

efectuosamente
de compañeros
Ricardo DEL
VALLE

Cir

(2)

CP **COLEGIO DE POSTGRADUADOS** /
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS
HIDRAULICOS
Chapingo México,

**FORMULACION DE RECOMENDACIONES PARA EL
CULTIVO DE ASOCIACION MAIZ-FRIJOL EN EL AREA
DEL PLAN PUEBLA,**

**Definición de una metodología para la optimización de
Insumos de producción en el sistema maíz-frijol** /

^o
PABLO AGUILAR FIGUEROA 1978

T E S I S Mag SC

Presentada como requisito parcial para
obtener el grado de

**MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALISTA EN SUELOS**

2026 Sa, se San, 35 Rev, 11/18

1978

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de

MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALISTA EN SUELOS

Chapíngo, Méx , Noviembre de 1978

CONSEJO PARTICULAR



CENTRO DE DOCUMENTACION

CONSEJERO

DR ANTONIO TURRENT FERNANDEZ

ASESOR

DR REGGIE J LAIRD

ASESOR

DR SALVADOR ALCALDE BLANCO

ASESOR

DR VICTOR VOLKE HALLER

AGRADECIMIENTOS

Al Dr Antonio Turrent F , por la orientación recibida durante mis estudios y dirección de esta tesis

Al Dr Reggie J Laird, por sus valiosas sugerencias en la revisión y corrección del presente trabajo

Al Dr Salvador Alcalde B , por los consejos recibidos, revisión y corrección del presente trabajo

Al Dr Víctor Volke H , por sus sugerencias en el análisis de resultados, revisión y corrección de esta tesis

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por haberme otorgado la beca que hizo posible mis estudios de Maestría

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, por el apoyo brindado para la realización de mis estudios de Maestría

A la Srta Yolanda Botello T , por su ayuda en la mecanografía del presente trabajo

A los Ings Raymundo Caballero M y Ricardo Mendoza R , por su ayuda en la obtención de información para el presente trabajo

RECONOCIMIENTO

A todo el personal del Plan Puebla que participó en la planeación y realización de la investigación de campo que dió origen a la información usada en esta tesis

A todos los amigos que en una u otra forma me han brindado su apoyo.

DEDICATORIA

A mis padres

A mis suegros

A mi esposa Elvira con amor

A mis hijos Sandy y Pablito

A nuestros hermanos

A mis amigos

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DEL APENDICE	xi
I. INTRODUCCION	1
II. EL AREA DE ESTUDIO Y SU TECNOLOGIA	4
2.1 El Area de Estudio	4
2.1.1 Localización	4
2.1.2 Relieve	6
2.1.3 Clima	6
2.1.4 Suelos	13
2.1.5 Tenencia de la Tierra	16
2.1.6 Población	17
2.1.7 Cultivos	18
2.2 Tecnologia Local de Producción	19
2.2.1 Siembras de Humedad Residual	19
2.2.2 Siembras de Temporal	20
III REVISION DE LITERATURA	21
3.1 Cultivos múltiples	21
3.1.1 Cultivo en secuencia (en serie)	21
3.1.2 Cultivo intercalado	22
3.1.2.1 Cultivo mixto (asociado)	22
3.1.2.2 Intercalado en Hileras	22
3.1.2.3 Intercalado en Fajas	22
3.1.2.4 Cultivo en relevo	23
3.2 Importancia de los cultivos multiples	23
3.2.1 En relación con la disponibilidad de recursos	23
3.2.2 En relación con el factor de seguridad	25
3.2.3 Características generales	26
3.3 Importancia de la asociacion maíz-frijol	29
3.4 Investigación realizada en asociación maíz-frijol	29
3.5 Conclusiones de la Literatura Revisada	40
IV DEFINICION E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA	43

V. OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS	47
5 1 Objetivos	47
5 2 Hipótesis	47
5 3. Supuestos	48
VI. METODOLOGIA	49
6.1 Esquema de Investigación en Asociación Maíz-Frijol seguido por el Plan Puebla	49
6.1 1 Materiales y Métodos	50
6.1 1 1 Espacio de Exploración y Matriz Experimental	51
6.1 1 2 Diseño y Parcela Experimental	59
6.1 1 3 Localización de los Sitios Experimentales	59
6.1 1 4 Siembra y Conduccion de los Experimentos	60
6.1 1 5 Fertilizacion	60
6.1 1 6 Cosecha	61
6.1 1 7 Medición de Variables de Sitio	62
6.2 Metodología de la Presente Investigación	64
6.2.1 Análisis Estadístico	64
6.2 1 1 Análisis de Varianza	64
6.2 1 2 Prueba de Comparaciones Múltiples	65
6.2 1.3 Análisis de Regresion	65
6.2 1 4 Modelos Reducidos	67
6.2 1 5 Procedimiento de Regresión no Lineal (NLIN)	67
6.2.2 Determinacion del Tratamiento Optimo Económico - de Nitrógeno, Fósforo, Gallinaza, Densidad de Po- blación de Maíz y Densidad de Población de Frijol	68
6.2 2 1 Criterios Económicos e Información para la Obten- ción de los Tratamientos Optimos Economicos	68
6.2 2 1 1 Criterios Economicos	68
6.2 2 1 2 Costo de los Insumos Variables	69
6.2 2.1 3 Precio Neto del Producto	75
6.2.2 2 Cálculo Matemático de los Tratamientos Optimos - Económicos para Capital Limitado e Ilimitado	76
6.2 3 Cálculo de Relacion de Superficie Equivalente (RSE)	85
6.2 4 Procedimiento para la agrupacion y generación de recomendaciones por agrosistemas	87
VII RESULTADOS Y DISCUSION	90
7 1 De las Medias de Rendimiento	90
7 2 Del Ingreso Neto (IN')	102
7 3 Del Análisis de Varianza	105

7 4	Del Efecto de los Factores Estudiados, sobre el Rendimiento de Maíz, Frijol e Ingreso Neto (IN') del sistema	108
7 4 1	Nitrógeno	108
7 4 2	Fósforo	111
7 4 3	Gallinaza	112
7 4 4	Gallinaza-Fecha de Siembra	115
7 4 5	Densidad de Población de Frijol (DF)	120
7 4 6	Densidad de Población de Maíz (DM)	122
7 4 7	Potasio	124
7 4 8	Elementos Menores	125
7.4 9	Oportunidad de Aplicación de Nitrógeno	126
7 4 10	Fuente de Nitrogeno	128
7 4 11	Fuente de Fosforo	130
7 4 12	Genotipos de Maíz y Frijol	130
7.5	Análisis de Regresión	135
7.6	Análisis de los Procedimientos para la Determinación de Dosis Óptima Económica de Insumos de la Producción	143
7.7	Determinación del Tratamiento Óptimo Económico para Capital Ilimitado y Capital Limitado (TOECI y TOECL)	148
7.8	De la Relación de Superficie Equivalente (RSE)	154
7.9	Determinación de las Dosis Óptimas Económicas - de N, P ₂ O ₅ , Gallinaza y Densidad de Población - de Maíz y Frijol, por Agrosistemas	157
7 10	Recomendaciones para el Cultivo de Asociación - Maíz-Frijol en el Area del Plan Puebla	158
7.10 1	Nitrogeno, Fósforo, Gallinaza, Densidad de Población de Maíz y Densidad de Población de Frijol	158
7 10 2	Oportunidad de Aplicación de Nitrógeno, Fósforo y Gallinaza	160
7 10 3	Fuentes de Nitrógeno y Fósforo	160
7 10 4	Fecha de Siembra y Variedad de Maíz y Frijol	161
VIII.	RESUMEN Y CONCLUSIONES	162
8 1	Resumen	162
8 2	Conclusiones	165
IX.	BIBLIOGRAFIA	172
X	APENDICE	177

INDICE DE CUADROS

Cuadro No		Pág
2 1	Precipitación media mensual y anual y porciento de lluvia durante los meses de abril a octubre, para - varias localidades dentro del área de estudio, en un período que varía entre 9 y 49 años	9
2 2	Precipitación media, mínima y máxima registradas durante los meses de mayo a octubre, en 8 estaciones del área de estudio, en un período que fluctúa entre 16 y 49 años	10
6 1	Tratamientos seleccionados para probar el efecto de nitrógeno y gallinaza Ciclo agrícola 1973	53
6 2	Tratamientos seleccionados para probar el efecto de N, P ₂ O ₅ y densidad de población de maíz Ciclo agrícola 1974	56
6 3	Tratamientos de los experimentos sobre genotipos de maíz y frijol, ensayados en el área del Plan Puebla Ciclo agrícola 1974	58
6 4	Relación de tratamientos seleccionados para probar el efecto de N, P ₂ O ₅ y densidad de población de frijol, en la región del Plan Puebla Ciclos agrícolas 1975 y 1976	58
6 5	Tratamientos seleccionados para probar el efecto de potasio, fuente y oportunidad de aplicación de N, - P ₂ O ₅ y densidad de población de maíz Ciclo agrícola 1976	56
6 6	Precios de mercado de los insumos	70
6 7	Costos de siembra de maíz y frijol	74
6 8	Rendimientos estimados de maíz y frijol a partir de las funciones de producción correspondientes Experimento 7321	80
6 9	Entradas brutas o ingresos brutos	81
6 10	Costos fijos y variables (C _{ij})	82

Cuadro No		Pág
6.11	Ingresos netos (I_{ij})	82
6.12	Agrosistemas identificados en el área del Plan Puebla para el cultivo de maíz-frijol en asociación	88
7.1	Rendimiento comercial promedio de maíz (Y) y frijol (Z) en kg/ha al 14% de humedad, e ingreso neto (IN) de los diferentes tratamientos observados en cada sitio experimental Experimentos gallinaza-fecha - de siembra Ciclo 1973	91
7.2	Rendimiento comercial promedio de maíz (Y) y frijol (Z), en kg/ha al 14% de humedad, e ingreso neto (IN) en pesos/ha de los diferentes tratamientos observados en cada sitio experimental Experimentos nitrógeno-gallinaza Ciclo 1973 ..	92
7.3	Rendimiento comercial promedio de maíz (Y) y frijol en kg/ha al 14% de humedad, e ingreso neto (IN) en pesos/ha de los diferentes tratamientos observados en cada sitio experimental Experimentos de genotipos de maíz y frijol-densidad de población de frijol Ciclo 1974	95
7.4	Rendimiento comercial promedio de maíz (Y) y frijol (Z) en kg/ha al 14% de humedad, e ingreso neto (IN) en pesos/ha de los diferentes tratamientos observados en cada sitio experimental Experimentos nitrógeno-fósforo-densidad de población de maíz Ciclo 1974	96
7.5	Rendimiento comercial promedio de maíz (Y) y frijol (Z) en kg/ha, al 14% de humedad, e ingreso neto (IN) de los diferentes tratamientos observados en cada sitio experimental Experimentos nitrógeno-fósforo-densidad de población de frijol Ciclo 1975	97
7.6	Rendimiento comercial promedio de maíz (Y) y frijol (Z) en kg/ha al 14% de humedad, e ingreso neto (IN) en pesos/ha de los diferentes tratamientos observados en cada sitio experimental Experimentos nitrógeno-fósforo-densidad de población de frijol Ciclo 1976	99
7.7	Ingreso neto (IN) promedio de los experimentos de matriz experimental tratamiento potencial, tecnología recomendada y tratamiento testigo de la asociación maíz-frijol, maíz solo y frijol solo	103

Cuadro No		Pág
7 8	Análisis de varianza para el rendimiento en kg/ha - de maíz, frijol e ingreso neto de cada sitio experi <u>mental</u>	106
7 9	Respuesta de la asociación maíz (Y)-frijol (Z) a la aplicación de gallinaza Plan Puebla 1973	113
7.10	Efecto de densidad de población de maíz sobre el ren <u>dimiento</u> de maíz, frijol e IN' de la asociación maíz-frijol	123
7.11	Efecto de la oportunidad de aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento de maíz, frijol e IN' de la aso <u>ciación</u> maíz-frijol Ciclo 1973	127
7 12	Respuesta de la asociación maíz-frijol a la fuente de N Plan Puebla Ciclo 1976	129
7 13	Modelos reducidos obtenidos por Regresión Progresiva Modificada R P M (Stepwise) a los niveles $\alpha=0.20$ y $\alpha=0.10$ de entrada y permanencia	137
7 14	Modelos reducidos ajustados por el procedimiento de regresión no lineal (NLIN)	139
7.15	DOECI de nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5), gallinaza - (G), densidad de población de maíz (DM) y densidad e población de frijol (DF), para el sistema de aso <u>ciación</u> maíz-frijol	149
7 16	DOECL de nitrogeno (N), fósforo (P_2O_5), gallinaza - (G), densidad de población de maíz (DM) y densidad de población de frijol (DF), para diferentes niveles de capital en asociación maíz-frijol	152
7.17	Relación de superficie equivalente (R S E) calcula <u>da</u> para los diferentes tratamientos de los experimen <u>tos</u> 7311, 7321 y 7367, como índice de eficiencia de la asociación maíz-frijol, en el uso de la tierra	155
7.18	Recomendaciones de N, P_2O_5 , gallinaza (G), densidad de población de maíz (DM) y densidad de población - de frijol (DF) por agrosistemas y para diferentes - niveles de capital	159

INDICE DE FIGURAS

Figura No		Pág
2.1	Localización del área de estudio, su división en zonas y municipios, y ubicación de los sitios experimentales	5
2 2	Distribución de los siete grupos más importantes de suelos en la región del Plan Puebla	14
7 1	Efecto de fecha de siembra y gallinaza, sobre el rendimiento de maíz, frijol e ingreso neto de maíz, frijol e ingreso neto de la asociación maíz-frijol Sitios 7364, 7365 y 7366	116
7 2	Efecto de fecha de siembra y gallinaza sobre el rendimiento de maíz, frijol e IN' de la asociación - maíz-frijol Sitios 7384 y 7385	185
7 3	Respuesta del maíz y frijol a la aplicación de gallinaza (G) y fertilizante nitrogenado (N) Experimento 7301	140
7 4	Respuesta del maíz y el frijol asociados, a la aplicación de gallinaza (G) y fertilizante nitrogenado (N) Experimento 7321	141
7 5	Respuesta del maíz y el frijol asociados a la aplicación de gallinaza (G) y fertilizante nitrogenado (N) Experimento 7367	142

INDICE DEL APENDICE

Cuadro No		Pág
1 A	Factores estudiados y localización de los experimentos en el área del Plan Puebla Ciclos 1973-1976	178
2.A	Fechas de labores realizados en los experimentos sobre asociación maíz-frijol en el área del Plan Puebla Ciclos 1973-1976	179
3.A	Principales factores que afectaron al desarrollo y la producción de la asociación maíz-frijol, en los diferentes sitios experimentales	180
4 A	Algunas características de los sitios experimentales	181
5.A	Programa de cómputo para la determinación del TOECI y TOECL por el procedimiento de funciones anómalas	182
6.A	Ejemplo que muestra los resultados obtenidos mediante el programa de cómputo para determinación de TOECI y TOECL	183
7 A	Rendimiento de maíz (Y) y frijol (Z) en kg/ha al 14% de humedad, e ingreso neto (N') en pesos/ha de los diferentes tratamientos observados en cada sitio experimental Experimentos genotipos maíz-frijol-densidad de población de frijol Ciclo 1974	184
8.A	Rendimiento de maíz (Y) y frijol (Z) en kg/ha al 14% de humedad, e ingreso neto (N') en pesos/ha de los diferentes tratamientos observados en cada sitio experimental Experimentos potasio-fuentes y oportunidad de aplicación de N y P ₂ O ₅ -densidad de población de maíz Ciclo 1976	185
9.A.	Precipitación mensual registrada en las estaciones más cercanas a los sitios experimentales Plan Puebla 1973-1976	187

Cuadro No.		Pág
10 A	Agrupación de los tratamientos óptimos económicos de capital limitado e ilimitado por agrosistema	188
11 A	Precipitación media mensual de la zona IV* (período 35 años), y quincenal registrada en cuatro sitios - experimentales de la zona IV, durante el periodo de mayo a octubre de 1976 Plan Puebla	189
Figura No.		
1.A	Respuesta del maíz y frijol a la aplicación de gallinaza (G) y fertilizante nitrogenado (N) Experimento 7311 .	190
2 A	Respuesta del maíz y frijol a la aplicación de gallinaza (G) y fertilizante nitrogenado (N) Experimento 7341	191
3.A	Respuesta del maíz y frijol a la aplicación de gallinaza (G) y fertilizante nitrogenado (N) Experimento 7391. . .	192

I INTRODUCCION

Tanto en México como en los demás países de América Latina es común encontrar bajo los sistemas de agricultura tradicional, dos o más cultivos creciendo juntos (en asociación)

El sistema de cultivos asociados más conocido y de mayor importancia en México es la asociación maíz-frijol, ya que a través de este sistema se produce una considerable proporción de los dos granos básicos en la dieta del mexicano, basta con señalar que de 1'711,723 ha cosechadas con frijol en 1969, el 57.79% correspondió a siembras asociadas con maíz (López, - 1974)

Generalmente se ha mencionado al sistema de cultivos asociados como un medio de lograr un uso más eficiente de las dimensiones tiempo y espacio, lo que en agricultura de temporal y subsistencia significa una mayor eficiencia en el aprovechamiento del período de lluvias y la escasa disponibilidad de tierra, o bien como una alternativa para lograr una explotación más intensa de los escasos recursos de tierra, capital y con frecuencia - abundante mano de obra familiar de los agricultores de subsistencia

No obstante la importancia de la asociación maíz-frijol para el sector agrícola tradicional, hasta hace pocos años era muy discutida la racionalidad de tal sistema de cultivo en el medio agronómico. Ante tal controversia, en 1970 se inició la investigación en asociación maíz-frijol en el área del Plan Puebla, donde dicho sistema de cultivo ocupa el segundo lugar en importancia. Con los resultados obtenidos el primer año de investiga-

ción se pudo probar que este sistema de cultivo representaba una alternativa más ventajosa para el agricultor que la siembra de maíz o frijol por separado. Esto motivó que a partir de 1971, se incluyera el cultivo de asociación maíz-frijol dentro de los planes del programa de investigación del Plan Puebla, (hasta entonces solo había contemplado al cultivo de maíz), llegando en 1973 a obtener una serie de recomendaciones para este cultivo, en varios sistemas de producción. No obstante por diversas circunstancias, los resultados de la investigación desarrollada de 1973 a 1976 en el área del Plan Puebla, solo se ha analizado en forma parcial.

Otro problema que se ha observado en la generación de tecnología de producción para la asociación maíz-frijol, tanto en la investigación realizada en el Plan Puebla como en otras áreas, es el relacionado con la metodología para la determinación del tratamiento óptimo económico (TOE), ya que no existe un criterio definido y preciso para realizar este tipo de análisis, lo que ocasiona que los TOE determinados por diferentes investigadores en diferentes años y con diferentes metodologías, aumentan aún más la imprecisión en la tecnología recomendada.

Considerando los problemas indicados, a partir de la información generada por el Plan Puebla para la asociación maíz-frijol durante los años de 1973 a 1976, se planteó la presente investigación con los siguientes objetivos:

- 1) Generar recomendaciones sobre prácticas de producción para la asociación maíz-frijol, en término de los principales factores que

limitan su producción en cada uno de los agrosistemas en que se practica dicho sistema de cultivo en el área del Plan Puebla

2) Determinar y describir un procedimiento para la obtención del TOE en el cultivo maíz-frijol asociados, el cual debe reunir las características de precisión y ser aplicable a todo tipo de matrices experimentales

II EL AREA DE ESTUDIO Y SU TECNOLOGIA

2.1 El Area de Estudio

El presente estudio se realizó dentro del área de influencia del Plan Puebla, que cubre una superficie de alrededor de 117,000 ha de tierra cultivada en 27 municipios del estado de Puebla. Superficie que, para fines operacionales en las labores de divulgación de la tecnología de producción, fue dividida en cinco zonas (CIMMYT, 1974)

2.1.1 Localización

El área de estudio (área del Plan Puebla) se localiza en la parte occidental del estado de Puebla, Mexico (Fig 2.1). Geográficamente se encuentra situada entre los 97°55' y 98°40' de longitud oeste del meridiano de Greenwich y entre los paralelos 18°50' y 19°25' de latitud norte. Específicamente los municipios comprendidos dentro del área son en la zona I 1) Tlahuapan, 2) San Matías Tlalancaleca, 3) San Salvador el Verde, 4) San Felipe Teotlalcingo, y 5) San Martín Texmelucan, en la zona II 6) Chiautzingo, 7) Domingo Arenas, 8) Huejotzingo, 9) San Miguel Xoxtla, 10) Tlaltenango, y 11) Juan C. Bonilla, en la zona III 12) San Nicolás Los Ranchos, 13) Calpan, 14) Nealtican, 15) Tlanguismanalco, - - 16) Tecuanipán, 17) Atzompa y 18) Santa I Cholula, en la Zona IV 19) Coronango, 20) Cuautlancingo, 21) San P Cholula, 22) San A Cholula, 23) Ocoyucan y 24) Puebla, en la zona V 25) Amozoc, 26) Tepatlaxco y 27) Acajete

En la Fig 2.1 se presente la localización del área, su di-

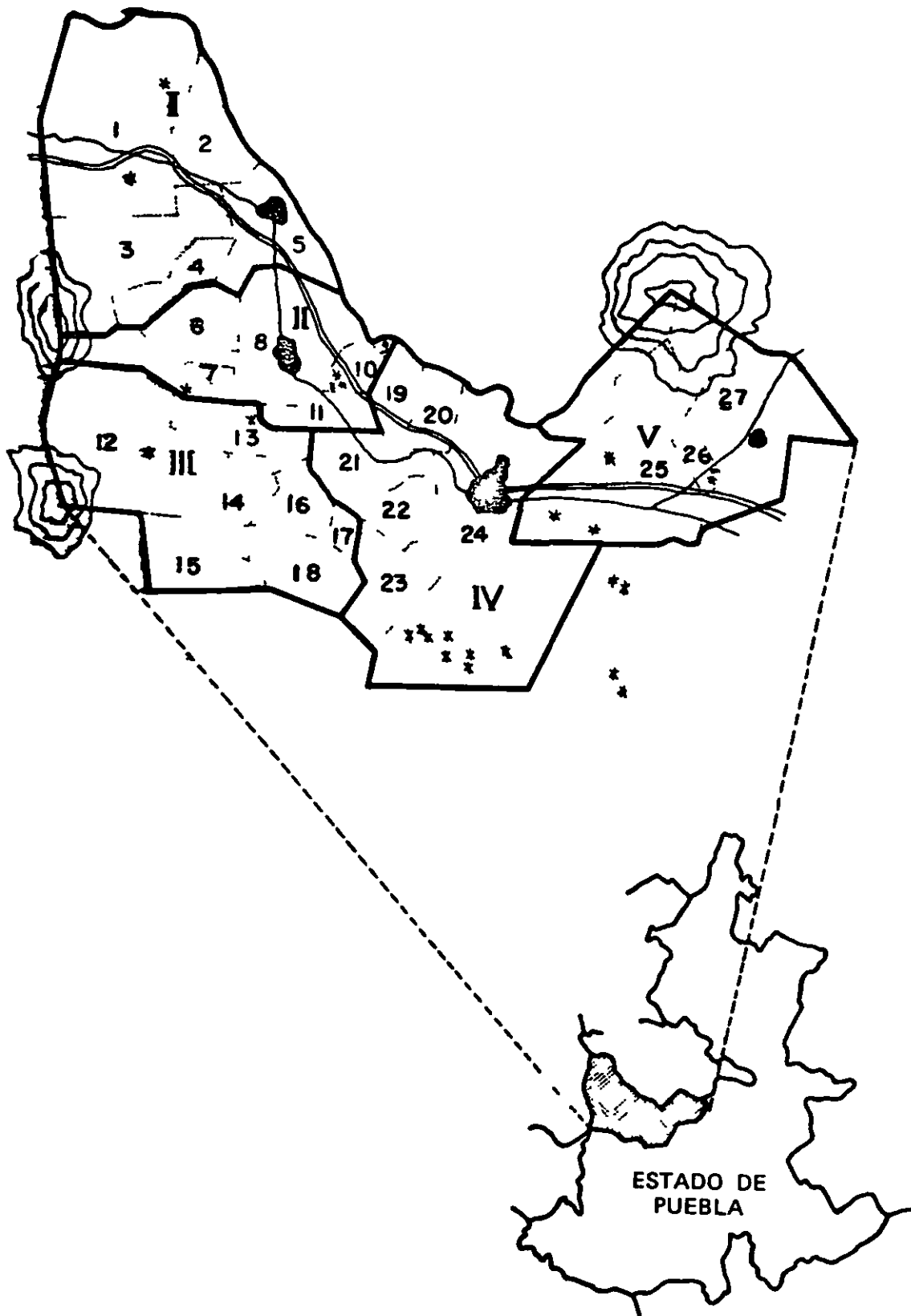


Fig 2 1 Localización del área de estudio su división en zonas y municipios y ubicación de los sitios experimentales

visión en zonas y municipios, y ubicación de los sitios experimentales, éstos últimos indicados con un asterisco

