00	847.2	972.0	859.0	400.00	3,078.2	41,737.5	51,340.00
8	80	80	70	98,496.00	847.2	972.0	964.5	400.00	3,183.7	41,737.5	53,575.00
9	40	60	60	102,846.00	423.6	729.0	859.0	400.00	2,411.6	41,737.5	58,697.00
10	100	80	70	110,826.00	1,059.0	972.0	964.5	400.00	3,395.5	41,737.5	65,693.00
11	60	40	60	88,836.00	635.4	486.0	859.0	400.00	2,380.4	41,737.5	44,718.00
12	80	100	70	103,146.00	847.2	1,215.0	964.5	400.00	3,426.7	41,737.5	57,982.00
13	60	60	50	68,166.00	635.4	729.0	753.5	400.00	2,500.0	41,737.5	23,928.00
14	80	80	80	112,836.00	847.2	972.0	1,070.0	400.00	3,089.2	41,737.5	68,010.00
15	0	0	60	82,566.00	0	0	859.0	0	859.0	41,737.5	39,970.00

1/ Incluye los costos de la semilla del frijol tipo gula (\$ 10.55) y tipo mata (\$ 11.30).

Cuadro 9 Análisis de dominancia de los tratamientos del experimento de cultivos compuestos, frijol tipo guía en espalderas con frijol tipo mata intercalado en hileras.

Beneficio neto	T r a t a m i e n t o s			Costos Variables
	N	P ₂ O ₅	DP	
	Kg/ha	Kg/ha	mil pts/ha	
68,127.00	60	80	70	2,971.9 *
68,010.00	80	80	80	3,089.2 -
65,693.00	100	80	70	3,395.5 -
53,697.00	40	60	60	2,411.6 *
57,982.00	80	100	70	3,426.7 -
53,575.00	80	80	70	3,183.7 -
52,138.00	80	60	70	2,940.7 -
51,340.00	80	80	60	3,078.7 -
49,603.00	80	60	60	2,835.2 -
45,795.00	60	60	60	2,623.4 -
44,718.00	60	40	60	2,380.4 *
39,970.00	0	0	60	859.0 *
38,202.00	60	80	60	2,886.4 -
32,370.00	60	60	70	2,728.9 -
23,928.00	60	60	50	2,500.0 -

* Tratamiento seleccionado.

- Tratamiento eliminado.

Cuadro 10 Análisis marginal de los tratamientos seleccionados del experimento de cultivos compuestos, frijol tipo gula en espaldera con frijol tipo mata intercalado en hileras.

Beneficio neto	Tratamientos			Costos Variables	IMCV	IMBN	TMRC
	N	P ₂ O ₅	DP				
	Kg/ha	Kg/ha	mil pts/ha				
68,127.00	60	80	70	2,971.9	560.30	9,430.00	1,683.0
58,697.00	40	60	60	2,411.6	31.20	13,979.00	44,804.4 *
44,718.00	60	40	60	2,380.4	1,521.4	4,748.00	312.0
39,970.00	0	0	60	859.0			

* Tratamiento óptimo económico.