2 1 2 Relieve

El área del Plan Puebla ocupa una gran parte del valle drenado por el río Atoyac y una amplia porción está situada entre las estribaciones de los volcanes Popocatepetl e Ixtaccfhuatl al oeste y la Malinche al norte y al este. La parte más baja del valle se localiza al este de la Cd. de Puebla a una elevación de 2,100 m s n m. La mayor parte del área del Plan Puebla se encuentra entre 2,150 y 2,700 m s n m, aunque se produce maíz sobre las laderas de las montañas hasta una elevación de 2,900 m (CIMMYT, 1974)

2 1 3 Clima

El clima de la región del Plan Puebla, según la clasificación de Koppen corresponde al tipo CW, el que se define como "templado con invierno seco, con temperatura del mes más frío inferior a 18°C" (Jauregui, - 1968). De acuerdo al sistema de clasificación de Koppen, modificado por García, E (1973), este grupo de climas CW ha sido designado como "clima templado subhúmedo con lluvias en verano, con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10 % de la anual y con precipitación del mes más seco < 40 mm"

En general las diferencias climáticas dentro del área del Plan Puebla son poco contrastantes, por lo que varía entre los siguientes subgrupos C(W"1) (W) b(i')g, C(W"2) (W) b(i'), y (A) C(W1) (W) b(i') - Donde C(W"1) corresponde al clima templado subhúmedo con lluvias en

verano, presentándose dos estaciones de lluvia separadas por una temporada seca corta en el verano (canícula o período intraestival) y una larga en invierno y primavera intermedio en humedad entre el C(W₀) y C(W₂), con cociente P/T entre 43.2 y 55.0, (W) porcentaje de lluvia invernal < 5 de la anual, b verano fresco largo, temperatura media del mes más caliente entre 6.5° y 22°C, (i') con poca oscilación entre 5° y 7°C, g mes más caliente en verano Este tipo de clima sólo abarca una pequeña franja al sureste del área del Plan Puebla (parte de las zonas IV y V) C(W²) (W) b(i') este tipo de clima es el que predomina en toda el área del Plan Puebla, con la diferencia respecto al anterior indicada por C(W²), que significa que es el clima más húmedo de los templados subhúmedos con lluvias en verano y con coeficiente P/T > 55.0

El clima (A) C(W₁) (W) b(i') corresponde al grupo de climas subhúmedos, siendo éste el más cálido de los templados C, con temperatura media anual > 18°C, con humedad intermedia entre C(W₀) y C(W₂) con cociente P/T entre 43.2 y 55.0, con un 5% menos de lluvia invernal que la anual, con verano fresco y largo, y con poca oscilación entre 5° y 7°C (García, 1973).

Los principales factores climáticos que pueden afectar el rendimiento de los cultivos en el área del Plan Puebla son temperatura (heladas), precipitación (sequía y granizadas), y vientos (acame)

a). Precipitación

La precipitación en el área del Plan Puebla, como en la mayor

parte de las áreas de temporal presenta variaciones considerables entre años y fluctuaciones dentro del área, que van desde 537 mm para la estación de Acatepec hasta 1059 mm en la estación de San Miguel Canoa. Aproximadamente el 94% de esta precipitación está concentrada en los meses de abril a octubre. En el Cuadro 2.1 se presentan la precipitación mensual y anual y el porcentaje de lluvia caída durante los meses de abril a octubre para las estaciones localizadas dentro del área de estudio (García, et al, 1975)

En este cuadro se observa que los meses más lluviosos en promedio de las 10 estaciones de toda el área son junio con 159.0 mm y septiembre con 157.5 mm

La menor precipitación en promedio se presenta hacia el sureste de la región cubriendo parte de la zona IV y V con una precipitación media anual de 775.5 mm (estaciones 17 y 84), -ver Cuadro 2.1-

La precipitación media anual para el resto del área reportada por las 8 estaciones restantes es de 868.7 mm

La precipitación pluvial media en el área del Plan Puebla durante el ciclo de crecimiento del maíz debería ser suficiente en la mayoría de los años para satisfacer las necesidades del cultivo. Sin embargo, de acuerdo con Volke (1977) se puede esperar daños por sequía cuando a) La lluvia durante el año es considerablemente menor que el promedio, b) La lluvia durante los meses críticos de junio, julio y agosto está por debajo de los respectivos promedios y c) Cuando en las siembras de humedad residual se atrasa el inicio de la temporada de lluvias

Cuadro 2 1 Precipitación media mensual y anual y por ciento de lluvia durante los meses de abril a octubre, para varias localidades dentro del área de estudio, en un periodo que varía entre 9 y 49 años.

No Esta ción	Localidad	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep- tiembre	Octubre	Precip media anual	%precip período abr-oct	No de años
93	Tlahuapan	39 9	110 3	148 3	144 3	157 9	186 6	73 7	928 9	92 6	32
74	Texmelucan	26 7	82 1	152 1	159 5	148 8	132 7	72 7	820 5	94 4	22
42	Huejotzingo	28 9	67 7	144 7	183 0	167 1	156 1	156 7	875 7	93 8	26
75	San Miguel Canoa	43 0	115 4	198 2	148 0	208 4	190 9	100 2	1059 1	94 4	9
62	Puebla	22 4	71 9	159 2	140 6	144 0	162 8	64 4	812 8	94 1	49
02	Acatepec	16 6	62 3	142 1	73 5	73 3	91 4	42 4	537 8	93 3	15
98	21 Poniente 113	39 9	81 9	183 8	148 1	205 2	188 5	92 9	1009 8	93 1	16
39	Echeverría	29 1	77 6	175 1	146 8	170 6	172 5	76 3	905 6	93 6	22
17	Balcón del Diablo	30 7	90 9	137 4	114 9	141 4	148 0	63 9	768 8	94 6	26
84	Tepeaca	35 8	106 9	149 2	106 7	116 2	144 9	66 6	782 3	92 8	43
	Promedio	31 3	86 7	159 0	136 5	153 3	157 5	72 7			

Fuente García, et al (1975) y García (1973)

De acuerdo con los resultados obtenidos por García et al, - (1975) en 9 estaciones del área, la probabilidad de tener una precipitación mayor o igual a la media fluctúa alrededor de 44% para los meses de abril a octubre

En el Cuadro 2 2 se muestra la precipitación mínima y máxima registradas en 8 estaciones para los meses de mayo a octubre, lo cual puede dar una idea del riesgo por sequía que se puede tener, ya que el período de desarrollo de la asociación maíz-frijol va desde marzo-junio (siembra) a octubre-noviembre (madurez fisiológica)

Cuadro 2 2 Precipitación media, mínima y máxima registrada para los meses de mayo a octubre, en 8 estaciones del área de estudio, en un período que fluctúa entre 16 y 49 años

No de estación	Localidad	Precipitación (mm)		Promedio
		Mínima	Máxima	
93	Tlahuapan	554 0	1023 5	821 2
74	Texmelucan	494 0	1018 9	747 9
42	Huejotzingo	549 7	1038 8	793 0
62	Puebla	534 1	1122 6	743 9
02	Acatepec	286 0	786 9	485 2
39	Echeverría	445 2	1102 4	819 1
17	Balcón del Diablo	462 4	1083 3	696 7
84	Tepeaca	349 2	982 6	692 6

Fuente García et al, (1975)

Con base en la información del cuadro anterior se podrían esperar daños por sequía principalmente en las estaciones de Acatepec y Tepeaca, aunque la presencia de sequía también puede estar en función de la profundidad y capacidad de retención de humedad de los suelos

Partiendo de la información existente sobre características de suelo, pérdidas por evapotranspiración, necesidades de agua del maíz y precipitación diaria de cuatro estaciones meteorológicas del área del Plan Puebla, en 1967 se hicieron las siguientes estimaciones de daño por sequía por año. Inexistente o muy ligero en 60% de los años, daño moderado en 30% de los años y severo en 10%

Se podría esperar que un efecto moderado de la sequía redujera los rendimientos de un 30 a un 60% y que un efecto severo lo redujera en más de un 60%. (CIMMYT, 1974)

b). Granizadas

El granizo es otro de los factores climáticos que eventualmente ocasiona daños considerables a los cultivos de la región, principalmente cuando éstos se encuentran en la etapa de desarrollo inicial y de floración. A continuación se indica el porcentaje de años con una o más granizadas durante los meses de abril a octubre para las siguientes localidades del área

Localidad	Meses						
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
San Martín Texmelucan	41	52	41	56	56	22	18
Huejotzingo	20	36	44	56	56	36	24
Puebla	28	56	56	56	84	48	24
Acajete	21	39	29	29	6	13	0
Tepeaca	64	82	36	54	50	39	43

Fuente CIMMYT (1969)

c). Heladas

Después de la sequía, el segundo problema en importancia en el área del Plan Puebla son las heladas, que en algunas ocasiones se presentan durante el ciclo de desarrollo de los cultivos. Aunque de acuerdo con Volke*, las heladas ocurridas en los meses de abril y mayo a diferencia de las ocurridas en septiembre, pueden no ser tan importantes, ya que el maíz puede recuperarse sin que se afecte en mucho su rendimiento. A continuación se indica el porcentaje de años con una o más heladas durante los meses de abril a octubre.

Localidad	Meses						
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
San Martín Texmelucan	0	0	0	0	0	0	16
Huejotzingo	33	17	5	0	0	0	42
Puebla	0	0	0	0	4	0	12
Acajete	21	6	0	0	0	0	53
Tepeaca	39	7	0	0	0	4	61

Fuente CIMMYT (1969)

* Volke, H V (1978) Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx. Comunicación personal

d) Vientos Fuertes

Los vientos fuertes, aunque son ocasionales en la región, es un factor climático importante por los daños de acame que puede ocasionar en la asociación maíz-frijol, principalmente cuando ambos cultivos se encuentran en estado reproductivo

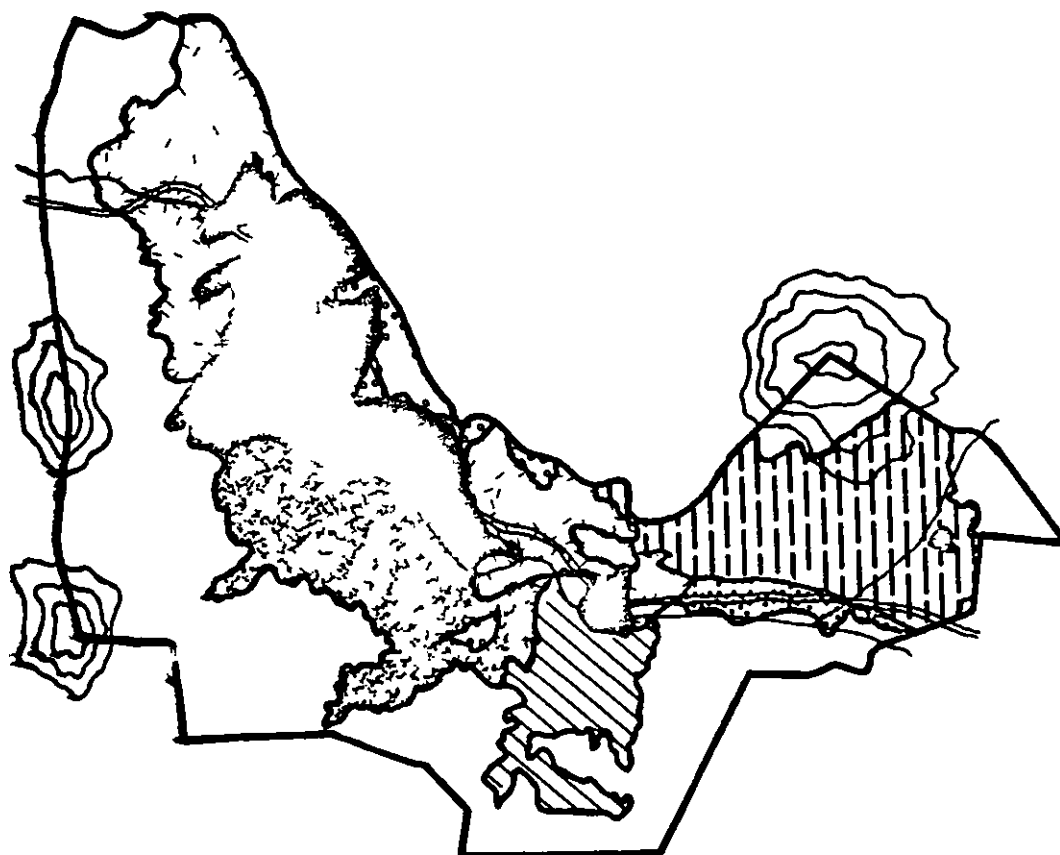
La importancia de los factores antes mencionados se demuestra una vez más mediante la información obtenida en 101 experimentos de maíz en el área del Plan Puebla, en donde 62 de ellos presentaron sequía desde leve a severa durante alguna parte del ciclo de desarrollo. En 10 hubo daños por heladas en las primeras etapas del estado vegetativo. En 41 de ellos hubo daño de granizo, y en 14 ocurrió acame de magnitud considerable, durante algún estado del ciclo de desarrollo, (Volke, 1977)

2.1.4 Suelos

La información sobre suelos, acumulada durante los primeros años del Plan Puebla, permitió la clasificación de éstos en siete grupos (ver Fig. 2.2), los cuales fueron descritos detalladamente por CIMMYT (1974), mismos que de acuerdo con algunas características físicas, morfológicas y de manejo fueron reagrupados y descritos por Volke (1977) en los términos siguientes:

a) Suelos Profundos y Púmicíticos del Popocatepetl y de la Malinche

Estos suelos presentan texturas predominantemente de migajón - arenoso a arenosas, y de consistencia en húmedo muy friables a sueltas. Son suelos profundos que no presentan restricciones a la penetración radi











-  SUELOS CON HORIZONTE COMPACTADO
-  SUELOS PROFUNDOS DEL POPOCATEPETL
-  SUELOS POMACEOS DEL POPOCATEPETL
-  SUELOS CON CAPA FREATICA ALTA
-  SUELOS DEL TIPO SODICO
-  SUELOS DE LA MALINCHE
-  SUELOS PESADOS DE LA ZONA V
-  AREA SIN MAPEAR

Fig. 2.2. Distribucion de los siete grupos más importantes de suelos en la region de Plan Puebla

cular, excepto tal vez aquellos suelos con horizonte gravoso. Estos suelos presentan la propiedad de que cuando se les maneja adecuadamente permiten conservar suficiente humedad residual del ciclo anterior lo que permite que éstos puedan ser sembrados antes del inicio de la temporada de lluvias, o sea en marzo y abril. Una característica especial de los suelos de la Malinche es su alto contenido de fósforo aprovechable, el cual determina escasa o ninguna respuesta en ellos al fósforo aplicado, para contenidos similares de fósforo aprovechable, que los suelos profundos del Popocatepetl.

b) Suelos con horizonte Compactado y Suelos Pesados de la Zona IV y Zona V

Estos suelos presentan un horizonte A de texturas migajón arenosas y un horizonte B de texturas migajón arenosas a migajón-arcillosas, en los primeros y migajón arcillosas a arcillosas en los segundos, más o menos compactado. Este horizonte B presenta generalmente una consistencia en húmedo no firme, y aunque tiene cierto desarrollo estructural de bloques, restringe la percolación del agua y la penetración de las raíces. Esto, en mayor grado en los suelos pesados.

c). Suelos de Napa Freática Alta

Estos suelos cuya napa freática alcanza niveles hasta de 50 cm bajo la superficie durante el período de lluvias, se encuentran ubicados en las márgenes del Río Atoyac. Presentan texturas medias y consistencias friables y en algunos sectores excesos de sales. Su potencial productivo es alto, puesto que se pueden sembrar temprano y en general cuentan con suficiente humedad.

Existe otro grupo de suelos con características propias bien diferenciadas de los descritos. Estos son, los suelos delgados y arcillosos de la zona IV los cuales alcanzan una profundidad promedio de 35 cm, y se encuentran en el área menos productiva del Plan Puebla, ya que aparte de la poca profundidad y mayor pedregosidad de sus suelos, éstos se encuentran en el área con menor precipitación.

2.1.5 Tenencia de la Tierra y Tamaño de los Predios Agrícolas

El área del Plan Puebla tiene una superficie de 117,000 ha de tierra de labor, de las cuales 24,000 ha corresponden a unidades de producción privada con más de 5 ha, 28,000 ha a unidades de 5 ha o menos, y 66,000 ha a ejidos y comunidades agrarias (S I C , 1975)

Los diferentes sistemas de tenencia de la tierra en el área del Plan Puebla, de acuerdo con una encuesta realizada en 1967 se indican en los siguientes datos

Tipo Tenencia	Porcentaje de operarios	ha operadas/ agricultor	Porcentaje del área total
Ejidatarios	38.2	2.05	31.9
Pequeños prop	27.5	2.74	30.3
Ejidatarios y pequeños prop a la vez	33.5	2.33	37.2
Arrendatarios	0.4	3.00	0.5
Medieros	0.4	0.18	0.1
Total	100.0	2.47	100.0

Fuente CIMMYT (1974)

El tamaño medio de los predios agrícolas estimado para el área es 2.7 ha y el 76.8% de los agricultores poseen predios de 3 ha o menos

Una característica especial en cuanto a la tenencia en el área es que, aparte del pequeño tamaño de las propiedades (2.7 ha/agricultor), comúnmente dicha superficie no está concentrada en un solo lote, sino que se distribuye en 2 o más predios como se observa en el siguiente cuadro, en donde el 73.7% de los agricultores tienen de 2 a 5 parcelas

No de parcelas por agricultor	Porcentaje de agricultores
1	16.7
2 ó 3	52.5
4 ó 5	21.2
6 ó 7	5.6
8 ó 9	4.6
10 ó más	0.0

Fuente CIMMYT (1974)

2.1.6 Población

Con base en la información del IX Censo General de Población de 1970, se estimó que la población en el área del Plan Puebla para 1974 era de 1'016,487 habitantes, lo que corresponde aproximadamente al 36% de la población total del estado (S E P , 1975). La superficie total que abarca el Plan Puebla es de 2,722 km² (272,200 has), por lo que la densidad de población del área es de 373 habitantes/km², que supera ampliamente a la densidad de población promedio del estado que fue de 82 habitantes/km².

Con base en la superficie total cultivada y en el promedio de hectáreas cultivadas por operario, se estimó en 43,300 el número de operarios de predios agrícolas del Plan Puebla. De acuerdo con la encuesta realizada en 1971, el tamaño medio de la familia fue de 6.17, esto significa de acuerdo con CIMMYT (1974) que para 1971 la población total incluida en la familia de los agricultores fue de 267,000, además de numerosas familias que no operan predios, sino que dependen mucho de la agricultura en cuanto a empleo y sostén.

En base a la información precedente y de acuerdo con Laird (1977), los agricultores del Plan Puebla se pueden ubicar dentro del sector agrícola tradicional o de subsistencia.

2.1.7 Cultivos

A partir de los datos de encuestas realizadas en el Plan Puebla en 1967 y 1970, se estimaron los siguientes porcentajes de terreno ocupado por los diferentes cultivos, en relación a la superficie cultivada: Maíz 69.4%, frijol 15.9%, alfalfa 5.3%, hortalizas 3.0%, frutales 0.9% y otros cultivos el 5.5% (CIMMYT, 1974).

De estos cultivos el maíz sembrado solo es el más importante en la región del Plan Puebla, le siguen en importancia la asociación maíz-frijol de guía (*Phaseolus vulgaris*), que se cultiva principalmente en las zonas I, II y IV, el frijol de mata (*Phaseolus vulgaris*) solo y el "Ayo-cote" (*Phaseolus coccineus*) siguen en importancia al maíz en la zona V, no obstante que ocupan una fracción muy pequeña de la superficie cultivada. El frijol de mata es el tercer cultivo en importancia en las zonas

I, II y IV En la zona II, es común el maíz intercalado en huertos de frutales

La mayor parte del maíz, del frijol y de los árboles frutales se cultivan bajo condiciones de temporal La alfalfa y las hortalizas reciben generalmente riego suplementario

2.2 Tecnología Local de Producción

Los sistemas de cultivo más importantes se mencionaron en la sección 2 1.7.

Para el cultivo de la asociación maíz-frijol los agricultores generalmente destinan un solo predio, normalmente el más próximo a la comunidad, pues estiman que requiere de mayor cuidado y mano de obra para las operaciones de siembra, combate de plagas y cosecha (Esquivel, 1976)

En la región, en general, se distinguen dos condiciones en las cuales se produce la asociación maíz-frijol, ellas son siembras de humedad residual y siembras de temporal

2.2.1 Siembras de Humedad Residual

Las siembras de humedad residual son factibles de llevarse a cabo en los suelos profundos y pumicíticos del Popocatepetl y de la Malinche (ver Fig. 2 2)

Las prácticas de conservación de humedad que realizan los agricultores para la siembra de la asociación maíz-frijol en este tipo de suelos son similares a las descritas por CIMMYT (1974) para la siembra de -

maíz Para mayor información sobre dichas prácticas y respecto al método tradicional de siembra de la asociación maíz-frijol, consultar a Macías (1975) y Esquivel (1976)

Los fertilizantes se han usado por varios años en la región del Plan Puebla, y la mayoría de los agricultores fertiliza una sola vez, al tiempo de la primera labor, esto con el fin de evitar la pérdida del fertilizante en caso de sequía o fallas en la germinación (CIMMYT, 1974)

Las labores de cultivo tanto para el maíz solo como para la asociación maíz-frijol son en promedio dos. La primera se hace de 30 a 40 días después de la siembra, considerando el contenido de humedad del suelo, la probabilidad de ocurrencia de heladas y el tamaño de las malezas. Así, si hay probabilidades de heladas se pospone la primera labor, la segunda labor se hace después de que el maíz tiene 60 días de edad y cuando el suelo está húmedo hasta una profundidad de 30 cm

2 2 2 Siembras de Temporal

Estas siembras se efectúan cuando inician las lluvias generalmente en mayo y junio. Bajo esta condición se siembran todos aquellos suelos que sus características no les permite conservar la humedad del perfil, tal es el caso de los suelos de tipo sódico, suelos con horizonte compacto, suelos pesados de la zona V y suelos delgados, arcillosos de la zona IV (véase Fig 2 2). Para estas siembras los agricultores utilizan variedades de maíz precoces, cuyo ciclo es de unos 130 días. De manera general el método de asociar el frijol de gufa al maíz, fertilización y prácticas subsecuentes son similares a las realizadas en las siembras de humedad residual.

III REVISION DE LITERATURA

3 1 Cultivos Múltiples

Las diferentes formas de asociación maíz-frijol y demás sistemas de cultivo, que implican la cosecha de dos o más cultivos por unidad de área por año, quedan enmarcados dentro del concepto de "cultivos múltiples" -(Andrews y Kassam, 1976, Pinchinat et al, 1976, Harwood y Price, 1976, Lewis y Phillips, 1976, Okigbo y Greenland, 1976, entre otros)

De acuerdo con Andrews y Kassam (1976), el "cultivo múltiple" - se define como el conjunto de prácticas de cultivo mediante las cuales, la producción total de una unidad de superficie en un año agrícola, se - obtiene a través del desarrollo simultáneo de varios cultivos, de cultivos solos en secuencia, o mediante la combinación de cultivos mixtos (asociados) y solos en consecuencia (La intensificación de cultivos en las dimensiones tiempo y espacio, desarrollo de dos o más cultivos en el mismo campo en un año)

Se reconocen dos sistemas principales de cultivos múltiples - cultivos intercalados y cultivos en secuencia, los cuales son definidos por Andrews y Kassam (1976) en los siguientes términos

3 1 1 Cultivo en Secuencia (en Serie)

Se denomina cultivo en secuencia al desarrollo de dos o más cultivos consecutivos en el mismo campo por año. El cultivo que sucede es - sembrado después de que el cultivo que le precede ha sido cosechado. La

intensificación de cultivo es solamente en la dimensión tiempo. No hay competencia entre cultivos. El agricultor maneja un solo cultivo a la vez en el mismo campo.

De este sistema existen algunas variantes, definidas por el número de cultivos que se desarrollan en secuencia en un año, como son el cultivo doble, triple, cuádruple e incluso el de retoño o de soca.

3.1.2 Cultivo Intercalado

Como cultivo intercalado se define al desarrollo de dos o más cultivos simultáneamente en el mismo campo. La intensificación del cultivo es en ambas dimensiones tiempo y espacio. En este tipo existen también algunas variantes como son:

3.1.2.1 Cultivos Mixtos

Desarrollo de dos o más cultivos simultáneamente, sin diferente colocación o arreglo de hileras, (conocidos en México como cultivos asociados).

3.1.2.2 Intercalado en Hileras

Desarrollo de dos o más cultivos simultáneamente, donde uno o más cultivos son plantados en hileras.

3.1.2.3 Intercalado en Fajas

Desarrollo de dos o más cultivos simultáneamente en diferentes fajas, lo suficientemente anchas para permitir las labores culturales en

forma independiente, pero suficientemente angostas para que los cultivos interaccionen agronómicamente

3 1 2 4 Cultivo en Relevo

Desarrollo de dos o más cultivos simultáneamente durante parte del ciclo de vida de cada uno. Un segundo cultivo es plantado después de que el primer cultivo ha alcanzado su estado de desarrollo reproductivo, pero antes de que esté en condiciones de ser cosechado

De acuerdo con lo anterior, la asociación maíz-frijol corresponde al sistema de cultivos intercalados y en éstos al cultivo mixto, por lo que en adelante, asociación de cultivos y cultivo mixto, se considerarán como sinónimos y ambos términos se usarán indistintamente

3 2 Importancia de los Cultivos Múltiples

3 2 1 En Relación con la Disponibilidad de Recursos

Los diferentes sistemas de cultivos múltiples varían de acuerdo con la disponibilidad de recursos por los agricultores (tierra, capital, mano de obra, etc.) De tal modo que el patrón de cultivos en secuencia tiende a ser aplicado más ampliamente por medianos y grandes agricultores -sector de agricultura comercial- (Laird, 1977), donde los niveles de tecnología y recursos del agricultor son altos, (Andrews y Kassam, 1976, Pinchinat et al, 1976)

De acuerdo con Lewis y Phillips (1976), los cultivos múltiples como cultivos sucesivos, bajo condiciones de agricultura comercial, per-

miten maximizar la producción total por hectárea, e implican un uso más intensivo de la tierra y más eficiente utilización de maquinaria, mano de obra y capital invertido

Bajo condiciones de agricultura de escasos recursos -agricultura tradicional o de subsistencia-, los cultivos múltiples implican el desarrollo de cultivos bajo condiciones de temporal en donde las mezclas de cultivos están bien adaptadas a los recursos disponibles por los agricultores, manteniendo niveles bajos de producción, pero con frecuencia adecuados y seguros. En este sector los patrones de cultivos intercalados son los más importantes. Bajo este sistema los cultivos pueden ser mixtos (asociados), o desarrollar simultáneamente intercalados. Puesto que diferentes cultivos tienen diferentes requerimientos para su desarrollo, una mezcla de cultivos de similar madurez puede dar mayor producción total - que un cultivo solo. Sin embargo los cultivos comúnmente usados en mezclas, generalmente difieren en madurez, de tal forma que sus requerimientos son además separados en tiempo y la competencia entre ellos es menor.

Los patrones de intercalado están dirigidos hacia la utilización de tiempo y espacio (Andrews y Kassam, 1976), que en agricultura de temporal significa mayor eficiencia en la utilización del período de lluvias y de la escasa disponibilidad de tierra.

En Asia Tropical, varios investigadores han encontrado que el tamaño de los predios agrícolas y el número de cultivos que se siembran por año, están inversamente relacionados (Harwood y Price, 1976)

El sistema de cultivos intercalados, tiene mayor importancia en algunos países de África, Asia y América Latina, caracterizados éstos por tener escasos recursos, tierra muy fraccionada y abundante mano de obra, (Andrews y Kassam, 1976, Pinchinat, et al 1976, Harwood y Price, 1976, Okigbo y Greenland, 1976)

3 2 2 En Relación con el Factor de Seguridad

Los factores naturales que motivan la fluctuación mundial de alimentos son principalmente adversidades de clima. Más vulnerable que dichos factores es el bajo nivel económico de los agricultores, quienes buscan en el peor de los años, al menos obtener la producción de alimentos básicos para la alimentación propia y de su familia, (Andrews y Kassam, 1976, Laird, 1977)

Una característica importante de los cultivos múltiples es que dan mayor confiabilidad en la recuperación económica, y seguridad en la obtención de alimentos comparados con los cultivos solos. Esto es importante a todos los niveles de producción, pero especialmente para los pequeños agricultores con bajos niveles de rendimiento, donde las alternativas de producción son mucho más restringidas, y el agricultor por lo tanto tiene que ser más acertado (preciso), de tal modo que sus inversiones en mano de obra y capital sean protegidas, o pueda obtener al menos el alimento indispensable para subsistir.

En áreas de temporal, los incrementos de producción son más atractivos mediante los cultivos múltiples, por el mejor aprovechamiento

de los recursos suelo y agua y el menor riesgo de factores tales como sequía y erosión, lo cual satisface las razones de seguridad de los agricultores, (Andrews y Kassam, 1976, Okigbo y Greenland, 1976)

Así mismo, el ataque de plagas y enfermedades puede ser menor en cultivos creciendo en mezclas, que cuando los cultivos crecen solos, tal es el caso de las asociaciones maíz-garbanzo (Hayword, 1975, IRRI, 1974, citados por Andrews y Kassam, 1976, Okigbo y Greenland, 1976), o maíz-frijol (Lépiz, 1974)

3 2 3 Características Generales

Algunas de las características de los sistemas de cultivos múltiples se han mencionado en párrafos anteriores, otras de las más importantes se resumen a continuación

Los sistemas de cultivos múltiples desarrollados en las áreas de agricultura de temporal, generalmente se ven como un seguro de cosecha, por las ventajas que proporcionan los cultivos que los integran, relacionados con la protección contra riesgos de sequía y erosión (Andrews y Kassam, 1976, Okigbo y Greenland, 1976), minimizan los daños ocasionados por plagas y enfermedades (Okigbo y Greenland, 1976, Andrews y Kassam, 1976, Wrigley, 1969, citado por el primer autor), y el daño ocasionado por el viento, mediante mezclas de diferente altura y hábito de crecimiento (Radke y Hagstrom, 1976)

Mediante una revisión de los sistemas tradicionales de cultivo en las regiones tropicales de Africa, Okigbo y Greenland, (1976) encontra

ron que los agricultores en forma tradicional practican los sistemas de cultivos mixtos, en franjas intercaladas y sistemas en relevo, porque éstos dan mayores rendimientos e ingresos totales que los cultivos solos - Resultados similares se han obtenido en forma experimental con diferentes sistemas de cultivos intercalados (Hilderbrand y French (1974) en el Salvador, por Flor y Francis, (1975) en Colombia -citados por Andrews y Kassam (1976), Macías (1975), en México

En mezclas de cultivos de similar y diferente madurez, la competencia entre cultivos intercalados es menor, que la competencia entre los cultivos componentes creciendo solos. En mezclas de cultivos el rendimiento se incrementa debido a una menor competencia en espacio aéreo y edáfico (Andrews y Kassam, 1976). La obtención de mayores rendimientos e ingresos con los cultivos intercalados, resulta de una mayor eficiencia en la utilización de los recursos por plantas de diferente altura, diferente sistema radicular y requerimiento de agua, luz y nutrimentos (Wigley, 1969, citado por Andrews y Kassam, 1976). Además de que algunas plantas pueden eventualmente proporcionar soporte a las plantas que acompañan como es el caso de la asociación maíz-frijol de gufa (CIAT, 1973, citado por Andrews y Kassam, 1976), donde leguminosas y gramíneas crecen juntas, éstas pueden ser beneficiadas por el nitrógeno fijado por aquellas. No obstante las plan--tas en asociación pueden beneficiarse o perjudicarse mutuamente mediante las exudaciones radicales (Trenbath, 1976)

Generalmente los diferentes sistemas de cultivos múltiples responden a altos niveles de tecnología, por lo que los tratamientos óptimos económicos de insumos aplicados son más altos que los correspondientes a

Los cultivos sembrados solos Andrews y Kassam (1976), citan algunos - autores que han obtenido este tipo de resultados en la mezcla de sorgo mijo (Pennisetum americanum) -garbanzo (Vigna sp), (Andrews, 1974), en sorgo-frijol, (Osiru y Willey, 1972), y en la asociación maíz-frijol, - (Willey y Osiru, 1972, Soria et al, 1975, citados por Pinchinat et al, 1976).

Los cultivos múltiples permiten una amplia utilización de la - mano de obra, y ésta y las labores de cultivos se distribuyen más unifor~~mente~~ durante todo el ciclo de los cultivos, por lo que los problemas de concentración de mano de obra en ciertos períodos se minimizan Wigley, 1969 (citado por Okigbo y Greenland, 1976) y Pinchinat et al (1976)

Los principios usados para incrementar los rendimientos de cul~~tivos~~ tivos solos, pueden ser más fácilmente transferidos a cultivos en secuen~~ria~~ ria donde los cultivos crecen en forma independiente, que a mezclas de ~~cultivos~~ intercalados (Andrews y Kassam, 1976)

Wrigle, 1969 citado por Okigbo y Greenland (1976), señala como principales ~~desventajas~~ de los cultivos intercalados las siguientes

- a). La siembra y cosecha mecanizada es difícil
- b). La aplicación de insumos tales como fertilizantes y herbi~~cidas~~ cidas resulta más difícil que en cultivos sembrados solos
- c) La experimentación con cultivos intercalados es más difi~~cil~~ cil de manejar que con cultivos solos

3 3 Importancia de la Asociación Maíz-Frijol

Se ha indicado en párrafos anteriores que los sistemas de cultivos intercalados (asociados), se practican en forma tradicional principalmente bajo condiciones de agricultura de temporal y escasos recursos. Al respecto Andrews y Kassam (1976), mencionan a los países de Asia, África y América Latina con este sistema de cultivos, donde al agricultor busca por este medio maximizar el uso de sus escasos recursos de tierra y capital y de abundante mano de obra familiar, tratando además de asegurar contra los riesgos climáticos, la producción de granos básicos para su alimentación.

En México, y demás países de América Latina, la importancia de la asociación maíz-frijol, se demuestra por la contribución de dichos sistemas a la producción de frijol, alcanzando el 58% en México (López, 1974), 50% en Salvador (Scobie et al, 1974, citado por Pinchinat et al, 1976) - Francis et al, (1976) indican que en Colombia el 90% del cultivo de frijol (Phaseolus sp) se desarrolla en asociación con maíz (Zea mays L), papa (Solanum tuberosum L) y otros cultivos, mientras que en Guatemala, el 73% de la producción de frijol se obtiene de cultivos asociados principalmente maíz. Los mismos autores estiman que en América Latina el 60% del maíz es asociado con otros cultivos.

3 4 Investigación Realizada en Asociación Maíz-Frijol

No obstante la importancia de la asociación maíz-frijol, tanto en México como en otros países de América Latina, hasta hace pocos años -

toda la investigación se había enfocado hacia el desarrollo de nuevas tecnologías para la eficiente producción de los cultivos sembrados solos

Al respecto, Francis et al (1976), al referirse al cultivo de la asociación maíz-frijol en los países tropicales de América Latina señala lo siguiente "Es necesario que nuevas tecnologías lleguen hasta los pequeños propietarios, quienes producen los alimentos en muchos países - tropicales, -que entendamos su criterio de toma de decisiones, en el cual, la diversidad de la dieta y fuente de ingresos, estabilidad de producción, reducida incidencia de plagas y enfermedades, uso eficiente de la mano de obra familiar y la producción intensiva con limitados recursos de tierra, parecen ser importantes. Es preciso que entendamos los sistemas de producción de los agricultores dentro de los cuales nuevas variedades y otros avances tecnológicos se deben de introducir y evaluar en el ámbito de condiciones ambientales y sistemas en los que los cultivos alimenticios son producidos"

Flor y Francis (1975) indican que en un cultivo de asociación - maíz-frijol existe una situación de competencia (por agua, luz y nutrientes) y una de complementación (soporte, fijación de nitrógeno) y que el principio de la investigación en cultivos asociados debe ser el de minimizar la competencia y maximizar la complementación

En la mayoría de los estudios en que se ha comparado el sistema de asociación maíz-frijol contra la siembra de ambos cultivos solos, se ha encontrado que el rendimiento de dichos cultivos cuando crecen asociados es menor que el correspondiente al de los cultivos de maíz ó frijol -

sembrados solos (Linton, 1948, Lépiz, 1974, Moreno, 1972 y Macías, 1975) Sin embargo, al realizar el análisis económico de ambos sistemas, se ha encontrado invariablemente que el ingreso neto obtenido con la asociación maíz-frijol, es mayor que el correspondiente a los cultivos sembrados solos (Soria et al, 1975 y Flor y Francis, 1975, ambos citados por Pinchinat, 1976, Lépiz, 1974, Salontai, 1963 citado por Moreno, 1972, Núñez y Acosta, 1972, citado por Lépiz, 1974)

Uno de los primeros trabajos realizados con asociación maíz-frijol fue el de Linton, (1948), quien estudió la asociación maíz-frijol con una densidad de 20,000 plantas/ha de ambos cultivos, observando que tanto los rendimientos de frijol como de maíz en asociación fueron menores que los rendimientos de dichos cultivos sembrados solos

Mancini y Castillo (1960) mediante un estudio de asociación de 25 variedades de frijol de enredadera y una variedad de maíz, observaron que el sistema de siembra del frijol al pie de la planta de maíz rindió 8.5% más de frijol y 10% más de maíz que con la siembra del frijol entre las matas de maíz. Concluye además que el número de plantas de maíz necesarias para soportar al frijol depende del vigor de éste, del sistema radicular y de la altura de las plantas de maíz, siendo este número de 2, 3 ó 4 plantas de maíz y una de frijol

La reducción en rendimiento de los cultivos de maíz y frijol cuando se siembran asociados, se ha relacionado directamente con la densidad de población de ambos cultivos Al respecto (Solontai et al, 1963 - citado por Moreno, 1972), encontró que al incrementar la densidad de población de frijol, hay un decremento en el rendimiento del maíz, mientras

que los rendimientos de frijol se incrementan, logrando en ocasiones igualar al rendimiento del frijol sembrado solo, y las ganancias obtenidas con la asociación maíz-frijol superaron en 56% a las logradas con los cultivos sembrados solos

Resultados similares respecto al efecto de densidad son reportados por Lépiz (1974) quien indica además que la densidad de población del maíz provoca un incremento en el rendimiento del mismo y un abatimiento en el rendimiento del frijol

Platero (1975), al estudiar la relación que guardan la fertilización nitrogenada y fosfórica y los niveles de población de maíz y frijol sobre los rendimientos de ambos cultivos en asociación, en tres experimentos conducidos en el Valle de México, encontró que en dos de los tres experimentos, las máximas ganancias netas se obtienen con la asociación maíz-frijol, mientras que en uno de ellos la máxima ganancia se obtuvo con el frijol sembrado solo

El mismo autor indica que sobre la población que tradicionalmente utiliza el agricultor pueden adicionarse 80,000 plantas de frijol/ha y elevar sustancialmente el rendimiento total, sin que se abata seriamente el rendimiento de maíz, siempre que se fertilice con alrededor de 100 kg/ha de N y 70 kg/ha de P_2O_5 , señala además que al agricultor de autoconsumo no solo le interesa la ganancia neta, sino producir los dos granos básicos de su dieta alimenticia, por lo que puede preferir la asociación maíz-frijol

Soria et al (1975), citado por Pinchinat et al (1976) Como -

resultado de una prueba con diferentes patrones y sistemas de cultivos - múltiples que involucraban a los cultivos de maíz, frijol, arroz, yuca y camote, bajo diferentes niveles de tecnología, indican que con cualquier nivel de tecnología, los cultivos múltiples rindieron más que los cultivos solos y la utilización de la radiación solar fue incrementada por los cultivos múltiples y altos niveles de tecnología, el uso de fertilizantes fue el factor más importante en la obtención de mejores rendimientos con alto nivel de tecnología

Los mismos autores, coinciden con Baker y Norman (1975), citados por Andrews y Kassam (1976) en el sentido de que los cultivos múltiples (asociaciones) fueron más eficientes en el control de malezas

Gukova y Bogomolova (1963), citados por Moreno (1972) al estudiar el efecto de las adiciones de NPK en la asociación de maíz y frijol de gufa, indican que los rendimientos de maíz se incrementaron por el incremento en la dosis de N, mientras la mayor dosis de P_2O_5 favoreció el rendimiento de frijol, los rendimientos de ambos cultivos no se modificaron por las adiciones de K. Resultados similares en relación el efecto del N y P_2O_5 obtuvo Macías (1975)

Respecto a los mismos factores (N y P_2O_5) y como resultado de la investigación realizada en 1972 en el Plan Puebla, Rufz et al (1973), citado por Lépiz (1974), indica que se observó respuesta del maíz a la aplicación de N y P_2O_5 , que el frijol tuvo poca respuesta al N y nula respuesta al P_2O_5 , indica que el N debe aplicarse 1/3 en la siembra y 2/3 - en la primera labor

Hugues (1931), Chen y Stephanov (1960), también citados por Moreno (1972), indican que las condiciones de alta fertilidad, favorecieron el desarrollo del maíz, mientras lo contrario fue válido para el frijol

Investigaciones sobre la eficiencia del uso del nitrógeno, (IRRI, 1974, Kassam y Stockiger, 1973), indican que las mezclas (asociaciones) - pueden hacer un mejor uso del N que los cultivos solos

El hecho de que las asociaciones respondan a mayores poblaciones así como a dosis mayores de N, P y K sugiere que ambos cultivos compiten por luz y nutrimentos Chen y Stephanov (1960), citados por Moreno - - (1972)

En relación con la fecha de intercalar los cultivos de maíz o frijol en asociación, Flor y Francis (1975), citados por Pinchinat et al (1976), mediante una comparación de relación de superficie equivalente - (LER), indican que el maíz plantado en relevo 5 a 15 días después de la siembra del frijol (F/M) fue una mejor práctica que el frijol en relevo plantado 5 a 15 días después de la siembra del maíz (M/F), o que frijol-maíz intercalado en hileras (F + M), ambos relevo e intercalado en hileras fueron mejores que el monocultivo con cualquiera de los dos cultivos

Moreno (1972), analizando el sistema de asociación maíz-frijol, y el sistema de intercalado en hileras (surcos) de maíz-frijol de mata, encontró que

Los rendimientos del frijol de gufa asociado, superaron a los

del frijol solo El maíz asociado no logró igualar en ninguno de los casos al maíz solo La ganancia neta de la asociación fue superior a la correspondiente a la siembra de ambos cultivos por separado La máxima ganancia en la asociación maíz-frijol se logró cuando los estímulos se aplicaron en su nivel mayor, y que el rendimiento de frijol de guía asociado con maíz, decreció cuando aumentó la fecha con que éste se asoció al maíz

De las numerosas investigaciones en asociación maíz-frijol realizadas por Lépiz (1974), durante los años de 1968-1973, en las cuales incluye un gran número de factores de la producción, señala el investigador que a) en general, los rendimientos unitarios del frijol y maíz en la asociación son menores que los logrados al sembrar frijol o maíz solos, b) en la asociación, el maíz reduce los rendimientos del frijol en función directa del número de plantas de maíz por hectárea, c) en la asociación en general, el frijol reduce los rendimientos de maíz en función directa del número de plantas de frijol por hectárea, especialmente a altas densidades, d) la ganancia combinada de ambos cultivos en la asociación supera sistemáticamente a la ganancia que se obtiene al sembrar frijol o maíz solos, e) el ecosistema maíz-frijol asociados ofrece una mayor estabilidad en los rendimientos que los cultivos de una sola especie, por frenar en cierto grado la multiplicación de plagas o enfermedades de una u otra especie, por permitir un mejor aprovechamiento de las variaciones del habitat y por lograr una alta eficiencia fotosintética y f) existe una mejor combinación de los factores de la producción para cada una de las áreas ecológicas, la cual debe explorarse

La investigación agronómica sobre el sistema maíz-frijol, en el Plan Puebla se inició en 1970, con un experimento en el que se estudió la respuesta de la asociación maíz-frijol de guía a la fertilización y densidad de población de ambas especies. Los resultados obtenidos en este experimento sugirieron que este sistema de cultivo podría representar la oportunidad para un mayor ingreso neto respecto a las dos especies sembradas por separado (CIMMYT, 1974)

La investigación realizada en 1971 en el Plan Puebla fue analizada por Moreno (1972), cuyos resultados se mencionaron en párrafos anteriores

De la investigación realizada en 1972, que incluyó el estudio de los factores N, P, densidad de población de maíz, maíz solo y frijol solo, se indica que a) el maíz sembrado solo superó en rendimiento al maíz asociado, ocurriendo lo contrario con el frijol, b) cuando se aplicaron 10 ton/ha de gallinaza junto con 150 kg de N + 40 kg de P_2O_5 en densidades de 40 y 60,000 plantas/ha de la asociación maíz-frijol, hubo un incremento en el rendimiento de frijol de 1,085 kg/ha respecto al mismo tratamiento sin gallinaza. Parte de dicho aumento se atribuyó al fertilizante nitrogenado y fosfórico que aporta la gallinaza, ocurrió un aumento de 15% en el contenido total de proteína en el grano de frijol, la asociación del maíz común y el frijol de guía, fertilizada con N y P_2O_5 produjo 59% más proteína que el maíz opaco, la misma asociación al fertilizarse con estiércol de gallina en adición a la fertilización nitrogenada y fosforica produjo 2.39 veces más proteína que el maíz opaco

La información sobre asociación maíz-frijol generada por el Plan Puebla de 1973 a la fecha, ha sido parcialmente analizada por algunos investigadores del mismo Plan, al respecto, Macías (1975) analizó uno de los seis experimentos conducidos en 1973 sobre efecto de la fertilización nitrogenada y aplicación de gallinaza en la asociación maíz-frijol de guía, concluyendo que a) el nitrógeno tuvo efecto sobre el rendimiento de maíz y en menor grado sobre el rendimiento de frijol y rastrojo, afectando también favorablemente al ingreso neto, b) la gallinaza afectó favorablemente a la asociación maíz-frijol, por su efecto sobre el rendimiento de frijol, c) la densidad de población del frijol entre los niveles estudiados (40 y 60,000 plantas/ha) no afectó los rendimientos de grano y rastrojo del maíz, pero sí incrementó su propio rendimiento, generando mayor ingreso neto la utilización de 60,000 plantas/ha, d) la oportunidad de aplicación de nitrógeno no afectó los rendimientos de grano del maíz y del frijol, pero sí el rendimiento de rastrojo, cuando se hizo en dos oportunidades, e) el maíz sembrado solo con la tecnología tradicional fue superado hasta en \$4,188 00/ha por el mejor tratamiento de asociación maíz-frijol obtenido en este estudio

En 1974, se establecieron dos tipos de experimentos sobre evaluación de variedades de maíz y frijol en asociación. En el primer tipo se estudió la resistencia al acame de seis variedades de maíz asociadas con una sola variedad de frijol (Puebla 32), así como la respuesta a la densidad de población de frijol y a dos niveles de fertilización. En el segundo tipo de experimento se estudió el comportamiento de cinco variedades de frijol (cuatro de guía corta y uno de guía larga o "enredadera"), aso-

ciadas a una sola variedad de maíz (Pue 32), se incluyó además la densidad de población de frijol y dos niveles de fertilización. Para lograr los objetivos del estudio se instalaron un experimento de cada tipo en cinco localidades. Dos de dichos experimentos fueron fuertemente dañados por una helada temprana (mes de septiembre), otro fue dañado por exceso de humedad, ocasionado por el mal drenaje de los suelos, lo que provocó la pérdida total del frijol (Plan Puebla, 1974)

El grupo de experimentos, Esquivel (1976), analizó dos que no fueron dañados por helada, de cuyos resultados obtuvo las siguientes conclusiones.

1. En relación con el experimento de variedades de frijol

a) De las variedades de semiguía, la variedad Negro 150 mostró los mayores rendimientos de grano para todos los niveles de densidad de población de frijol y fue la variedad que obtuvo los mayores ingresos netos.

b). El efecto del tipo de hábito de crecimiento del frijol sobre el maíz fue notorio, ya que la variedad Pue 19 de guía redujo en un 48% el rendimiento del maíz respecto a la variedad Pue 32, de guía corta. Correspondió a la variedad Pue 19 de guía el menor ingreso neto del experimento.

c). Para un mismo nivel de población, no se encontraron diferencias en los rendimientos de frijol entre la variedad de guía larga Pue 19 y la de semiguía Pue 32

d) Las variedades de frijol incrementaron sus rendimientos - por efecto de una mayor densidad de población

e) No se encontraron diferencias sobre el rendimiento de maíz y frijol de los dos niveles de fertilización probados

f) No hubo efecto de la densidad de población de frijol, sobre el rendimiento de maíz

g) Los rendimientos de frijol y los factores que lo modificaron fueron los que ejercieron mayor influencia sobre el ingreso neto

2 En relación con el experimento de variedades de maíz

a) Para un mismo nivel de densidad de población de frijol se presentaron diferencias en los rendimientos de frijol atribuibles al efecto de la variedad de maíz. Al nivel bajo de población la variedad H-129, resultó igual a las variedades H-131 y Pue p61 y diferente de las variedades Pue p138 y Pue p26. Al nivel superior, el H-28 permitió el mayor rendimiento de frijol, siendo únicamente igual al H-129. Las variedades H-28 y H-129 permitieron los mayores rendimientos de frijol y obtuvieron los menores rendimientos de maíz.

b) Al nivel inferior de densidad de población de frijol, la variedad Pue p61 obtuvo el mayor rendimiento de maíz y fue estadísticamente igual a las variedades H-131 y Pue p138. Cuando la densidad de población de frijol estuvo en su nivel alto, los resultados fueron similares.

3.5 Conclusiones de la Literatura Revisada

1 El sistema de asociación maíz-frijol es un cultivo múltiple que se practica en forma tradicional por agricultores de escasos recursos, de capital y tierra, y con frecuencia abundante mano de obra familiar, principalmente bajo condiciones de agricultura de temporal

2 El sistema de asociación maíz-frijol implica una utilización eficiente de las dimensiones tiempo (período de lluvias), espacio (disponibilidad de terreno) y energía, y forma un complejo pero estable agroecosistema, que minimiza los daños ocasionados por factores climáticos, edáficos y bióticos adversos, permitiendo un uso más eficiente de los escasos recursos disponibles, y una mayor seguridad en la obtención de los dos granos básicos de la dieta alimenticia del agricultor de subsistencia

3 El sistema de asociación maíz-frijol y la asociación de maíz y frijol con otros cultivos, contribuye con más del 50% de la producción de maíz y frijol en América Latina

4 El rendimiento de los cultivos de maíz y frijol cuando crecen asociados es menor que el correspondiente a los cultivos de maíz o frijol sembrados solos

5 El ingreso neto derivado de la siembra de maíz y frijol asociados, es mayor que el correspondiente a los cultivos sembrados solos

6 El método de siembra del frijol junto a la planta de maíz favorece el rendimiento de ambos cultivos, respecto a la siembra del fri

jol entre las plantas de maíz, y el número de plantas de maíz necesarias para soportar al frijol depende del vigor de éste, del sistema radicular y de la altura de las plantas de maíz, y resulta más ventajosa la siembra de ambos cultivos en la misma fecha

7 Cuando el maíz y el frijol se siembran asociados, el incremento en la densidad de población de un cultivo favorece el rendimiento del mismo y decrementa el rendimiento del otro

8 El rendimiento de frijol y los factores que lo modifican - son los que más influyen sobre el ingreso neto de la asociación maíz-frijol, por el mayor precio del frijol

9 El hábito de crecimiento del frijol afecta tanto el rendimiento del maíz como del mismo frijol, siendo más convenientes para la asociación maíz-frijol las variedades de guía corta

10 El hecho de que ambos cultivos en asociación, respondan a altas densidades de población y niveles de nitrógeno y fósforo, sugiere que ambos cultivos compiten por luz y nutrimentos

11 El uso de fertilizantes es uno de los factores más importantes en el incremento de los rendimientos e ingresos de la asociación maíz-frijol

12 La fertilización nitrogenada afecta principalmente el rendimiento del maíz, mientras que la aplicación de fósforo y gallinaza afectan los rendimientos de frijol

13 La asociación maíz-frijol cuando se fertiliza adecuadamente, produce más proteína que el maíz opaco sembrado solo

14 Urge que se amplíen los programas de investigación hacia la generación de tecnología de producción para el sector de la población que se encarga de producir los alimentos básicos, considerando para la generación de dicha tecnología, la disponibilidad de recursos del agricultor, los objetivos de producción y su tecnología local de producción con el fin de que las recomendaciones se ajusten a la situación real del agricultor y puedan ser adoptadas por él

IV DEFINICION E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA

El sistema de cultivos asociados se practica con mayor frecuencia en los países menos desarrollados, con escasos recursos, tierra muy fraccionada y con frecuencia abundante mano de obra en el campo

Es precisamente bajo condiciones de agricultura tradicional y de subsistencia, donde el sistema de asociación maíz-frijol adquiere mayor importancia, tanto en México como en otros países de América Latina

Para destacar la importancia de la asociación maíz-frijol en México, basta con señalar que de 1'711,723 ha cosechadas con frijol en 1969, el 57.7% correspondio a siembras asociadas con maíz (Lepiz, 1964)

La asociación maíz-frijol en el área del Plan Puebla ocupa el segundo lugar en importancia, y no obstante de que esta área presenta un alto potencial productivo en relación con otras zonas agrícolas del país, sus características son de agricultura tradicional y de subsistencia, ya que la asociación maíz-frijol en su generalidad se siembra bajo condiciones de temporal, con escaso uso de insumos agrícolas (fertilizantes, insecticidas, herbicidas, etc), y en pequeñas superficies de tierra (2.7 ha en promedio), generalmente distribuidas en 2 o más predios

Aún cuando los rendimientos que se obtienen de los cultivos de maíz y frijol asociados resultan más bajos que los correspondientes a los mismos cultivos sembrados solos, los agricultores del Plan Puebla cultivan la asociación maíz-frijol como un medio de asegurarse el abastecimiento de

los dos granos básicos de su dieta alimenticia

Los bajos rendimientos que normalmente se obtienen con este sistema de cultivo, se atribuyen principalmente a los bajos niveles de tecnología usados. Sin embargo, el potencial de rendimiento de la asociación maíz-frijol en el Plan Puebla, mostrado por los resultados de un ensayo de rendimiento que produjo 4.5 ton de maíz y de 3.0 ton/ha de frijol (CIMMYT, 1974), permite considerar que mediante el uso de tecnologías adecuadas de producción es factible incrementar los rendimientos de maíz y frijol, y consecuentemente el ingreso neto de los agricultores que practican este sistema de cultivo. Esto y la evidencia experimental obtenida en 1970 en el área, en el sentido de que la asociación maíz-frijol representaba una alternativa más ventajosa para el agricultor, que la siembra de maíz ó frijol por separado, motivaron que a partir de 1971 se incluyera la asociación maíz-frijol dentro de los planes del programa de investigación del Plan Puebla. De ahí que durante el período de 1971 a 1976 los investigadores del Plan Puebla condujeron una gran cantidad de trabajo experimental en el que incluyeron numerosos factores de la producción, buscando con ello determinar los factores limitantes de la producción y la tecnología de producción adecuada para aumentar los rendimientos de la asociación maíz-frijol en las diferentes condiciones en que se cultiva dicho sistema.

Además de las desviaciones que por las variaciones climáticas se originan, la DOE que se va a recomendar puede variar con el tiempo, debido a la fluctuación de precios de los insumos y productos, por lo que es necesario actualizar tales DOE sobre todo cuando los precios han sufrido cambios considerables.

Por las características del sector agrícola a que nos hemos estado refiriendo, el objetivo de aumentar la producción en el sector con agricultura de temporal, subsistencia y minifundio, entraña complejidades adicionales a las que habría cuando el mismo objetivo estuviera orientado hacia el sector con agricultura comercial. De acuerdo con el CP-PRONDAAT - - (1976), entre las razones conducentes a este hecho están 1) la escasez de los recursos tierra, capital y educación, 2) la falta de esquemas de ahorro que permitan distribuir el riesgo asociado con un cambio tecnológico, - en más de un ciclo agrícola, 3) el producto se usa básicamente para autoconsumo, por lo que el riesgo incide directamente sobre la seguridad familiar.

Considerando lo anterior, un factor muy importante en la generación de tecnología de producción para la asociación maíz-frijol es el relacionado con la metodología para la determinación del tratamiento óptimo económico (TOE) que se va a recomendar.

El aspecto metodológico para la determinación de TOE en el sistema maíz-frijol es precisamente otro de los problemas que se han observado, tanto en los resultados de la investigación desarrollada en el Plan Puebla como en otras áreas, ya que no existe uniformidad y precisión en los métodos usados por diferentes investigadores para la optimización de insumos - aplicados a la asociación maíz-frijol. Lo anterior como consecuencia de que no se ha definido y dado a conocer un método que pueda ser aplicable a los resultados obtenidos con diferentes metodologías de investigación (matriz experimental) y criterios de optimización. Lo que ha ocasionado que

el método para determinación de TOE sea seleccionado en cada caso según el criterio del investigador, quien tiene como opciones los métodos más usuales para la determinación de TOE de cultivos sembrados solos, llegando muchas veces a recomendar en base al tratamiento que le da el mayor ingreso neto, no obstante que con dicho criterio, para generar recomendaciones de producción se está considerando que no existen restricciones de capital, lo cual no resulta cierto para el sector agrícola que practica este sistema de cultivo, de tal forma que si no existe una metodología definida, los TOE determinados por diferentes investigadores en diferentes años y con diferentes metodologías, vienen a aumentar aún más la imprecisión de la tecnología recomendada

V OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS

5.1 Objetivos

En base al problema descrito, se plantean los siguientes objetivos

1 Como parte del objetivo inicial del programa de investigación en asociación maíz-frijol del Plan Puebla, en el presente estudio se plantea generar recomendaciones para la asociación maíz-frijol, en término de los principales factores que limitan la producción en cada uno de los agrosistemas más importantes en que se practica dicho cultivo en el área del Plan Puebla

2 Determinar y describir un procedimiento útil para la obtención del tratamiento óptimo económico (TOE) en el sistema maíz-frijol, el cual debe reunir las características de precisión y ser aplicable a todo tipo de matrices experimentales, para que la tecnología recomendada pueda ser comparable entre sí, y no arrastre las variaciones ocasionadas por diferentes procedimientos de análisis

5.2 Hipótesis

1) Considerando los objetivos de la presente investigación, las hipótesis planteadas inicialmente en los planes del programa de investigación (sección 6.1) y el manejo que previamente se le ha dado a la información generada por el Plan Puebla para la asociación maíz-frijol, se plantea respecto a los factores N, P_2O_5 , gallinaza y densidad de pobla-

ción de frijol completar la prueba de hipótesis para todos los sitios y agrosistemas, y actualizar las recomendaciones para la asociación maíz-frijol mediante un análisis de toda la información existente al respecto

2) En relación con los factores fecha de siembra de la asociación, genotipo de maíz, genotipo de frijol, oportunidad de aplicación de N y P_2O_5 , fuente de N y P_2O_5 , densidad de población de maíz, fertilización con K y elementos menores (Mo + Zn), se pretende completar la prueba de hipótesis formulada inicialmente (sección 6.1) mediante un análisis de la información existente sobre el efecto de estos factores en la asociación maíz-frijol

3) El sistema de asociación maíz-frijol representa un uso más eficiente de la tierra que la siembra de maíz ó frijol por separado -se gana en la dimensión espacio-

5.3 Supuestos

1) La dosis óptima económica se encuentra dentro del espacio de exploración seleccionado para cada factor en estudio

2) Los agrosistemas definidos para el cultivo de maíz en la región, son válidos para el sistema maíz-frijol

3) Los materiales y métodos empleados fueron los correctos

VI METODOLOGIA

Este capítulo se dividió en dos partes en la primera parte se hace una descripción de la metodología experimental seguida por el Plan - Puebla para generar la información utilizada en la presente investigación; en la segunda parte se describe la metodología de análisis utilizada en - la presente investigación

6.1 Esquema de Investigación en Asociación Maíz-Frijol Seguido por el - Plan Puebla

La investigación desarrollada por el Plan Puebla, durante los - años de 1970 a 1976, estuvo basada fundamentalmente en la siguiente hipótesis "La fertilización con nitrógeno, fósforo, densidad de población de maíz, densidad de población de frijol, gallinaza, genotipos de maíz y frijol, oportunidad de aplicación de N y P_2O_5 y fuente de N y P_2O_5 , afectan los rendimientos de grano de maíz y frijol en asociación, y el ingreso neto del sistema

Otras hipótesis que se formularon dentro del esquema de investigación del Plan Puebla estuvieron relacionadas con la respuesta de la asociación maíz-frijol al potasio, fecha de siembra de la asociación y elementos menores (Mo-Zn)

En el presente estudio se manejará la información generada por el Plan Puebla durante los años de 1973 a 1976, por lo que a continuación se hará una descripción más detallada de la metodología

y materiales empelados en dicha investigación, haciendo referencia unica mente a los experimentos de los que se tiene información completa ya que por diversas causas algunos experimentos se perdieron en forma total o parcial en los diferentes años

6 1.1 Materiales y Métodos

Para probar las hipótesis propuestas, durante los años de 1973, 1974, 1975 y 1976, los investigadores del Plan Puebla llevaron a cabo una serie de experimentos de campo, dentro del área de influencia del Plan Puebla, ~~sobre la~~ respuesta de la asociación maíz-frijol a los factores nitrógeno, fósforo, gallinaza, densidad de población de maíz, y densidad de población de frijol. A los experimentos que involucran a tales factores, de los que se determinara DOE, se denominarán experimentos de optimización. Mediante tratamientos adicionales a este tipo de experimentos, o bien en experimentos diseñados exprofeso, se estudió el efecto de potasio, gallinaza, elementos menores, fecha de siembra de la asociación, fuentes y oportunidad de aplicación de nitrógeno y fósforo, genotipos de maíz y frijol. En el Cuadro 1 A se indica el numero de sitio factores estudiados, localidad, zona y nombre del agricultor

Para darle mayor fluidez a la descripción de este capítulo y subsecuentes, a continuación se hará un resumen de algunos de los factores involucrados en el estudio, cada uno de los cuales se representa por un símbolo, el cual sera utilizado en adelante al hacer referencia a los factores en cuestión

Factores estudiados	Símbolo	Unidades de medición
Nitrógeno	N	Kg/ha
Fósforo	P	Kg, ha de P_2O_5
Potasio	K	Kg/ha de K_2O
Gallinaza	G	Ton/ha
Elementos menores	EM	Kg/ha
Densidad de Población de maíz	DM	Miles de plantas/ha
Densidad de población de frijol	DF	Miles de plantas/ha
Fecha de siembra	Fs	---
Genotipos	Gen	---
Urea	U	---
Sulfato de amonio	SA	---
Superfosfato de calcio triple	ST	---
Superfosfato de calcio simple	SS	---
Fuente de Nutrimientos	f	
Oportunidad de aplicación de fertilizante	O	
Rendimiento comercial de maíz	Y	Kg/ha
Rendimiento comercial de frijol	Z	Kg/ha
Ingreso total	IT	Pesos/ha

6 1.1 1 Espacio de Exploración y Matriz Experimental

Con base en la información previa para cada zona y al reconocimiento de las condiciones de producción existentes, se definió

un espacio de exploración para cada uno de los factores en estudio, el cual se describe a continuación por tipo de experimento y año en que se realizó

Año	Tipo de expto*	Espacio de Exploración
1973	N-G	N 30-150 Kg/ha, G 0-4 Ton/ha
1974	N-P	N 30-150 Kg/ha, P 0-80 Kg/ha
1974	N-P-DM	N 40-160 Kg/ha, P 0-90 Kg/ha, DM 20-50 mil plantas/ha
1975	N-P-DF	N 60-150 Kg/ha, P 0-60 Kg/ha, DF 20-80 mil plantas/ha
1976	N-P-DF	N 30-120 Kg/ha, P 0-60 Kg/ha, DF, 20-60 mil plantas/ha

Investigación realizada en 1973

En la experimentación realizada en 1973, se empleó la matriz experimental central compuesta de Box (Cochran y Cox, 1974), de la forma $2^k 2^k + 2$, además de los tratamientos de la matriz se incluyeron 6 tratamientos adicionales en los experimentos 7301, 7341, y 7391, y 8 tratamientos adicionales en los experimentos 7311, 7321, y 7367. En el Cuadro 6.1 se presenta la relación de tratamientos utilizados en este tipo de experimentos, en donde el nivel de P_2O_5 se mantuvo constante para los primeros 14 tratamientos bajo las siguientes condiciones

a) Zonas I y II parte alta (experimentos 7311 y 7341), y III (experimento 7321) fue de 40 kg/ha

* El tipo de experimento está definido por los factores estudiados en cada caso

Cuadro 6 1 Tratamientos seleccionados para probar el efecto de nitrógeno y gallinaza Ciclo agrícola 1973

No Trat	N kg/ha	P ₂ O ₅	G ton/ha	D P Maíz Plantas/ha	D P Frijol Plantas/ha
1	60	60	1	40	60
2	60	60	3	40	60
3	120	60	1	40	60
4	120	60	3	40	60
5*	90	60	2	40	60
6	30	60	2	40	60
7	150	60	2	40	60
8	90	60	0	40	60
9	90	60	4	40	60
10a/	120	60	10	40	60
11b/	120	60	3	40	40
12c/	150	60	0	40	60
13d/	150	60	0	40	60
14e/	50	25	0	30	0
15f/	Recomendación de capital ilimitado para asociación maíz-frijol				
16g/	Maíz solo, recomendación de capital ilimitado de la zona				
17h/	Frijol solo de mata, recomendación de la zona				

Especificación de tratamientos adicionales

- a/ Tratamiento Potencial con 10 ton de gallinaza
- b/ Tratamiento con menor población de frijol (40 mil plantas/ha)
- c/ El nitrógeno se aplicara en partes iguales en la siembra, la labor y bandera
- d/ El nitrógeno se aplicará 1/3 en la siembra y 2/3 en la la labor (la dosis de nitrógeno en los tratamientos 13 y 14 es la misma que la recomendación de capital ilimitado)
- e/ Tratamiento con maíz sembrado solo con la tecnología tradicional
- f/ Recomendación de capital ilimitado para asociación maíz-frijol en la zona
- h/ Frijol solo de mata, recomendacion para la zona

* Con 2 repeticiones en el bloque

b) Zona II parte baja (experimento 7367) fue de 40 kg/ha)

c) Zona V (experimento 7391) fue de 30 kg/ha

Con las excepciones señaladas para algunos tratamientos, los niveles de los factores fósforo, densidad de población de maíz y frijol, se mantuvieron constantes en los niveles indicados en el Cuadro 6 1, para todos los sitios experimentales

En relación con lo especificado en el Cuadro 6 1 para los tratamientos del 12 al 17, sus respectivos niveles de N, P_2O_5 , DM y DF según el sitio experimental quedaron como sigue

Número tratamiento	N	P_2O_5	G	DM	DF	Número de sitio
13, 14, 16	150	60	0	40	60	7301, 7321, 7341
12, 13, 15	150	40	0	40	60	7367
12, 13, 15	120	60	0	40	60	7311
12, 13, 15	120	30	0	40	60	7391
16	110	50	0	50	00	7311
16	130	60	0	40	00	7321
16	80	00	0	40	00	7367
17	60	60	0	00	120	7311, 7321, 7367

Este año, aparte de los experimentos de matriz se probaron tres fechas de siembra de la asociación maíz-frijol con intervalos de 20 días para los experimentos (7364, 7365 y 7366), y de 15 días para los experimentos (7384 y 7385), en ambas condiciones con 4 niveles de gallinaza -

(0, 3, 6 y 9 ton/ha) Los niveles de nitrógeno y fósforo se mantuvieron constantes en 120 y 30 kg/ha respectivamente para los experimentos de la zona V y en 150 y 40 kg/ha respectivamente para los experimentos de la zona II, las densidades de población de maíz y frijol fueron de 40 y 60 mil plantas/ha respectivamente. A este tipo de experimento, y para cada fecha de siembra, se incluyó un tratamiento adicional de maíz sembrado solo con la tecnología tradicional (50-25-25 M), kg de N, P_2O_5 y miles de plantas/ha respectivamente. Investigación realizada en 1974.

En 1974, para el estudio de los factores N y P se estableció el ~~experimento 7431~~, y para los factores N, P y densidad de población de maíz el experimento 7432, este con la matriz Plan Puebla I. Además se estudió la respuesta de la asociación maíz-frijol a los micronutrientes Mo y Zn (1 kg de Mo + 15 kg de Zn/ha), mediante un tratamiento adicional al experimento 7435, o quedó incluido dentro de un pequeño experimento anexo a los experimentos de optimización, en que además se estudió el efecto de K y gallinaza, éstos son 7433 y 7436. En el Cuadro 6.2 se presenta la relación de tratamientos correspondientes a los experimentos señalados.

En otro tipo de experimentos se estudió por un lado el comportamiento de 6 variedades de maíz (tres híbridos H-129, H-131, H-28, y tres criollos Pue p138, Pue p61 y Pue p26), en asociación con una variedad de frijol (Puebla 32), en combinación con dos niveles de N, P_2O_5 y gallinaza (experimento 7415), por otro lado se estudió el comportamiento de cinco variedades de frijol, 4 de guía corta (Negro 150, Negro 172, Pue 32 y Pue 39) y 1 de guía larga o "enredadera" (Pue 19) en asociación con una varie

Cuadro 6.2 Tratamientos seleccionados para probar el efecto de N, P₂O₅ y Densidad de Población de maíz Ciclo agrícola 1974

No Trat	Experimento 7432				No Trat	Experimento 7435			
	N	P ₂ O ₅	DM	DF		N	P ₂ O ₅	DM	DF
	Kg/ha		Pltas/ha x 10 ³			Kg/ha		Pltas/ha x 10 ³	
1	30	30	30	30	1	30	0	40	40
2	80	30	40	30	2	30	80	40	40
3	80	60	30	30	3	60	20	40	40
4	80	60	40	30	4	60	40	40	40
5	120	30	30	30	5	60	60	40	40
6	120	30	40	30	6	90	20	40	40
7	120	60	30	30	7	90	40	40	40
8	120	60	40	30	8	90	60	40	40
9	40	30	30	30	9	120	20	40	40
10	160	60	40	30	10	120	40	40	40
11	80	00	30	30	11	120	60	40	40
12	120	90	40	30	12	150	00	40	40
13	80	30	20	30	13	150	80	40	40
14	120	60	50	30	14b/	120	60	40	40
15a/	120	60	40	30					

a/ Tratamiento sin frijol intercalado entre las matas de maíz (enmedio del maíz)

b/ Tratamiento con elementos menores (1 Kg de Mo + 15 Kg de Zn/ha)

Cuadro 6.5 Tratamientos seleccionados para probar el efecto de potasio, fuente y oportunidad de aplicación de N y P₂O₅ y Densidad de Población de maíz Ciclo 1976

No Trat.	Oportunidad de aplicación de N y P ₂ O ₅						Fuente*		DM	DF	
	Siembra			1a labor		2a labor		N			P ₂ O ₅
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	Pltas/ha x 10 ³			
1	30	60	00	60	00	00	00	U	ST	40	40
2	30	60	00	00	00	60	00	U	ST	40	40
3	00	00	00	90	60	00	00	U	ST	40	40
4	30	60	30	60	00	00	00	U	ST	40	40
5	30	60	60	60	00	00	00	U	ST	40	40
6	30	60	00	60	00	00	00	U	SS	40	40
7	30	60	00	60	00	00	00	SA	SI	40	40
8	30	60	00	60	00	00	00	SA	SS	40	40
9	30	60	00	60	00	00	00	U	ST	20	40
10	30	60	00	60	00	00	00	U	ST	60	40

* Como fuentes de nitrógeno se usaron Urea (U) y Sulfato de Amonio (SA) como fuente de P₂O₅ se usaron Superfosfato de Calcio Triple (ST), y superfosfato de Calcio Simple (SS)

dad de maíz (Pue p138) en combinación con dos niveles de N, P_2O_5 y densidad de población de frijol (experimentos 7416, 7408 y 7442) En el Cuadro 6 3 se presenta la relación de tratamientos correspondientes a este tipo de experimentos

Investigación Realizada en 1975 y 1976

En 1975 y 1976 se estudiaron los factores N, P, DF, mediante los experimentos 7502, 7504, 7505, 7506, 7628, 7631, 7635, 7641 y 7647 En los experimentos de 1975 se utilizó la matriz Plan Puebla I, incluyendo en éstos un tratamiento adicional con 10 ton/ha de gallinaza, para explorar el potencial productivo del sistema, cuando no hay deficiencias de nutrimentos.

En los experimentos realizados en 1976 con la matriz Plan Puebla I modificada, se incluyeron dos tratamientos adicionales (ver Cuadro 6 4)

Anexo a cada uno de estos experimentos, se establecieron dos experimentos denominados "Contrastes I" y "Contrastes II", el primero estuvo formado por dos tratamientos cuya finalidad fue a) conocer el rendimiento sin hacer uso de insumos agrícolas (tratamiento con 0 kg de N y P_2O_5) y b) conocer el potencial de rendimiento del sistema cuando no hay deficiencias de nutrimentos (tratamiento con 90-60-9-40-40 kg de N, P_2O_5 ton de gallinaza y densidad de población de maíz y frijol/ha respectivamente). Por medio del experimento de "Contrastes II" (Cuadro 6 5), se estudió el efecto de K, fuente y oportunidad de aplicación de nitrógeno y fósforo y densidad de población de maíz

6 3 Tratamientos de los experimentos sobre genotipos de maíz y genotipos de frijol ensayados en el área del Plan Puebla Ciclo agrícola 1974

Experimento genotipos maíz densidad frijol						Experimento genotipos frijol densidad frijol								
No	P ₂ O ₅ Kg/ha	G Ton/ha	Genotipos		DM	DF	No Trat	N*	P ₂ O ₅ Kg/ha	G Ton/ha	Genotipos		DM	DF
			Maíz	Frijol							Maíz	Frijol		
1	30	03	H 28	Pue 32	40	20	1	120	30	03	Pue p138	Negro 150	40	40
2	30	03	H 129	Pue 32	40	20	2	120	30	03	Pue p138	Negro 172	40	40
3	30	03	H 131	Pue 32	40	20	3	120	30	03	Pue p138	Pue 32	40	40
4	30	03	Pue p138	Pue 32	40	20	4	120	30	03	Pue p138	Pue 39	40	40
5	30	03	Pue p61	Pue 32	40	20	5	120	30	03	Pue p138	Criollo 19	40	40
6	30	03	Pue p26	Pue 32	40	20	6	120	30	03	Pue p138	Pue 32	40	40
7	30	03	H-28	Pue 32	40	40	7	120	30	03	Pue p138	Negro 150	40	60
8	30	03	H 129	Pue 32	40	40	8	120	30	03	Pue p138	Negro 172	40	60
9	30	03	H 131	Pue 32	40	40	9	120	30	03	Pue p138	Pue 32	40	60
10	30	03	Pue p138	Pue 32	40	40	10	120	30	03	Pue p138	Pue 39	40	60
11	30	03	Pue p61	Pue 32	40	40	11	120	30	03	Pue p138	Negro 150	40	20
12	30	03	Pue p26	Pue 32	40	40	12	120	30	03	Pue p138	Negro 172	40	20
13	60	00	H-131	Pue 32	40	20	13	150	60	0	Pue p138	Negro 150	40	60
14	60	00	Pue p138	Pue 32	40	20	14	150	60	0	Pue p138	Negro 172	40	60
15	60	00	H-131	Pue 32	40	40	15	150	60	0	Pue p138	Pue 32	40	60
16	60	00	Pue p138	Pue 32	40	40	16	150	60	0	Pue p138	Pue 39	40	60
17	120	30					17	120	30	03	Pue p138	Negro 150	40	80
18	120	30					18	120	30	03	Pue p138	Pue 39	40	80

el experimento 7442 la dosis de nitrógeno fue de 100 Kg/ha con excepción del tratamiento 13 que fue de 120 a dosis de fósforo de 0 Kg/ha

6 4 Relación de tratamientos seleccionados para probar el efecto de N P₂O₅ y Densidad de Población de frijol en la región del Plan Puebla Ciclos agrícolas de 1975 y 1976

Experimentos 1975					No Trat	Experimentos 1976			
N	P ₂ O ₅	G	DM	DF		N	P ₂ O ₅	DM	DF
Kg/ha		Ton/ha	Plantas/ha x 10 ³		Kg/ha		Plantas/ha x 10 ³		
90	20	00	40	40	1	60	30	40	20
90	20	00	40	60	2	60	30	40	40
90	40	00	40	40	3	60	60	40	20
90	40	00	40	60	4	60	60	40	40
120	20	00	40	40	5	90	30	40	0
120	20	00	40	60	6	90	30	40	40
120	40	00	40	40	7	90	60	40	20
120	40	00	40	60	8	90	60	40	40
60	20	00	40	40	9	30	30	40	20
150	40	00	40	60	10	120	60	40	40
90	00	00	40	40	11	90	00	40	40
120	60	00	40	60	12	90	60	40	60
90	20	00	40	20	13b	30	30	40	20
120	40	00	40	80	14c	80	40	40	40
120	40	10	40	60					

tratamiento potencial con 10 Ton de gallinaza

Tratamiento con parcela de 4 surcos para probar el efecto de bordo

Recomendación de capital ilimitado

6 1 1 2 Diseño y Parcela Experimental

Para la aleatorización y distribución de los tratamientos en el campo, en todos los sitios se utilizó el diseño experimental de bloques - al azar, variando el número de repeticiones entre 4 y 6

La parcela experimental fue de 6 surcos de 5 m de longitud, con excepción de los experimentos de 1976 con parcela de dos surcos de 6 m de longitud (en estos experimentos se incluyó un tratamiento con parcela de cuatro surcos de 6 m de largo, para probar el efecto de bordo), con distancia promedio entre surcos de 0 90 m, cuya variación dependió de la práctica del agricultor en cada sitio

6 1 1 3 Localización de los Sitios Experimentales

Los criterios que comúnmente se siguen para la localización de los sitios experimentales son

- a) Que se capte la mayor variación posible en cuanto a clima y morfología del suelo
- b) Que se muestreen posiciones fisiográficas que sean comunes en el área
- c) Que el sitio presente una situación de manejo frecuente en la zona o agrosistema por muestrear

Con dicho criterio en mente y siguiendo el procedimiento indicado por Laird (1968), se localizaron los sitios experimentales (Ver Fig 2 1)

6.1.1.4 Siembra y Conducción de los Experimentos

La siembra de los experimentos se realizó siguiendo el sistema tradicional del agricultor, en las fechas indicadas para cada sitio en el Cuadro 2 A reconociéndose básicamente dos épocas de siembra según la disponibilidad de humedad, (siembras de humedad residual y siembras de inicio de lluvias). Con excepción de los experimentos de genotipos de maíz y frijol en todos los demás experimentos se utilizó semilla criolla local tanto de maíz como de frijol, siendo ésta de frijol de guía o semiguía para las siembras asociadas y de mata para las siembras de frijol, sólo cuando éste se incluyó como tratamiento adicional

6.1.1.5 Fertilización

La fertilización de los experimentos con nitrógeno, fósforo y ~~gallinaza~~ se llevó a cabo aplicando 1/3 de nitrógeno, todo el fósforo y ~~gallinaza~~ en la siembra, el resto del nitrógeno (2/3) en la segunda labor ~~que~~ en promedio se realizó a los 60 días de la siembra, esto con excepción de los experimentos que incluyeron dentro de sus variables la oportunidad de aplicación de nitrógeno (ver Cuadro 6.5), así como aquellos tratamientos con 10 ton de gallinaza, en cuyo caso la aplicación fue de 1/3 de gallinaza en la siembra y el resto (2/3) en la primera labor. El potasio y elementos menores se aplicaron en su totalidad al momento de la siembra

En todos los experimentos, excepto los de fuentes de nitrógeno y fósforo (6.5) se utilizó como fuente de nitrógeno urea (46% de N) y como fuente de fósforo superfosfato de calcio triple (46% de P_2O_5), en aquellos

experimentos que incluyeron potasio, éste se aplicó en forma de cloruro de potasio (60% de K_2O)

Las labores posteriores a la siembra y fertilización los realizó el agricultor, excepto cuando era necesario el control de plagas, ya que el agricultor normalmente no lo hace

Durante el ciclo de desarrollo de los cultivos se visitaron regularmente los experimentos y se tomaron datos sobre a) fecha en que se efectuaron las labores, b) fechas fenológicas, c) respuesta vegetativa a los tratamientos experimentales, d) daño debido a granizo, heladas, exceso de agua, enfermedades e infestaciones de insectos y malezas y - e) efectos de sequía. Algunos de estos datos de mayor importancia se presentan en los Cuadros 2 A y 3 A

6.1.1.6 Cosecha

La cosecha se realizó cuando el grano de maíz y frijol alcanzaron su madurez fisiológica. En aquellos experimentos en donde la parcela experimental era de seis surcos, se cosecharon como parcela útil para los cuatro surcos centrales, cuando la parcela experimental fue de dos surcos lo mismo se cosecharon como parcela útil

Antes de la cosecha se hicieron conteos de número de matas y plantas de maíz y frijol por cosechar, posteriormente se procedió a cosechar, primeramente el frijol de mata o semiguía cuando se incluyó éste como tratamiento adicional, la cosecha de las variedades de guía por ser más tardías coincidió en la mayoría de los experimentos con la cosecha del

maíz y se hizo cortando en forma manual únicamente las vainas, a diferencia del frijol de mata y semiguía, en que se arrancaron las matas completas para posteriormente asolearlas y trillarlas, una vez limpio el grano de frijol se pesó y se tomaron muestras para determinación del contenido de humedad, para luego estimar la producción de frijol por parcela al 14% de humedad

Del maíz se procedió a cosechar, contar y pesar las mazorcas de la parcela útil, de las cuales se tomaron muestras para la determinación del porcentaje de grano y humedad del mismo, para la estimación del rendimiento de maíz por parcela, ajustando éste al 14% de humedad. Además se cuantificó el número de mazorcas perdidas, daño por insectos y fallas en la polinización.

6.1.7 Medición de Variables de Sitio

Para cada sitio experimental se midieron las siguientes variables de sitio

- a). Posición fisiográfica
- b). Altura sobre el nivel del mar
- c). Textura al tacto
- d). Consistencia
- e). Profundidad del Suelo
- f). Sequía
- g). Heladas
- h). Granizo
- i). Fecha de siembra

Algunas de estas variables se midieron durante la conducción de los experimentos, mientras que otros se midieron recientemente para los fines de este estudio

La medición de las características morfológicas del suelo como variables de sitio se hizo siguiendo la metodología del Levantamiento Fisiográfico para la caracterización de facetas (Aguirre, 1977 y Ortiz, 1978), que se caracteriza por ser rápida y las unidades de medición que utiliza son de rango amplio, pues solo se trata de detectar diferencias morfológicas (de ámbito agronómico) que por su amplitud pudieran tener algún efecto sobre el rendimiento de los cultivos, ya que en esta forma constituirían un factor de diagnóstico en la definición de sistemas de producción

La altura sobre el nivel del mar se determinó en cada sitio con altímetro, la profundidad y consistencia con barrena y la pendiente con clinómetro, además se tomaron las características de drenaje superficial que están en función de la posición del sitio en el terreno y de la pendiente y forma de ésta (ver Cuadro 4 A)

La estimación de la intensidad de sequía, acame y heladas comúnmente se hace siguiendo la metodología indicada por Turrent (1976), para así obtener los coeficientes de marchitez y de acame, que relacionados con la etapa fenológica en que éstos ocurrieron ayudan a hacer una estimación del efecto de dichos factores climáticos sobre la respuesta de los cultivos a los insumos aplicados, no obstante la estimación de estos factores en la mayoría de los casos solo se hizo en forma cualitativa, indi

cando la intensidad y estado fenológico en que ocurrieron En el Cuadro 3 A se resume esta información

6 2 Metodología de la Presente Investigación

Después de la cosecha de los experimentos se hicieron algunos ajustes considerando la anchura real entre surcos, número de matas y plantas cosechadas, porciento de grano en la mazorca, y porcentaje de humedad en el grano, para de esta forma llevar los rendimientos de maíz y frijol de kg/parcela a kg/ha, al 14% de humedad comercial y referirlos a los niveles observados de los factores en estudio, que frecuentemente son diferentes de los planeados, ya que están en función de la distancia real entre surcos y número de matas y plantas cosechadas Los rendimientos obtenidos a nivel experimental se multiplicaron por el factor 0 8, ya que se ha estimado que a nivel comercial, el agricultor solo logrará el 80% del rendimiento experimental Con los rendimientos expresados a nivel comercial se procedió a realizar los análisis posteriores

6 2 1 Análisis Estadístico

6 2 1 1 Análisis de Varianza

Con el fin de conocer los efectos de los tratamientos y repeticiones, así como la magnitud de la variación aleatoria de los datos de rendimiento (CMEE), se efectuó un análisis de varianza del rendimiento comercial de grano de maíz y de frijol para cada uno de los sitios experimentales Cabe señalar que en el experimento No 7647 se calcularon dos parcelas perdidas mediante el procedimiento de Yates (Steel and Torrie, 1960)

6.2.1.2 Prueba de Comparaciones Múltiples

Para hacer la comparación entre pares de medias de tratamientos y con ellos determinar la significancia de los factores estudiados, se usó la prueba de DMS (diferencia mínima significativa) al 5% de probabilidad de cometer error tipo I (Steel and Torrie, 1960)

6.2.1.3 Análisis de Regresión

Para todos los análisis de regresión las variables dependientes fueron rendimiento de maíz y de frijol indicados con Y y Z respectivamente

Dado que existen factores de parcela del tipo de la densidad de población (principalmente de frijol), que para un mismo tratamiento presentaron variaciones entre repeticiones, en todos los análisis de regresión se utilizaron como variables dependientes los rendimientos a nivel de parcela, con las transformaciones ya indicadas, y no a nivel de medias de tratamiento.

Para cada experimento de matriz experimental se procedió a ajustar dos modelos de regresión que describen la función de respuesta a dos y tres factores según el experimento de que se trate. Estos modelos para Y o Z serán, el modelo cuadrático puro y el modelo raíz cuadrada ambos de la forma siguiente

$$\begin{aligned}
 Y \text{ o } Z = & \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{33} X_3^2 + \beta_{12} X_1 X_2 \\
 & + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 + E
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 Y \text{ o } Z = & \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{11} X_1^5 + \beta_{22} X_2^5 + \beta_{33} X_3^5 + \beta_{12} X_1^5 X_2^5 \\
 & + \beta_{13} X_1^5 X_3^5 + \beta_{23} X_2^5 X_3^5 + E
 \end{aligned}
 \quad (2)$$

Donde Y y Z son el rendimiento comercial de maíz y frijol respectivamente, X_1 corresponderá al nitrógeno aplicado como fertilizante, X_2 corresponderá al fósforo o gallinaza aplicado segun sea el factor que entre en el experimento, y X_3 a la densidad de plantas de maíz o frijol según si la variable es una o la otra, los β_i (para $i = 0, 1, \dots, n$) son los parámetros de respuesta a estimar, E es el término aleatorio

Cabe señalar que para los experimentos de 1974 y 1975 se empleo la combinación de modelos sugeridos por D'Amico (1972), para dos y tres factores en estudio, en cuyo caso también se consideraron los modelos cuadrático con exponentes 1 y 2 y raíz cuadrada con exponentes 0.5 y 1, y los mismos modelos sustituyendo los exponentes 1 y 1.25 en el cuadrático y 0.6 y 0.75 en la raíz cuadrada, sugeridos por Gandarillas (1970). Esto dió lugar al ajuste de 8 combinaciones de modelos para los experimentos en que se estudiaron dos factores (N y P_2O_5), y 16 combinaciones de modelos para los experimentos en que se estudiaron tres factores (N, P_2O_5 y DM o DF)

De los modelos sometidos a regresión se selecciono aquel que presentó el menor cuadrado medio de desviaciones de regresion para cada experimento, como la combinación de variables que mejor ajustan los datos de rendimiento

6 2 1 4 Modelos Reducidos

Los modelos seleccionados mediante el criterio anterior, se sometieron a un procedimiento de regresión de selección de variables para obtener así los modelos reducidos para cada sitio experimental y variable dependiente (Y ó Z) los cuales contienen solamente aquellas variables altamente significativas

La técnica de regresión utilizada para la selección de variables fue la de regresión progresiva modificada (RPM) ó "Stepwise" (Draper y Smith, 1966), con niveles de probabilidad (presión de selección) de $\alpha = 0.20$ de entrada de las variables y de $\alpha = 0.10$ de permanencia

6 2 1 5 Procedimiento de Regresión no Lineal (NLIN)

Ya que la precisión en la obtención del tratamiento óptimo - económico (TOE), depende en gran medida del ajuste del modelo del cual se parte, una vez que se tienen los modelos reducidos, se someten al procedimiento de regresión no lineal del programa SAS 76 (Barr, et al 1976), por medio del cual se obtiene un mejor ajuste de los exponentes de las variables en el modelo. En el presente estudio se usó el método de Marquard, con criterio de convergencia de 0.0001 (Orozco, 1976)

En todos los modelos de regresión, los factores involucrados se expresan en los niveles mínimos estudiados para definir la ordenada al origen, dichos niveles son variables según el tipo de experimento

6 2 2 Determinación del Tratamiento Óptimo Económico de Nitrógeno Fósforo, Gallinaza, Densidad de Población de Maíz y Densidad de Población de Frijol

6 2 2 1 Criterios Económicos e Información para la Obtención de los Tratamientos Óptimos Económicos

6 2 2 1 1 Criterios Económicos

Los criterios económicos que se consideraron para obtener los óptimos económicos de los insumos variables son

a) Maximización de la utilidad por unidad de superficie (capital ilimitado) y b) Optimización bajo capital limitado. En el primer caso la combinación de insumos cuya ganancia neta sea mayor, determinará el TOE de capital ilimitado, el TOE de capital limitado estará definido por la combinación cuyos costos variables no excedan al costo variable económicamente factible de usar por el agricultor.

Valor del Capital Limitado para Invertir en Insumos Variables

Para establecer los niveles de capital limitado, se consideró que el agricultor con la tecnología que actualmente usa (60-30-0-30M-20F)* invierte por lo menos \$875 00 en insumos variables, que relacionado con el costo promedio de los insumos variables determinados para capital limitado (\$1,733 00), corresponde aproximadamente al 50%

Partiendo de las consideraciones anteriores, se establecieron tres niveles de capital limitado

* Información obtenida de los libros de campo, en relación a los tratamientos de fertilización aplicados por los agricultores previo al establecimiento de los experimentos de asociación maíz-frijol en 1976

1) El 50% del costo del tratamiento óptimo económico de capital ilimitado (TOECI)

2) El 75% del costo del tratamiento óptimo económico de capital ilimitado (TOECI), intermedio entre (1) y el valor del capital ilimitado

3) El 60% del costo del TOECI, intermedio entre (1) y (2)

6 2 2 1 2 Costo de los Insumos Variables

Los costos de los insumos variables considerados en la presente investigación (fertilizante nitrogenado, fosfatado, gallinaza, semilla de maíz y semilla de frijol), corresponden en el caso de los fertilizantes a los más usados en la región y a la semilla de maíz y frijol criollos que son los que utiliza el agricultor de la región, (siempre y cuando no se involucre en el estudio fuentes de nutrimentos, o genotipos)

Los fertilizantes referidos son urea (46% de N) como fuente de nitrógeno y fosfato diamónico (18-46-0), como fuente de fósforo, aunque también de nitrógeno (Volke, 1977)

Los precios de los fertilizantes considerados son los vigentes al 1o de mayo de 1977 que junto con el precio de otros insumos utilizados se presentan en el Cuadro 6 6

Los costos reales por unidad de nitrógeno, fósforo, potasio y gallinaza se obtuvieron sumando a los precios de mercado de los insumos, el costo de interés sobre crédito bancario, el costo promedio del trans-

Cuadro 6 6 Precios de mercado de los insumos

Fuente	Concentración	Precio por ton \$M N	Precio por unidad \$ M N
Urea	46% de N	2744 00	5 96 Kg de N
Sulfato de Amonio	20 5% de N	1296 00	6 32 Kg de N
Superfosfato Triple	46% de P ₂ O ₅	3116 00	6 77 Kg de N
Superfosfato Simple	20% de P ₂ O ₅	1281 00	6 40 Kg de P ₂ O ₅
Fosfato Diamónico	(18-46-0)	3916 00	6 12 Kg de P ₂ O ₅
Cloruro de Potasio	60% de K ₂	1686 00	2 81 Kg K ₂ O
Gallinaza		250 00	250 00 Ton
Mafz Criollo		2900 00	2 90 Kg de semilla
Maíz Híbrido		11000 00	11 00 Kg de semilla
Frijol		6000 00	6 00 Kg de semilla

Fuente Caballero et al (1977)

porte y el costo de aplicación El costo de interés bancario sobre el crédito se estimó en un 10% (Volke, 1977), aplicable solamente al costo de los fertilizantes, ya que según señala Villa Issa (1977), el crédito que reciben los agricultores del Plan Puebla es principalmente para la compra de fertilizantes, por lo que el 10% de interés solo se aplica al precio de estos insumos en el mercado Los costos de transporte por unidad de nitrógeno en forma de urea, y sulfato de amonio se han calculado en \$0 40 y \$0 90 respectivamente, de fósforo como superfosfato de calcio triple, superfosfato de calcio simple o fosfato de amónico en \$0 40, \$0 90 y \$0 40 respectivamente (Volke, 1977), el costo de transporte de 1 ton de gallinaza es de \$100 00 (Caballero et al 1977)

Partiendo de las consideraciones de que una persona aplica 150 Kg de fertilizante por día y de que el costo de la mano de obra por día es de \$65 00, se calcularon los siguientes costos de aplicación de los fertilizantes Nitrógeno, en forma de urea y sulfato de amonio, \$0 94 y \$2 17 respectivamente, fósforo, en forma de superfosfato triple y superfosfato simple, \$0 94 y \$2 17 respectivamente, y potasio en forma de cloruro de potasio \$0 72

Para el cálculo del costo de aplicación de fósforo del fosfato diamónico (18-46-0), se partió de las siguientes consideraciones a) el costo de aplicación de la unidad de nitrógeno y fósforo del fosfato diamónico es de \$0 68, b) el fosfato diamónico es principalmente una fuente de fósforo, c) el superfosfato de calcio triple es usado también como una fuente de fósforo y su costo unitario de aplicación al igual que el del nitrógeno en forma de urea es de \$0 94

Con base en lo anterior, se decidió fijar el costo de aplicación de la unidad de fósforo del fosfato diamónico en un valor intermedio entre \$0 94 y \$0 68 o sea \$0 81

A partir de la información anterior se calcularon los costos reales de los insumos variables nitrógeno, fósforo, potasio y gallinaza, que se presentan en el cuadro siguiente

	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		ton Gallinaza
	Urea	Sulfato Amonio	Super-fosfato Triple	Super-fosfato Simple	Fosfato Diamónico	Cloruro Potasio	
Precio de mercado	5 96	6 32	6 77	6 40	6 12	2 81	250
Costo del interés	0 60	0 63	0 68	0 64	0 61	0 35	100
Costo del transporte	0 40	0 90	0 40	0 90	0 40	0 35	100
Costo de aplicación	0 94	2 17	0 94	2 17	0 81	0 72	65
Costo real total	7 90	10 02	8 79	10 11	7 94	4 17	440
Aproximación	8 00	10 00	8 80	10 00	8 00	4 15	440

Los costos reales totales se redondearon a los valores de donde se tomaron los valores de \$8 00/kg de N y P₂O₅ y 440/ton de gallinaza, que son los costos utilizados para los cálculos posteriores

Costos de Siembra

En el cálculo del costo de siembra de 1,000 plantas de maíz y -

frijol/ha se reconocieron los siguientes costos y viabilidad de la semilla

<u>Semilla</u>	<u>Costo por kg^{1/}</u>	<u>Viabilidad^{2/}</u>
Mafz Criollo	\$ 2 90	95%
Mafz Híbrido	11 00	80%
Frijol	6 00	90%

Suponiendo 3,000 granos/kg de semilla de maíz, para el maíz criollo con un 95% de viabilidad se tendrán 2,850 plantas, por lo que 1,000 plantas corresponden a 0 35 kg de semilla y un costo de \$1 02, haciendo los mismos cálculos para el maíz híbrido con 80% de viabilidad el costo de la semilla para 1,000 plantas será de \$4 62. Así mismo, el precio de la semilla de frijol para 1,000 plantas considerando 2,000 granos/kg de semilla con 90% de viabilidad será de \$3 36. A los costos de la semilla hay que sumarles el costo de la siembra. En base a una encuesta realizada en 1967 en la región del Plan Puebla (CIMMYT, 1974), se estimó que para sembrar 15 mil plantas de maíz/ha, por sobre las 30,000 plantas/ha que corresponden a la tecnología tradicional del agricultor (Villa Issa, 1977), se requiere de un día más de trabajo. De acuerdo con esto y un valor del salario agrícola de \$65 00, el costo de la siembra de cada 1,000 plantas por sobre las 30,000 plantas/ha se calcula en \$4 30.

De acuerdo con Volke (1977), la justificación de lo anterior radica en el interés de determinar un óptimo de densidad de plantas por sobre las 30,000 plantas/ha de maíz de la tecnología tradicional, por lo que puede considerarse el costo correspondiente a la semilla y a la siem

1/ Precio de garantía para 1977

2/ Información obtenida del informe del Plan Puebla de 1976

bra de las 30,000 plantas/ha como frijol y solo interesa considerar el - costo de las 1,000 plantas por sobre las 30,000 plantas/ha

En relación con el cultivo del frijol, que en el presente estudio se siembra asociado con maíz en la misma mata, el costo de la siembra de 1,000 plantas resulta de considerar, además del costo de la semilla - (\$3 36), el costo de siembra, que se ha estimado similar al de maíz, y - aunque la tecnología tradicional corresponde en promedio a 20 mil plantas/ha de frijol asociado con maíz, en el presente estudio se ha considerado toda la población de frijol como un costo variable En el Cuadro 6 7 se resume los costos de siembra por cultivo

Cuadro 6 7 Costos de siembra de maíz y frijol

Concepto	Unidad	Costo Unitario \$	Costo/1,000 plantas \$	
Maíz criollo				
Semilla para 1,000 plantas	0 35 kg	2 90	1 02	
Siembra - mano de obra	0 066	65 00	4 30	
Costo total de 1 000 plantas	-----	-----	5 32	≈ 5 3
Maíz híbrido				
Semilla para 1,000 plantas	0 42	11 00	4 62	
Siembra - mano de obra	0 066	65 00	4 30	
Costo total de 1,000 plantas	-----	-----	8 92	≈ 8 9
Frijol				
Semilla para 1,000 plantas	0 56 kg	6 00	3 36	
Siembra - mano de obra	0 066	65 00	4 30	
Costo total de 1,000 plantas	-----	-----	7 66	≈ 7 7

En relación a lo anterior y con el objeto de poder hacer comparaciones entre tratamientos de los diferentes tipos de experimentos de - asociación maíz-frijol y de éstos contra los cultivos de maíz y frijol - sembrados solos, se harán las siguientes consideraciones para el análisis económico

a). La población de maíz que exceda las 30,000 plantas/ha se - ~~considerará como~~ un costo variable, aunque el factor densidad de población de maíz sea constante en el experimento

b). La densidad de población de frijol siempre se considerará como ~~una~~ variable de parcela, por lo tanto aunque ésta sea constante en - el experimento, sera un factor que afecte los costos variables

c) En los experimentos en que el factor fósforo aparece como una constante, el costo del mismo se sumará a los costos variables

d). Los costos indicados en los incisos anteriores, vendrán a ~~constituir~~ lo que en adelante se denomina costo inicial o costo fijo y - que se representa por C_0

6.2.2 1 3 Precio Neto del Producto

Los precios de garantía del maíz y frijol al 10 de mayo de 1977 eran de 2 900 y 6,000 pesos la tonelada respectivamente, sin embargo los costos de cosecha, desgranado, encostado y transporte, deben ser deducidos del valor del producto en el mercado, por lo que el precio neto del producto (maíz y frijol) por kilogramo serán como sigue

Concepto	Precio por kg	
	Mafz	Frijol
Precio de garantía	\$2,900	\$6 00
Costos		
Cosecha	0 195	
Transporte a la casa	0 065	
Desgranado	0 195	
Encostalado	0 032	
Transporte al mercado	0 125	
Costos Totales	0 612	1 00
Precio neto	\$2 288	\$5 00

Fuente Volke (1977) y Caballero et al (1978)

6 2 2 2 Cálculo Matemático de los Tratamientos Optimos Económicos para Capital Limitado e Ilimitado

Tan importante como la consideración de la situación socioeconómica del agricultor (disponibilidad de capital e insumos y metas de producción), resulta el método para la determinación del tratamiento óptimo económico (TOE) que se va a recomendar

Existen algunos métodos como el gráfico (Turrent y Laird, 1975) matemático (Martínez Garza, 1972), que se han usado con relativa frecuencia en México para la determinación de TOE y otros de reciente implantación tales como el método de evaluación económica (Perrín et al, 1976), - evaluación económica modificado (Laird, 1976), método de funciones anómalas (Martínez Garza, 1972), método gráfico estadístico (Turrent, 1978), - de los cuales hay que seleccionar el más apropiado para el tipo de investigación que se esté realizando, ya que frecuentemente se encuentran conside

rables diferencias entre las dosis determinadas por los diferentes métodos (Estrada, 1977 y Ortíz, 1977)

Aparte de los métodos indicados, existen algunos procedimientos para el cálculo de dosis óptima económica, a partir de una función de producción (Heady and Dillon, 1961), sin embargo, en la práctica ocurre que muchas veces las funciones de producción estimadas dan lugar a un conjunto de dosis óptimas que caen fuera del espacio de exploración estudiado. Para evitar este tipo de problemas, Martínez Garza (1972), propone el procedimiento ya indicado para funciones anómalas, el cual se ha usado por algunos investigadores (Villalpando, 1975, Cortés, 1975, Zárate, 1976, Estrada, 1977 y Ortíz, 1977) quienes han encontrado problemas en la determinación del TOE, como consecuencia de flata de ajuste del modelo del cual se parte

Al respecto, Volke (1977) señala al procedimiento de regresión no lineal (NLIN) del programa SAS 76 como una buena alternativa para ser usada en el método propuesto por Martínez Garza (1972), ya que con dicho procedimiento se puede lograr un buen ajuste de los modelos

Dicho procedimiento (NLIN=funciones anómalas) fue usado recientemente por Aveldaño y Volke (1977), como referencia para la comparación de cuatro métodos para estimación de dosis óptimas económicas de fertilizantes y densidad de población para el cultivo de maíz. A continuación se resumen las conclusiones a que se llegó en dicho trabajo, ya que en ellas se indican algunas características de los métodos utilizados

a) Las Dosis Óptimas Económicas calculadas mediante procedi-

miento NLIN-funciones anomalas, se ajustan con bastante precisión a lo observado en las gráficas de los experimentos

b) El método gráfico modificado por Turrent aumenta la precisión de la estimación de la Dosis Optima Económica, y es el que más se aproxima al procedimiento utilizado como comparador

c) El método de Perrin et al, resulta útil cuando la interpretación de los experimentos no se puede hacer gráficamente, además, y dado que trabaja con variables discretas, es útil cuando el espacio de exploración es reducido y la matriz experimental utilizada es eficiente respecto al sesgo

d) El método Perrin-Laird es mas preciso que el anterior dado que trabaja con variables continuas, sin embargo, cuando se trabaja con la matriz experimental Plan Puebla y se selecciona una de las aristas prolongadas, está en desventaja para estimar la DOE

e) El método Stepwise-funciones anómalas resultó ser el menos preciso de todos, debido a que tiene deficiencias en la estimación del modelo de regresión con el procedimiento Stepwise

Considerando los puntos anteriores, y las características de los experimentos que se manejan en esta investigación (cultivos asociados, con diferentes matrices experimentales, diferente amplitud del espacio de exploración y niveles de los factores estudiados), se optó por usar el procedimiento NLIN-funciones anomalas el cual como se indicó anteriormente, permite determinar DOE que se ajustan con bastante precisión a lo observado en las gráficas de los experimentos

Para ilustrar el procedimiento NLIN-funciones anómalas, para la determinación del TOE para asociación maíz-frijol, se analiza un experimento realizado en 1973 con dos factores nitrógeno (N) y gallinaza (G), experimento 7321, con espacio de exploración para N de 30-150 kg/ha y de 0-4 ton/ha de gallinaza

Primeramente para proceder al estudio de la producción de los cultivos de maíz (Y) y de frijol (Z) se debe examinar en primer término, la relación que existe entre los nutrimentos (en el presente caso N y G) y los rendimientos Y y Z. Esta relación puede expresarse convenientemente en forma matemática de la manera siguiente

$$Y = f(n, g, ng) \quad (1)$$

$$Z = f(n, g, ng) \quad (2)$$

donde Y y Z denotan el rendimiento de maíz y frijol respectivamente por unidad de superficie y f puede ser una función cuadrática, raíz cuadrada, exponencial, etc, de los nutrimentos aplicados al suelo/ha, en este caso nitrógeno y gallinaza, que en adelante denotaremos por n y g respectivamente

En el ejemplo que nos ocupa, las funciones de producción finalmente obtenidas mediante el procedimiento de regresión no lineal de los modelos reducidos (Cuadro 7 14), de las cuales se parte son

$$Y = 913.6 + 14.6N^{1.17} - 0.08N^{2.16} \quad (3)$$

$$Z = 467.0 + 382.2G^{0.79} - 33G^{2.1} \quad (4)$$

De las funciones de producción 3 y 4, el primer paso consiste en calcular el rendimiento de maíz (Y) y frijol (Z), para varias combinaciones de las dosis de N y gallinaza dentro del espacio de exploración - estudiado, tomando cada factor con intervalos pequeños y haciendo todas las combinaciones posibles en cada caso. En este ejemplo, se estimó el rendimiento de maíz y frijol para los niveles de 30, 60, 90, 120 y 150 kg de N y de 0, 1, 2, 3 y 4 ton/ha de gallinaza para así obtener un cuadro de respuestas como el siguiente

Cuadro 6 B Rendimientos estimados de maíz y frijol a partir de las funciones de producción correspondientes

	$g_0 = 0$	$g_1 = 1$	$g_2 = 2$	$g_3 = 3$	$g_4 = 4$
$n_0 = 30$	$Y_{00} = 1570.4$ $Z_{00} = 467.0$	$Y_{01} = 1570.4$ $Z_{01} = 816.2$	$Y_{02} = 1570.4$ $Z_{02} = 986.3$	$Y_{03} = 1570.4$ $Z_{03} = 1045.8$	$Y_{04} = 1570.4$ $Z_{04} = 1003.1$
$n_1 = 60$	$Y_{10} = 2116.1$ $Z_{10} = 467.0$	$Y_{11} = 2116.1$ $Z_{11} = 816.2$	$Y_{12} = 2116.1$ $Z_{12} = 986.3$	$Y_{13} = 2116.1$ $Z_{13} = 1045.8$	$Y_{14} = 2116.1$ $Z_{14} = 1003.1$
$n_2 = 90$	$Y_{20} = 2406.0$ $Z_{20} = 467.0$	$Y_{21} = 2406.0$ $Z_{21} = 816.2$	$Y_{22} = 2406.0$ $Z_{22} = 986.3$	$Y_{23} = 2406.0$ $Z_{23} = 1045.8$	$Y_{24} = 2406.0$ $Z_{24} = 1003.1$
$n_3 = 120$	$Y_{30} = 2389.1$ $Z_{30} = 467.0$	$Y_{31} = 2389.1$ $Z_{31} = 816.2$	$Y_{32} = 2389.1$ $Z_{32} = 986.3$	$Y_{33} = 2389.1$ $Z_{33} = 1045.8$	$Y_{34} = 2389.1$ $Z_{34} = 1003.1$
$n_4 = 150$	$Y_{40} = 2033.9$ $Z_{40} = 467.0$	$Y_{41} = 2033.1$ $Z_{41} = 816.2$	$Y_{42} = 2033.1$ $Z_{42} = 986.3$	$Y_{43} = 2033.1$ $Z_{43} = 1045.8$	$Y_{44} = 2033.1$ $Z_{44} = 1003.1$

Enseguida se calcula el cuadro de entradas brutas o ingresos brutos E_{ij}

Cuadro 6 9 Entradas brutas o ingresos brutos

	$g_0 = 0$	$g_1 = 1$	$g_2 = 2$	$g_3 = 3$	$g_4 = 4$
$n_0 = 30$	$E_{00} = 5931 \ 2$	$E_{01} = 7677 \ 2$	$E_{02} = 8527 \ 7$	$E_{03} = 8821 \ 2$	$E_{04} = 8611 \ 7$
$n_1 = 60$	$E_{10} = 7180 \ 8$	$E_{11} = 8925 \ 8$	$E_{12} = 9777 \ 3$	$E_{13} = 10074 \ 8$	$E_{14} = 9861 \ 3$
$n_2 = 90$	$E_{20} = 7844 \ 7$	$E_{21} = 9590 \ 7$	$E_{22} = 10441 \ 1$	$E_{23} = 10738 \ 7$	$E_{24} = 10525 \ 2$
$n_3 = 120$	$E_{30} = 7806 \ 0$	$E_{31} = 9552 \ 0$	$E_{32} = 10402 \ 5$	$E_{33} = 10700 \ 0$	$E_{34} = 10486 \ 5$
$n_4 = 150$	$E_{40} = 6992 \ 6$	$E_{41} = 8738 \ 6$	$E_{42} = 9589 \ 1$	$E_{43} = 9886 \ 6$	$E_{44} = 9673 \ 1$

Donde

$$E_{ij} = P_y Y_{ij} + P_z Z_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 0, 1, 2, 3, 4 \\ j = 0, 1, 2, 3, 4, \end{array}$$

E_{ij} en la expresion anterior significa entradas brutas para el i -ésimo nivel de nitrógeno y el j -ésimo nivel de gallinaza, P_y y P_z son el precio unitario de venta de maíz (Y) y frijol (Z), que en este caso - corresponden a \$2 29 y \$5 00 respectivamente, finalmente se calculan los Cuadros 6 10 y 6 11 de costos (C_{ij}) y ganancias netas o ingresos netos (I_{ij}) respectivamente, en donde los valores de C_{ij} se obtiene a partir de la expresión

$$C_{ij} = P_N n_i + P_G g_j + C_0 \quad \begin{array}{l} i = 0, 1, 2, 3, 4 \\ j = 0, 1, 2, 3, 4, \end{array}$$

C_{ij} representa el costo correspondiente a la combinación de i -ésimo nivel de nitrógeno, con el j -ésimo nivel de fósforo, P_N , P_G y C_0 representan, el precio del kilogramo de nitrógeno (\$8 00), el precio de la tonelada de gallinaza (\$440 00) y el costo inicial o costo fijo respectivamente, n_i y g_j son las dosis de nitrógeno y gallinaza en kg y ton/ha respectivamente. Similarmente los ingresos netos (I_{ij}) del Cuadro 6 11 se calcularon a partir de la expresión

$$I_{ij} = E_{ij} - C_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 0, 1, 2, 3, 4 \\ j = 0, 1, 2, 3, 4, \end{array}$$

Cuadro 6 10 Costos fijos y variables (C_{ij})

	$g_0 = 0$	$g_1 = 1$	$g_2 = 2$	$g_3 = 3$	$g_4 = 4$
$n_0 = 30$	1079 6	1519 6	1959 6	2399 6	2839 6
$n_1 = 60$	1319 6	1759 6	2199 6	2639 6	3079 6
$n_2 = 90$	1559 6	1999 6	2439 6	2879 6	3319 6
$n_3 = 120$	1799 6	2239 6	2679 6	3119 6	3559 6
$n_4 = 150$	2039 6	2479 6	2919 6	3359 6	3799 6

Cuadro 6 11 Ingresos netos (I_{ij})

	$g_0 = 0$	$g_1 = 1$	$g_2 = 2$	$g_3 = 3$	$g_4 = 4$
$n_0 = 30$	4851 6	6157 6	6568 1	6421 6	5772 1
$n_1 = 60$	5861 2	7166 2	5777 7	7436 2	6781 7
$n_2 = 90$	6285 1	7591 1	8001 6	7859 1	7205 6
$n_3 = 120$	6006 4	7312 4	7722 9	7580 4	6926 9
$n_4 = 150$	4953 0	6290 0	6669 5	6527 0	5873 5

Mediante el examen del cuadro de ingresos puede determinarse - cual de los valores I_{1j} es el mayor (\$8001 6) las dosis correspondientes (90 kg de N y 2 ton de gallinaza) en las entradas de la tabla serán, por consiguiente, las dosis óptimas de los insumos, que formarán el tratamiento óptimo económico de capital ilimitado (TOECI) de la asociación maíz-frijol. El costo esperado (\$2439 6) de dicho TOECI se obtiene en el Cuadro 6 10. Similamente en la Tabla 6 8 se puede obtener el rendimiento - esperado de maíz y frijol, que en el ejemplo equivale a 2,400 kg/ha de - maíz y 986 kg/ha de frijol.

El tratamiento óptimo económico para capital limitado (TOECL) - ~~estará~~ definido por la combinación cuyos costos variables no exceden al - ~~costo~~ variable que a juicio del investigador sea económicamente factible ~~de usar~~ por el agricultor. En la hoja de salida de cómputo, dicho TOECL ~~se encontrará~~ en la hilera donde el nivel de capital definido, produzca - la máxima ganancia, por ejemplo, en el Cuadro 6 A para un nivel de capital limitado establecido en el 75% del capital ilimitado (\$1,360 00), se puede ver que el TOECL es 60-(45)-2-(37)-(45), kg/ha de N y P_2O_5 ton/ha de gallinaza y miles de plantas/ha de maíz y frijol respectivamente.

El mismo procedimiento se puede usar para tres o más factores - cuya solución se facilita mediante un programa de cómputo desarrollado con esta finalidad por Villalpando (1975), el cual ha sido adaptado o modificado por el autor para incluir en el programa los dos modelos de rendimiento de maíz y de frijol (ver Cuadro 5 A), mediante este programa se van -- sustituyendo en el modelo reducido para cada sitio y cultivo los niveles

de los factores en estudio, tomando valores dentro de espacio de exploración que van sufriendo incrementos pequeños (en el presente estudio se consideraron incrementos de 5 kg para los factores N, P_2O_5 y densidad, y de 250 kg para el factor gallinaza), hasta obtener todas las combinaciones de los factores por cada incremento, e imprimiendo en la hoja de salida únicamente las ganancias crecientes con sus respectivos rendimientos de maíz y frijol, costos y el tratamiento correspondiente para cada sitio experimental (ver Cuadro 6 A) En esta forma los últimos valores de cada columna corresponderán a la máxima ganancia (ejemplo experimento 7321 = \$8007.00) y siguiendo la hilerá correspondiente se obtiene el rendimiento (Z= 986 kg/ha y Y=2426 kg/ha) y tratamiento óptimo económico correspondiente (95 kg/ha de N y 2 ton/ha de G) Con este programa se pueden procesar series de 5 experimentos

6 2 3 Cálculo de Relación de Superficie Equivalente (RSE)

Existen diferentes parámetros para evaluar la eficiencia de la asociación maíz-frijol, respecto a ambos cultivos sembrados solos, ya sea mediante la comparación de los rendimientos de ambos cultivos, del ingreso neto, o bien mediante algún índice de aprovechamiento de la dimensión espacio (tierra disponible)

Los parámetros rendimiento de grano e ingreso neto son comúnmente usados para evaluar cualquier resultado de investigación que tenga como objetivo generar tecnología de producción para algún cultivo. No obstante considerando la escasa disponibilidad del recurso tierra por los agricultores que practican la asociación maíz-frijol, en la presente investigación se utilizó la "Relación de Superficie Equivalente" (RSE) como un índice de la eficiencia de la asociación maíz-frijol para aumentar el aprovechamiento de la dimensión espacio, ya que de acuerdo a la literatura revisada, en este sentido es más eficiente la asociación maíz-frijol que la siembra de ambos cultivos por separado.

El índice de relación de superficie equivalente (RSE), de acuerdo con Andrews y Kassam (1976), es 'el radio de área bajo cultivo solo, necesario para que un cultivo intercalado, con igual nivel de manejo produzca - igual cantidad de rendimiento, la RSE es la suma de las fracciones de los - rendimientos de los cultivos intercalados relacionados con el rendimiento de su cultivo solo"

Considerando que los requerimientos de agua, energía y nutrientes, son diferentes entre sistemas de cultivo, en el presente estudio, a diferencia de lo indicado por Andrews y Kassam, la determinación de la RSE se hizo en las mejores condiciones de producción determinadas previamente para cada uno de los sistemas de cultivo, o sea asociación maíz-frijol, maíz solo y frijol solo, cada uno con su propia tecnología recomendada para capital limitado

De acuerdo con lo anterior, solo en los experimentos 7311, 7321 y 7367 se pudo determinar la RSE, ya que fueron los únicos en que se incluyeron los tres sistemas de cultivo con su respectivo TOECI

La determinación de la RSE se hizo de la forma siguiente

$$RSE = \frac{RMA}{RMS} + \frac{RFA}{RFS}$$

donde

RSE= Relación de superficie equivalente

RMA= Rendimiento de maíz asociado

RMS= Rendimiento de maíz solo

RFA= Rendimiento de frijol asociado

RFS= Rendimiento de frijol solo

Los valores de RSE obtenidos en esta forma pueden ser $<1 = 1$ ó >1

Una RSE menor que 1 indicará mayor eficiencia en el uso de la tierra con cultivos solos, que asociados

Una RSE= 1 indicará similar eficiencia de la asociación maíz-frijol y cultivos de maíz y frijol solos

Una $RSE > 1$, indicará mayor eficiencia de la asociación maíz-frijol en el uso de la tierra que los mismos cultivos sembrados solos

6.2.4 Procedimiento para la Agrupación y Generación de Recomendaciones por Agrosistemas

El concepto de agrosistemas en su definición más reciente (Turrent, 1978), es considerado como "un cultivo en el que los factores de diagnóstico (inmodificables), fluctúan dentro de un ámbito establecido por conveniencia"

Establece el mismo autor que dentro del agrosistema, cualquier fluctuación geográfica o sobre el tiempo, en la función de respuesta a los factores controlables de la producción será considerada como debida al azar en el proceso de generación de tecnología

El agrosistema se ha usado como un método para la estratificación de las condiciones de producción, o bien como un método de diagnóstico para diseñar recomendaciones sobre prácticas de producción de cultivos.

En el presente estudio el concepto de agrosistema se utiliza en su segunda acepción, es decir como un procedimiento para diseñar recomendaciones respecto a la aplicación de N, P_2O_5 , gallinaza, densidad de población de maíz y densidad de población de frijol. Para esto, a partir de los 16 agrosistemas identificados previamente en el área del Plan Puebla para el cultivo de maíz- (CIMMYT, 1974) y apoyados en el supuesto de validez de tales agrosistemas para la asociación maíz-frijol, se agruparon los diferentes experimentos en los agrosistemas correspondientes de acuerdo a sus características. En el Cuadro 6 12 se presenta

Cuadro 6 12 Agrosistemas identificados en el área del Plan Puebla pa
ra el cultivo de maíz-frijol en asociación

Agrosist No		Productividad
		Rend maíz*
1 1 1	Suelos profundos del Popocatepetl, elevaciones entre 2,100 y 2,350 m s n m , siembras antes del 15 de mayo Sitios experimentales 7364, 7365, 7367, 7415, 7416	3 80
1 1 2	Suelos profundos del Popocatépetl, elevaciones entre 2,100 y 2,350 m s n m , siembras entre el 16 de mayo y el 15 de junio Sitios experimentales 7366	2 08
1.2	Suelos profundos del Popocatepetl, elevaciones entre 2,350 y 2,800 m s n m , siembras antes del 30 de abril Sitios experimentales 7341	3 36
2.1.1	Suelos pomáceos del Popocatepetl, elevaciones entre 2,100 y 2,350 m s n m , siembras antes del 15 de mayo Sitios experimentales 7321	3 87
2.2	Suelos pomáceos del Popocatepetl, elevaciones entre 2,351 y 2,800 m s n m , siembras antes del 30 de abril Sitios experimentales 7301	3 45
3	Suelos de La Malinche, siembras antes del 30 de abril Sitios experimentales 7384, 7385, 7391 y 7442	3 64
5 1.2	Suelos con horizonte compactado, siembras hechas en mayo Sitios experimentales 7408 y 7311	3 01
8 1	Suelos delgados arcillosos, no sódicos, de la Zona IV, siembras hechas en mayo Sitios experimentales 7631, 7635, 7636, 7637, 7647, 7648, 7649, 7502 y 7504	
8.2	Suelos delgados arcillosos, no sódicos, de la Zona IV, siembras hechas en junio Sitios experimentales 7628, 7629, 7630, 7432, 7433, 7435, 7436, 7641, 7642, 7643, 7656, 7657, 7662, 7663, 7505 y 7506	

* Rendimiento expresado en ton/ha al 14% de humedad

la definición de los agrosistemas estudiados, con los respectivos experimentos ubicados en cada uno de ellos. Como un índice de la diferencia de productividad entre agrosistemas se incluye el rendimiento promedio de maíz calculado para el TOECI, de acuerdo con CIMMYT (1974). Tales agrosistemas se identifican con el mismo número asignado por CIMMYT (1974), además se incluyen dos nuevos agrosistemas identificados con los números 81 y 82.

Para estimar los óptimos económicos de N, P_2O_5 , gallinaza, densidad de población de maíz y densidad de población de frijol por agrosistema, primero se determinaron los tratamientos óptimos económicos (TOE) a nivel de experimento y la recomendación para cada agrosistema, correspondió al promedio del TOE dentro de cada uno de ellos.

VII RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 De las Medias de Rendimiento

Los rendimientos comerciales (80% del rendimiento experimental) de maíz y frijol, al 14% de humedad del grano y expresados en kg/ha se presentan por separado para cada experimento en los Cuadros del 7.1 a 7.6, en dichos resultados se puede apreciar que la media de rendimiento de los cultivos de maíz y frijol en los experimentos para optimización, fluctúa entre 986 y 3,326 kg/ha de maíz para los sitios experimentales 7647 (agrosistema 8.1) y 7391 (agrosistema 3) respectivamente, y entre 210 y 1,198 kg/ha de frijol en los sitios experimentales 7301 (agrosistema 2.2) y 7628 (agrosistema 8.2) respectivamente, correspondió a este tipo de experimentos una media general de rendimiento de 2,204 kg/ha de maíz y 530 kg/ha de frijol. No obstante, el tratamiento potencial (tratamiento que además de suficiente fertilizante nitrogenado y fosfórico, incluye 10 ton/ha de gallinaza), rindió en promedio 3,057 kg/ha de maíz y 725 kg/ha de frijol.

El tratamiento testigo (0-0-20-20 kg/ha de N, P_2O_5 y miles de plantas/ha de maíz y frijol respectivamente) como promedio de 5 experimentos rindió 892 kg/ha de maíz y 636 kg/ha de frijol.

El promedio de rendimiento de maíz sembrado solo y con la tecnología tradicional fue de 2,753 kg/ha, mientras que cuando a éste se le aplicó la tecnología recomendada para el agrosistema correspondiente su rendimiento promedio fue de 3,872 kg/ha.

Quadro 7 1 Rendimiento comercial* de maíz (Y) y frijol (Z) en Kg/ha al 14% de humedad e ingreso neto (IN) de los diferentes tratamientos observados en cada sitio experimental Experimentos Gallinaza. Fecha de Siembra Ciclo 1973

Trat.	N kg/ha	P	G ton/ha	FS	DM Plts /ha x 10 ³	DF	Y kg/ha	Z	IN \$/ha
----- Expto 7364 -----									
1	157	42	0	14/IV/73	41	45	2258	605	6201
2	157	42	3	↓	40	49	1854	692	4298
3	157	42	6		43	55	1886	677	2862
4	157	42	9		41	54	1692	608	708
5	52	26	0		33	0	2872	0	5930
	DMS 0.05						545	331	2505
	PROMEDIO						1922	645	3517
----- Expto 7365 -----									
1	152	40	0	4/V/73	39	44	2543	714	7471
2	152	40	3	↓	37	42	2424	930	6962
3	152	40	6		37	47	2353	1002	5795
4	152	40	9		38	47	2246	1033	4363
5	50	25	0		30	0	2882	0	5994
	DMS 0.05						532	351	2424
	PROMEDIO						2391	920	6148
----- Expto 7366 -----									
1	150	40	0	24/V/73	37	37	1059	680	3988
2	150	40	3	↓	36	42	1434	985	5014
3	150	40	6		36	43	1701	938	4065
4	150	40	9		36	44	1342	773	1087
5	50	25	0		29	0	1859	0	3661
	DMS 0.05						419	268	1423
	PROMEDIO						1384	844	3538
----- Expto 7384 -----									
1	117	29	0	17/III/73	39	36	3609	267	8103
2	117	29	3	↓	38	32	3803	317	7536
3	117	29	6		39	37	4728	455	9009
4	117	29	9		39	36	4845	440	7921
5	49	24	0		29	0	3933	0	8426
	DMS 0.05						359	94	718
	PROMEDIO						4246	370	8142
----- Expto 7385 -----									
1	123	31	0	2/IV/73	39	41	3662	160	7597
2	123	31	3	↓	40	38	4233	204	7784
3	123	31	6		40	39	4506	246	7269
4	123	31	9		40	40	4712	390	7103
5	51	25	0		30	0	3366	0	7095
	DMS 0.05						810	69	1762
	PROMEDIO						4278	250	7438

* Significa rendimiento experimental x 0.8

Quadro 7 2 Rendimiento comercial de maíz (Y) y frijol (Z) en Kg/ha al 14% de humedad e ingreso neto (IN) en pesos/ha de los diferentes tratamientos observados en cada sitio experimental. Experimentos Nitrógeno - Gallinaza. Ciclo 1973

Trat	N kg/ha	P	G ton/ha	DM Plts /ha x 10 ³	DF	Y kg/ha	Z	IN \$/ha
----- Expto 7301 -----								
1	60	60	1	37	30	1935	154	3526
2	60	60	3	38	32	2696	203	4622
3	120	60	1	39	36	3040	243	5978
4	120	60	3	38	33	2926	221	4748
5	90	60	2	38	32	2758	213	5015
6	30	60	2	38	34	1505	196	2523
7	150	60	2	37	32	3221	195	5508
8	90	60	0	39	37	2421	176	4894
9	90	60	4	39	34	2260	295	3383
10	120	60	10	38	31	3380	380	3520
11	120	60	3	38	32	3370	248	5902
12	150	60	0	39	38	2529	166	4604
13	150	60	0	39	35	2425	123	4170
14	50	25	0	29	0	2500	0	5129
15	150	60	0	38	32	2621	208	5070
						768	113	1699
			DMS 0 05			2656	216	4565
			PROMEDIO*					
----- Expto 7311 -----								
1	67	67	1	44	46	2299	437	5447
2	67	67	3	44	46	2016	706	5150
3	135	67	1	43	44	3212	396	6808
4	135	67	3	43	48	3518	632	7673
5	101	67	2	44	49	2783	562	6396
6	34	67	2	44	50	1274	521	3260
7	169	67	2	43	40	3514	477	7172
8	101	67	0	43	46	2054	321	4535
9	101	67	4	43	51	2936	691	6390
10	135	67	11	43	42	4193	642	5852
11	135	67	3	44	45	3421	654	7581
12	169	67	0	43	42	3133	343	6601
13	169	67	0	43	41	2756	347	5769
14	56	28	0	34	0	2248	0	4448
15	135	67	0	43	46	2411	388	5417
16	90	34	0	44	0	3548	0	7059
	67	67	0	0	122	0	847	2213
						584	155	1450
			DMS 0 05			2820	512	6029
			PROMEDIO*					

* El promedio se obtuvo considerando sólo los tratamientos que incluyen los dos cultivos

Cuadro 7 2 (Continuación)

Trat	<u>N</u> kg/ha	<u>P</u> kg/ha	<u>G</u> ton/ha	<u>DM</u> Plts /ha x 10 ³	<u>DF</u>	<u>Y</u> kg/ha	<u>Z</u> kg/ha	<u>IN</u> \$/ha
----- Expto 7321 -----								
1	57	57	1	37	45	1492	822	5807
2	57	57	3	37	46	1343	1083	5921
3	115	57	1	36	44	2087	798	6601
4	115	57	3	38	46	2436	1025	7666
5	86	57	2	37	44	2093	902	7044
6	29	57	2	37	45	1004	1004	5401
7	144	57	2	37	46	2259	1077	7712
8	86	57	0	37	46	2070	466	5536
9	86	57	4	37	45	2050	1011	6534
10	115	57	9	38	41	2559	1034	5075
11	115	57	3	38	39	2572	911	7461
12	144	57	0	38	42	2248	513	5737
13	144	57	0	37	44	2315	470	5670
14	48	24	0	28	0	2374	0	4862
15	144	57	0	38	45	2338	595	6325
16	124	57	0	40	0	3532	0	6580
17	57	57	0	0	112	0	629	1365
	DMS 0 05					325	165	1029
	PROMEDIO					2071	841	6369
----- Expto 7341 -----								
1	59	59	1	38	44	1478	466	3949
2	59	59	3	37	41	1364	546	3247
3	119	59	1	38	47	2109	480	4965
4	119	59	3	37	48	2098	607	4706
5	89	59	2	38	42	1697	572	4320
6	30	59	2	38	44	883	508	2595
7	148	59	2	38	42	1963	592	4555
8	89	59	0	38	43	1935	292	4334
9	89	59	4	36	45	1938	627	4270
10	119	59	10	37	44	2116	491	1148
11	119	59	3	38	37	2238	583	4984
12	148	59	0	37	42	1901	406	4361
13	148	59	0	37	38	1785	416	4177
14	49	25	0	29	0	2256	0	4580
15	148	59	0	38	42	1970	399	4477
	DMS 0 05					579	92	1408
	PROMEDIO					1811	504	4027

Cuadro 7 2 (Continuación)

Trat.	<u>N</u> kg/ha	<u>P</u>	<u>G</u> ton/ha	<u>DM</u> Plts /ha x 10 ³	<u>DF</u>	<u>Y</u> ton/ha	<u>Z</u>	<u>IN</u> \$/ha
----- Expto 7367 -----								
1	60	40	1	39	40	1793	536	5192
2	60	40	3	35	39	1487	410	3005
3	120	40	1	37	41	2448	574	6398
4	120	40	3	38	37	2382	505	5054
5	90	40	2	38	37	1865	531	4732
6	30	40	2	37	32	1117	517	3417
7	150	40	2	38	39	2072	531	4658
8	90	40	0	39	37	2091	240	4623
9	90	40	4	36	34	2210	492	4427
10	120	40	10	37	37	2094	512	1350
11	120	40	3	38	38	2425	605	5643
12	150	40	0	38	37	2719	254	5651
13	150	40	0	39	34	2789	373	6423
14	50	25	0	29	0	2846	0	5922
15	150	40	0	35	33	2574	308	5627
16	80	0	0	39	0	4537	0	9703
17	60	60	0	0	101	0	852	2520
		DMS 0 05				614	173	1712
	PROMEDIO*					2129	461	4722
----- Expto 7391 -----								
1	59	27	1	39	39	2781	293	6360
2	59	27	3	38	38	2839	375	6045
3	119	27	1	38	33	3368	390	7766
4	119	27	3	39	36	3510	490	6997
5	89	27	2	38	37	3444	368	7595
6	30	27	2	38	43	2200	421	5445
7	148	27	2	38	41	3623	536	8351
8	89	27	0	39	38	3327	148	7097
9	89	27	4	38	36	3505	435	7221
10	119	27	10	38	42	3973	658	6506
11	119	27	3	38	39	3782	352	7613
12	148	27	0	39	34	3537	177	7275
13	148	27	0	38	42	3355	219	7011
14	49	25	0	29	0	3149	0	6611
15	148	27	0	38	35	3159	187	6691
		DMS 0 05				353	107	940
	PROMEDIO*					3323	361	7038

* El promedio se obtuvo considerando sólo los tratamientos que incluyen los dos cultivos

Cuadro 7 3 Rendimiento de maíz (Y) y frijol (Z) en kg/ha al 14% de humedad e ingreso neto (IN) en pesos/ha de los diferentes tratamientos observados en cada sitio experimental Experimentos genotipos maíz y frijol densidad de población de frijol

No. Trat.	N kg/ha	P	G ton/ha	DM Plts /ha	DF 10 ³	Gen. Maíz	Gen. Frijol	Y kg/ha	Z kg/ha	IN \$/ha
Expto 7408										
1	115	29	3	36	33	Pue p 138	N 150	961	359	1298
2				36	25		N 172	1475	191	1696
3				37	28		Pue. 32	995	173	385
4				37	30		Pue. 39	876	158	121
5				37	28		Pue. 19	1231	164	969
6				37	25		Pue. 32	1205	147	850
7				38	41		N 150	1420	405	2509
8				38	42		N 172	1331	362	2075
9				37	48		Pue. 32	887	333	880
10				38	50		Pue. 39	867	346	1193
11				36	23		N 150	1151	190	964
12				37	29		N 172	2199	161	316
13	144	57	0	36	40		N 150	663	294	1036
14				37	42		N 172	345	160	380
15				36	42		Pue. 32	926	375	2024
16				37	45		Pue. 39	808	321	1457
17	115	29	3	37	52		N 150	685	463	1031
18	115	29	3	37	63		Pue. 39	601	345	161
PROMEDIO								1032	275	1191
Expto. 7442										
1	105	0	3	41	41	Pue p 138	N 150	5831	368	12597
2				41	48		N 172	5629	345	11970
3				41	43		Pue. 32	5867	460	13125
4				41	38		Pue. 39	5447	271	11253
5				41	36		Pue. 19	4274	256	8507
6				41	43		Pue. 32	5542	411	12136
7				42	77		N 150	5860	625	13668
8				41	58		N 172	5899	451	13046
9				41	60		Pue. 32	5407	583	12559
10				41	53		Pue. 39	5425	322	11347
11				40	30		N 150	5953	273	12497
12				41	39		N 172	6647	266	13980
13	125	0	0	41	61		N 150	5371	410	12817
14				41	57		N 172	5409	456	13161
15				41	65		Pue. 32	4849	503	12058
16				41	63		Pue. 39	5109	457	12431
17	105	0	3	41	84		N 150	4842	616	11246
18	105	0	3	41	80		Pue. 39	4835	537	10866
PROMEDIO								5455	423	12181

Cuadro 7 4 Rendimiento de maíz (Y) y frijol (Z) en Kg/ha al 14% de humedad e ingreso neto (IN) en pesos/ha de los diferentes tratamientos observados en cada sitio experimental Experimentos Nitrógeno Fósforo Densidad de Población Maíz Ciclo 1974

Treat	N	P	K	G	DM	DE	Y	Z	IN
	kg/ha			ton/ha	Plts /ha x 10 ³		kg/ha		\$/ha
----- Expto 7432 -----									
1	79	30	0	0	33	42	2050	722	7117
2	79	30			38	40	2136	549	6416
3	79	59			31	31	2442	679	7835
4	79	59			31	37	2480	638	7435
5	119	30			31	32	2135	568	6286
6	119	30			36	41	2067	505	5728
7	119	59			31	31	2638	580	7278
8	119	59			35	42	2699	722	8014
9	39	30			30	38	1730	600	6109
10	158	59			36	36	2727	726	7824
11	79	0			31	30	1062	254	2835
12	119	89			38	36	2407	835	7704
13	79	30			21	36	1740	736	6519
14	119	59			47	38	2227	539	5991
15	119	59			39	34	3055	1173	11128
PROMEDIO							2240	655	6935
----- Expto 7433 -----									
1	0	0	0	0	33	32	941	219	2990
2	119	30	60	0	38	38	2238	588	6292
3*	119	30	0	0 + EM	38	36	2354	502	6390
4	119	30	0	0	38	32	1931	566	5771
5	119	30	0	10	38	31	2657	700	3767
PROMEDIO							2024	515	5092
----- Expto 7435 -----									
1	32	0	0	0	39	33	211	119	521
2	32	85			40	35	1143	387	3291
3	63	21			41	34	1203	286	3192
4	63	42			39	34	1284	478	4171
5	63	63			41	31	1502	370	3976
6	95	21			41	31	1097	270	2635
7	95	42			41	33	1237	171	2274
8	95	63			41	38	1756	527	5034
9	127	21			40	38	931	180	1500
10	127	42			40	30	1207	183	2039
11	127	63			41	31	1382	298	2829
12	159	0			39	31	250	156	210
13	159	85			39	32	1331	420	2904
14*	127	63		0 + EM	40	30	1575	241	3005
PROMEDIO							1150	292	2654
----- Expto 7436 -----									
1	127	63	0	0	41	35	1587	164	2599
2	127	63	63	0	41	37	1452	196	2183
3*	127	63	0	0 + EM	41	37	1774	268	3535
4	127	63	0	0	41	39	1664	210	2975
5	127	63	0	10	41	35	2225	252	166
PROMEDIO							1740	218	2225

* Tratamiento que incluye Elementos Menores (1 Kg de Mo + 15 Kg de Zn/ha)

Cuadro 7 5 Rendimiento comercial de maíz (Y) y frijol (Z) en Kg/ha al 14% de humedad e ingreso neto (IN) de los diferentes tratamientos observados en cada sitio experimental Experimentos Nitrógeno Fósforo - Densidad de Población Frijol Ciclo 1975

Trat.	<u>N</u> kg/ha	<u>P</u>	<u>G</u> ton/ha	<u>DM</u> Plts /ha x 10 ³	<u>DF</u>	<u>Y</u> kg/ha	<u>Z</u>	<u>IN</u> \$/ha
----- Expto 7502 -----								
1	93	21	0	40	35	2387	270	5586
2	93	21	↓	39	50	2683	375	6682
3	93	41	↓	39	39	2824	305	6569
4	93	41	↓	39	48	2601	309	6008
5	124	21	↓	39	40	2752	385	6711
6	124	21	↓	39	40	2589	324	6028
7	124	41	↓	38	43	3032	706	8772
8	124	41	↓	41	54	2586	624	7247
9	62	21	↓	38	43	2238	251	5342
10	155	41	↓	41	42	2652	445	6346
11	93	0	↓	38	37	2187	235	5114
12	124	62	↓	40	38	2638	384	6127
13	93	21	↓	38	21	2515	127	5276
14	124	41	↓	39	44	2473	430	6102
15	124	41	10	41	42	3589	389	3905
		DMS 0.05				718	266	2126
		PROMEDIO				2650	371	6121
----- Expto 7504 -----								
1	89	20	0	40	38	2851	805	9341
2	89	20	↓	40	49	3051	656	8967
3	89	39	↓	39	36	3015	1029	10694
4	89	39	↓	40	40	2729	1309	11408
5	119	20	↓	39	36	2773	1137	10598
6	119	20	↓	41	45	2641	1345	11261
7	119	39	↓	40	36	3306	1134	11643
8	119	39	↓	36	43	2955	1121	10743
9	59	20	↓	38	37	2648	927	9734
10	148	39	↓	39	42	3022	982	9960
11	89	0	↓	38	40	2160	819	7981
12	119	59	↓	40	49	2913	1193	10781
13	89	20	↓	39	17	2531	479	7140
14	119	39	↓	38	42	2991	1129	10859
15	119	39	10	43	46	3751	1619	10639
		DMS 0.05				588	614	3223
		PROMEDIO				2889	1046	10117

Cuadro 7 5 (Continuación)

Trat.	<u>N</u> kg/ha	<u>P</u>	<u>G</u> ton/ha	<u>DM</u> Plsts /ha x 10 ³	<u>DF</u>	<u>Y</u> kg/ha	<u>Z</u>	<u>IN</u> \$/ha
----- Expto 7505 -----								
1	88	19	0	38	39	2671	878	9305
2	88	19	↓	39	47	2825	754	8967
3	88	39		38	38	2785	575	7897
4	88	39		39	45	3023	987	10444
5	117	19		38	39	3225	631	9106
6	117	19		38	49	3111	557	8395
7	117	39		39	37	3283	815	9999
8	117	39		39	51	2734	657	7846
9	59	19		39	40	2723	757	9043
10	117	39		39	46	2977	685	8350
11	88	0		39	44	2551	391	6702
12	117	59		38	51	3129	641	8525
13	88	19		39	20	3341	472	8942
14	117	39		41	51	3237	696	9192
15	117	39		10	39	4128	1033	8644
		DMS 0 05					696	602
		PROMEDIO				3049	702	8757
----- Expto 7506 -----								
1	105	23	0	44	49	2193	386	5473
2	105	23	↓	45	57	2112	344	5011
3	105	47		44	59	1754	601	5277
4	105	47		45	57	2020	428	5032
5	140	23		43	49	2087	714	6590
6	140	23		44	52	2198	540	5949
7	140	47		45	52	2234	321	4745
8	140	47		45	58	1995	324	4164
9	70	23		44	40	2094	349	5407
10	175	47		43	51	2099	340	4275
11	105	0		42	79	1470	382	3758
12	140	70		45	59	1873	214	3146
13	105	23		42	23	2331	228	5208
14	140	47		45	66	1682	372	3629
15	140	47		12	43	2979	603	2646
		DMS 0 05					916	428
		PROMEDIO				2075	410	4687

Cuadro 7 6 Rendimiento de maíz (Y) y frijol (Z) en Kg/ha al 14% de humedad e ingreso neto (IN) en pesos/ha de los diferentes tratamientos observados en cada sitio experimental Experimentos Nitrógeno - Fósforo - Densidad de Población Frijol Ciclo 1976

Trat.	N kg/ha	P	G ton/ha	DM Plts /ha x 10 ³	DF	Y kg/ha	Z	IN \$/ha
----- Expto 7628 -----								
1	61	31	0	40	32	2846	1081	10886
2	61	31		39	33	2544	1242	10998
3	61	61		40	25	2167	1197	9765
4	61	61		39	37	2301	1122	9566
5	92	31		40	24	2992	1195	11609
6	92	31		40	35	2178	1293	10147
7	92	61		41	26	2969	1369	12154
8	92	61		40	32	2527	1251	10511
9	31	31		40	25	2362	1052	9930
10	123	61		40	32	2653	1226	10432
11	92	0		37	28	2530	1222	10911
12	92	61		42	41	1960	1136	8563
13	31	31		39	33	2314	1059	9799
14	83	41		40	31	2366	1329	10778
			DMS 0.05			674	248	1992
			PROMEDIO			2479	1198	10432
----- Expto 7629 -----								
1	0	0	0	21	22	1416	1373	9937
2	92	61	9	42	29	3403	1567	9965
			DMS 0 05			1108	584	5089
----- Expto 7635 -----								
1	61	30	0	39	23	2560	410	6961
2	61	30		40	33	2387	379	6330
3	61	61		40	27	1928	338	4898
4	61	61		40	31	2144	543	6361
5	91	30		40	23	2659	335	6560
6	91	30		40	32	2491	385	6361
7	91	61		40	22	2803	419	7082
8	91	61		40	30	2770	418	6936
9	30	30		39	24	1892	447	5845
10	121	61		40	34	2726	446	6704
11	91	0		39	23	2695	264	6541
12	91	61		40	36	2274	461	5970
13	30	30		40	23	2206	328	5976
14	81	40		41	33	2249	363	5684
			DMS 0 05			569	100	1522
			PROMEDIO			2413	388	6301
----- Expto 7636 -----								
1	0	0	0	20	22	1591	354	5245
2	91	60	9	40	29	3625	472	5165
			DMS 0 05			760	522	3381

Cuadro 7 6 (Continuación)

Trat.	<u>N</u> kg/ha	<u>P</u>	<u>G</u> ton/ha	<u>DM</u> Plts /ha x 103	<u>DF</u>	<u>Y</u> kg/ha	<u>Z</u>	<u>IN</u> \$/ha
----- Expto 7641 -----								
1	61	30	0	38	22	1238	251	3151
2	61	30	↓	39	31	741	227	1817
3	61	61		40	23	837	242	1933
4	61	61		38	31	1185	259	2757
5	91	30		37	21	1166	134	2165
6	91	30		38	31	1188	245	2688
7	91	61		40	27	1100	268	2609
8	91	61		35	33	1213	238	2466
9	30	30		36	23	839	189	2176
10	121	61		40	31	1506	252	2964
11	91	0		39	21	788	133	1533
12	91	61		39	35	1511	284	3349
13	30	30		38	23	726	172	1818
14	81	40		38	28	1067	149	1960
PROMEDIO						1079	217	2385
DMS 0.05						312	96	737
----- Expto 7642 -----								
1	0	0	0	20	20	455	158	1676
2	91	60	9	43	31	3366	422	4286
DMS 0.05						599	184	1713
----- Expto 7647 -----								
1	62	31	0	41	29	779	235	1929
2	62	31	↓	41	34	1154	322	3190
3	62	62		40	23	1081	263	2565
4	62	62		41	27	901	313	2363
5	93	31		39	22	1315	256	3081
6	93	31		40	34	1313	236	2877
7	93	62		40	30	1135	357	2859
8	93	62		39	36	826	328	1960
9	31	31		39	23	568	225	1698
10	124	62		39	32	1169	254	2163
11	93	0		38	21	727	171	1565
12	93	62		36	35	634	325	1535
13	31	31		41	22	780	206	2089
14	83	41		41	30	1429	204	3003
PROMEDIO						986	264	2348
DMS 0.05						433	69	1284
----- Expto 7656 -----								
1	0	0	0	21	22	504	565	3814
2	90	60	9	40	36	2957	675	4653
DMS 0.05						1771	775	4255
----- Expto 7662 -----								
1	0	0	0	23	22	494	729	4609
2	90	60	7	35	28	981	885	2253
DMS 0.05						830	171	3958

Cuadro 7 6 (Continuación)

Trat	<u>N</u> kg/ha	<u>P</u> kg/ha	<u>G</u> ton/ha	<u>DM</u> Plts /ha x 10 ³	<u>DF</u> Plts /ha x 10 ³	<u>Y</u> kg/ha	<u>Z</u> kg/ha	<u>IN</u> \$/ha
----- Expto 7631 -----								
1	63	31	0	37	24	1465	551	5132
2	63	31	↓	37	36	1290	587	4824
3	63	63	↓	38	26	1769	576	5681
4	63	63	↓	37	35	1696	597	5559
5	94	31	↓	37	23	1823	505	5475
6	94	31	↓	37	38	1410	616	4971
7	94	63	↓	38	23	2051	629	6368
8	94	63	↓	37	33	2011	608	6096
9	31	31	↓	38	27	1557	601	5816
10	125	63	↓	36	35	1903	673	5912
11	94	0	↓	38	23	1003	401	3329
12	94	63	↓	40	41	1837	626	5710
13	31	31	↓	40	23	1567	576	5733
14	75	42	↓	40	39	1763	656	6029
						404	134	1091
						1653	586	5473
	DMS 0 05							
	PROMEDIO							

La media de rendimiento para el cultivo simple de frijol con la tecnología recomendada fue de 776 kg/ha

De la comparación de las medias de rendimiento de los tratamientos 15, 16 y 17, de los experimentos 7301, 7321, 7331, 7341, 7367 y 7391 (Cuadro 7 2), se observa que los cultivos de maíz y frijol sembrados por separado (con rendimiento promedio de 3,872 y 776 kg/ha de maíz y frijol respectivamente) con la tecnología recomendada por el Plan Puebla según el agrosistema, superaron en rendimiento a los mismos cultivos sembrados en asociación y con la tecnología recomendada (2,512 y 347 kg/ha de maíz y frijol respectivamente), incluso resultaron superiores a ambos cultivos cuando se les aplicó el tratamiento potencial. Esto confirma lo reportado por otros investigadores (Linton, 1948, Moreno, 1972 Lépiz, 1974 y Macías, 1975), en el sentido de que los rendimientos de maíz y frijol en asociación resultan inferiores a los correspondientes a ambos cultivos simples.

7.2 Del Ingreso Neto*(IN)'

El ingreso neto promedio, por experimento se presenta en el Cuadro 7 7, donde se observa que el IN' obtenido con la asociación maíz-frijol en los experimentos de optimización, fluctúa entre \$2,348 00 y \$10,432 00/ha para los experimentos 7647 y 7628 respectivamente, con media general de \$5,821, el IN' del tratamiento potencial incluido en los diferentes tipos de experimento fluctúa entre \$ -166 00 y \$10,639 00 en

* Se usará el término ingreso neto, en el sentido de ingreso neto más costos fijos, es decir, al valor bruto de la cosecha se le resta solamente el costo variable. En este sentido ingreso neto se expresará como IN'.

Cuadro 7 7 Ingreso neto (IN') promedio de los experimentos de optimización, tratamiento potencial, tecnología recomendada y tratamiento testigo de la asociación maíz frijol, maíz solo y frijol solo

No Experimento	Asociación Maíz-Frijol			Maíz Solo		Frijol Solo	
	Exptos Optimización	de Trat Potencial	Tecnol Rec	Trat Testigo	Tecnol Rec	Tecnol Tradicional	Tecnol Rec
7301	4565	3520	5070	----	----	5129	----
7311	6029	5852	5417	----	7059	4448	2213
7321	6369	5075	6325	----	6580	4862	1365
7341	4027	1148	4477	----	----	4580	----
7367	4722	1350	5627	----	9703	5922	2520
7391	7038	6506	6691	----	----	6611	----
7432	6935	----	----	----	----	----	----
7433	----	3767	----	----	----	----	----
7435	2654	----	----	----	----	----	----
7436	----	166	----	----	----	----	----
7502	6121	3905	----	----	----	----	----
7504	10117	10639	----	----	----	----	----
7505	8757	8644	----	----	----	----	----
7506	4687	2646	----	----	----	----	----
7628	10432	----	----	----	----	----	----
7629	----	9965	----	9937	----	----	----
7635	6301	----	----	----	----	----	----
7636	----	5165	----	5245	----	----	----
7631	5473	----	----	----	----	----	----
7641	2385	----	----	----	----	----	----
7642	----	4286	----	1676	----	----	----
7647	2348	----	----	----	----	----	----
7656	----	4653	----	3814	----	----	----
7662	----	2253	----	4609	----	----	----
\bar{x}	5821	4659	5601	5056	7780	5258	2032

Los experimentos 7436 y 7504 respectivamente, con valor promedio de \$4,659 00 Relacionando la información de la sección anterior (7 1) con ésta, se puede observar que no obstante que el tratamiento potencial superó en rendimiento de maíz y frijol al correspondiente a los diferentes experimentos de optimización (en 853 4 kg/ha de maíz y 195 5 kg/ha de frijol), el IN' promedio obtenido por este grupo de experimentos resulta superior a aquel en aproximadamente \$1,160 00 Esto se atribuye principalmente a el alto costo del tratamiento potencial (en promedio \$4,400 00 más), por concepto de la aplicación de las 10 ton de gallinaza

De la comparación de la asociación maíz-frijol (tratamiento 15), maíz solo (tratamiento 16) y frijol solo (tratamiento 17) - (experimentos 7301, 7311, 7321, 7341, 7367 y 7391), cada uno con su respectiva tecnología recomendada previamente por el Plan Puebla- se puede observar en el Cuadro 7 7 que el IN' obtenido con la asociación maíz-frijol (\$5,601 00), resulta superior al correspondiente al cultivo simple de frijol (\$2,032 00), pero inferior al cultivo simple de maíz (\$7,780 00)

Tales resultados contradicen al menos en lo correspondiente al cultivo de maíz, a lo encontrado por otros investigadores (Soria et al., 1975, Flor y Francis, 1975 y Lepiz, 1974) en el sentido de que el IN' obtenido por la asociación maíz-frijol es mayor que el correspondiente a los cultivos de maíz y frijol sembrados solos, y coinciden en lo que respecta al cultivo de frijol sembrado solo

7.3 Del Análisis de Varianza

Los resultados del análisis de varianza, practicado a las variables rendimiento de maíz, rendimiento de frijol, e ingreso neto del sistema, se presentan en el Cuadro 7.8. En relación con efecto de tratamientos sobre el rendimiento de maíz, se puede observar que en 25 y 5 de los 38 sitios experimentales dicho efecto resultó significativo al 1 y 5% de probabilidad de cometer error tipo I respectivamente, el efecto de tratamientos sobre el rendimiento de frijol, a los mismos niveles de probabilidad, resultó significativo en 20 y 4 de los experimentos respectivamente. Lo anterior significa que el cultivo de maíz con efecto de tratamientos en 78.9% de los experimentos, mostró mayor sensibilidad a los estímulos aplicados que el cultivo de frijol en el que dicho efecto solo se manifestó en 63.1% de los experimentos.

El efecto de repeticiones sobre el rendimiento de maíz y frijol solo resultó significativo en 15 (39.5%) y 19 (50%) de los sitios experimentales respectivamente, al 5% de probabilidad de cometer error tipo I. Lo anterior nos indica que en menos del 50% de los sitios experimentales, la distribución de los tratamientos en bloques al azar resultó efectiva para eliminar el efecto de heterogeneidad del suelo, misma que de otro modo iría a aumentar el error experimental.

Para el resto de los sitios (más del 50%) en que no hubo efecto significativo de repeticiones, se puede pensar en que no se hizo una distribución adecuada de los bloques en el campo, y/o bien que la variabilidad del suelo era mínima, si esto fuera cierto el uso del diseño completamente al azar quizá hubiera resultado más efectivo para detectar el efecto de tratamientos, ya que con este se aumentarían los grados de libertad para el error.

Análisis de varianza para el rendimiento en kg/ha de maíz (Y) frijol e ingreso neto de cada sitio experimental

Fuente de Variación	G L	Rendimiento de maíz (Y)				Rendimiento de frijol (Z)				Ingreso Neto (IN)				
		Cuadrados Medios	DMS 0 01	DMS 0 05	CV %	Cuadrados Medios	DMS 0 01	DMS 0 05	CV %	Cuadrados Medios	DMS 0 01	DMS 0 05	CV %	
K1	Tratam	15	1550557	15**		39365	93**			5618984	30			
	Rept	5	5712834	53**		11103	76			30664107	50			
	Error	75	445701	74	1018 72	767 84	25	150 41	113 36	49	2182934	60	2254 51	1699 31
L1	Tratam	17	5657003	21**		305722	94**			12848646	50**			
	Rept	5	2336860	21**		99096	70**			10600164	40			
	Error	85	258868	35	774 00	584 06	19	205 58	155 12	28	1596970	00	1922 44	1450 65
M1	Tratam	17	3320838	85**		696330	76**			12543747	20**			
	Rept	5	41253	80		18546	20			165116	60			
	Error	85	80436	28	431 45	325 57	14	218 38	164 73	19	804012	90	1364 06	1029 31
N1	Tratam	15	800713	27**		145941	33**			5952715	60**			
	Rept	5	3091705	29**		10002	24			19313317	40**			
	Error	75	253444	37	768 20	579 02	27	122 40	92 26	17	1498632	40	1868 01	1407 98
O1	Tratam	17	4847816	22**		264780	31**			19386332	30**			
	Rept	5	448173	94		44424	72			1334175	50			
	Error	85	286407	71	814 13	614 34	24	229 06	172 80	35	2223591	90	2268 46	1711 76
P1	Tratam	15	1108416	38**		161195	97**			3470786	29**			
	Rept	5	150561	21		11018	06			1174687	44			
	Error	75	94048	39	467 96	352 72	09	142 61	107 49	27	668635	52	1247 74	940 47
Q1	Tratam	4	893061	25**		339631	06**			20794205	8 **			
	Rept	3	399570	55		2077	60			1513873	8			
	Error	12	125370	47	764 76	545 51	17	463 70	330 76	41	2644966	9	3512 7	2505 6
R1	Tratam	4	239232	38		739143	40**			5740347	1			
	Rept	3	117073	95		7422	50			1203022	6			
	Error	12	119211	91	745 74	531 94	14	492 16	351 38	31	2475369	2	3398 2	2423 9
S1	Tratam	4	390339	70*		630692	34**			8679410	6 **			
	Rept	3	897595	88*		14057	01			2588604	8			
	Error	12	74135	27	588 08	419 48	18	376 17	268 33	26	852974	8	1994 8	1422 9
T1	Tratam	4	1270999	68**		134827	58**			1233197	0 **			
	Rept	3	96538	94		5136	95			331867	1			
	Error	12	64479	89	504 13	359 60	06	132 01	94 16	20	217000	6	1006 1	717 7
U1	Tratam	4	1287104	78*		79896	83**			380393	8			
	Rept	3	1717095	90**		4012	28			9675966	1			
	Error	12	276700	92	1136 15	810 42	13	95 83	68 63	22	1307899	6	2470 1	1761 9
V1	Tratam	4	965231	52**		156098	24**			11922337	80**			
	Rept	3	1341220	66**		81368	13*			11544845	80*			
	Error	12	148622	73	735 49	550 12	17	322 40	241 13	26	2006038	30	2702 10	2021 10
W1	Tratam	13	779388	42**		65198	80**			7763540	80 *			
	Rept	3	203622	33*		64507	62*			5110420	90			
	Error	39	65019	19	488 25	364 70	22	281 80	210 50	50	1292221	90	2176 60	1625 80
X1	Tratam	4	1737625	60**		129953	89**			10421086	90**			
	Rept	3	139782	15		12805	59			1205424	00			
	Error	12	244442	30	1067 89	761 7	24	266 3	190 0	24	1857624	90	2943 80	2099 80
Y1	Tratam	4	349000	50**		7140	82			8170983	40*			
	Rept	3	89767	64**		4880	24			926487	70			
	Error	12	20178	75	306 81	218 80	08	208 50	148 70	44	468792	30	1478 80	1054 90
Z1	Tratam	15	2340124	75**		100656	1 **			6917155	3			
	Rept	3	291737	84		70321	3 *			194653	4			
	Error	45	456390	92	1284 81	962 10	16	299 3	224 1	24	1862170	0	2595 2	1943 4
AA1	Tratam	17	1621982	19**		273631	2			15764361	0 **			
	Rept	3	1978347	89**		321118	6 **			2973145	80			
	Error	51	443449	58	1265 60	949 60	14	353 5	265 2	22	2890175	0	3216 5	2413 3
BB1	Tratam	17	1184561	97**		57712	44**			6270078	7 **			
	Rept	3	223804	94		58509	94			2203710	0			
	Error	51	190604	81	828 02	619 76	08	239 25	179 5	30	132605	0	2178 8	1634 8
CC1	Tratam	4	452345	92		85225	00*			4789411	10			
	Rept	3	160581	30		151447	30**			7599904	40			
	Error	12	253167	30	959 90	718 00	19	356 30	266 53	50	2220047	60	2842 60	2126 20

Cuadro (Continuación)

No Sitio	Fuente de Variación	G L	Rendimiento de maíz (Y)			Rendimiento de frijol (Z)			Ingreso Neto (IN)													
			Cuadrados Medios	DMS 0 01	DMS 0 05	CV %	Cuadrados Medios	DMS 0 01	DMS 0 05	CV %	Cuadrados Medios	DMS 0 01	DMS 0 05	CV %								
7504	Tratam.	14	517970	20**						6583947	30											
	Rept	3	907404	30**						17975186	20*											
	Error	42	169633	40	785	70	587	70	14	185425	80	821	60	614	51	41	4309	90	3223	60	22	
7505	Tratam.	14	600420	80*						125274	60											
	Rept	3	670353	30						139242	30											
	Error	42	237252	30	929	20	695	60	16	178270	60	805	50	602	07	60	4672	10	3494	60	28	
7506	Tratam.	14	460982	70						81679	70											
	Rept	3	464087	80						297795	20											
	Error	42	411738	80	1224	2	915	60	31	89880	80	571	90	427	80	73	4503	10	3368	20	50	
7637	Tratam.	9	917481	80						6148	50											
	Rept.	5	715518	60						39793	60**											
	Error	45	330748	60	893	0*	668	70	23	9356	90	150	2	112	50	29	292294288	40	2352	10	1761	30
7643	Tratam.	9	19821	50						6233	50**											
	Rept	2	114315	60						29609	40**											
	Error	18	43105	50	487	90	356	10	13	1658	60	95	7	69	80	27	10660	90	774	40	16	
7649	Tratam.	9	251843	80						28139	60**											
	Rept	3	510665	40						42371	70**											
	Error	27	186841	60	846	90	627	20	39	5532	60	145	90	107	90	18	1894	40	1402	90	33	
7657	Tratam.	9	1240799	10**						30768	70											
	Rept	3	393552	90						47272	40											
	Error	27	382838	10	1212	20	897	70	23	44678	00	414	1	306	60	36	2691	00	1992	80	18	
7663	Tratam.	9	163609	90						46021	40											
	Rept	5	610480	90**						460812	90*											
	Error	45	78590	80	435	30	325	90	28	50689	90	349	6	261	80	31	2154	10	1613	10	31	
7628	Tratam.	13	562465	45						58018	47											
	Rept	5	195898	33						62002	94											
	Error	55	342158	96	896	16	674	46	23	46161	65	329	16	247	73	18	2648	09	19992	99	16	
7631	Tratam.	13	509133	46**						27658	75											
	Rept	5	917819	32**						50031	13**											
	Error	65	122831	37	536	94	404	11	21	13464	29	177	77	133	79	20	1449	39	1090	83	17	
7635	Tratam.	13	560602**							28986	83**											
	Rept	5	3370944	70**						62000	53*											
	Error	65	243761	55	756	40	569	28	20	7553	46	133	15	100	21	22	2022	72	1522	33	21	
7641	Tratam.	13	344705	28**						13275	29*											
	Rept	4	350284	68						7521	28											
	Error	52	60632	56	416	39	312	50	22	5788	79	128	65	96	55	3	982	12	737	08	24	
7647	Tratam.	13	304306	39**						12523	83											
	Rept	3	136476	46						133446	87**											
	Error	39	91228	19	578	34	431	99	30	14710	51	226	20	168	96	45	1719	77	1284	58	38	
7629	Tratam.	1	7896019	24**						75452	31											
	Rept	3	127434	39						259703	61											
	Error	3	842639	10	2034	43	1108	49	20	67292	60	1071	39	583	76	17	9341	39	5089	79	22	
7636	Tratam.	1	8237767	60**						28126	26											
	Rept	3	132832	40						39082	25											
	Error	3	144194	13	1395	68	760	45	13	53810	89	958	07	522	02	56	6205	33	3381	06	29	
7642	Tratam.	1	16951535	30**						138948	16											
	Rept	3	4271	60						4958	44											
	Error	3	70758	20	1098	63	598	60	14	6689	75	337	80	184	05	28	3143	73	1712	91	25	
7656	Tratam.	1	12039684	80**						23839	24											
	Rept	3	212562	80						57990	50											
	Error	3	270937	40	2149	80	1171	30	30	118275	79	1420	40	774	90	55	7810	70	4255	80	45	
7662	Tratam.	1	473249	90						48630	19											
	Rept	3	90266	50						301459	90*											
	Error	3	135919	60	1522	70	829	60	50	5753	50	313	30	170	70	9	7263	60	3957	70	51	
7630	Tratam.	9	3120131	50**						73420	03											
	Rept.	5	327834	30						100061	50*											
	Error	45	241931	00	763	80	571	90	22	39657	50	309	20	231	60	16	1656	40	15			

El coeficiente de variación (CV) para el rendimiento de maíz fluctúa entre 5 y 50, con media de 20, para el rendimiento de frijol el CV fluctúa entre 9 y 73 en los experimentos 7662 y 7506 respectivamente, con media de 32. El hecho de que los coeficientes de variación hayan resultado más altos para el rendimiento de frijol que de maíz, se pueda atribuir a los daños ocasionados por plagas, a una mayor variabilidad en las densidades de población y a rendimientos medios más bajos del cultivo de frijol que de maíz.

El análisis de varianza para el IN', indica que solo en 21 de los 38 sitios experimentales (55.3%), el efecto de tratamientos resultó significativo sobre el IN'.

7.4 Del Efecto de los Factores Estudiados sobre el Rendimiento de Maíz, Frijol e Ingreso Neto (IN') del Sistema

En todos los experimentos, el efecto de los factores se probará al nivel de probabilidad $\alpha = 0.05$.

7.4.1 NITROGENO

Los resultados de los experimentos 7301, 7311, 7321, 7341, 7367 y 7391 (Cuadro 7.2 y Fig. 7.3, 7.4, 7.5, 1A, 2A y 3A) correspondientes a los agrosistemas 2.2, 5.1.2, 2.1.1, 1.2, 1.1.1 y 3 respectivamente, indican que la aplicación de fertilizante nitrogenado a la asociación maíz-frijol incrementó significativamente el rendimiento de maíz e IN' en los 6 agrosistemas, mientras que solo en dos de ellos 2.1.1 (experimento 7321) y 3 (experimento 7391), dicho factor resultó también significativo sobre el rendimiento de frijol, en ambos casos.

cuando la dosis de N se incrementó de 90 a 150 kg/ha, manteniendo constante el nivel de gallinaza en 2 ton/ha

Los resultados obtenidos en relación con la respuesta del frijol a la fertilización nitrogenada, se asocian en el sitio 7321 (agrosistema 2 1 1) con el mayor rendimiento de frijol, y en el sitio 7391 (agrosistema 3) con el mayor rendimiento de maíz respecto a los demás agrosistemas. Se observa en las Figs 7 4 y 3 A que en ambos experimentos cuando se mantuvo constante el nivel de gallinaza en 2 ton/ha y aumentó la dosis de N de 30 a 90 kg/ha se produjo un incremento significativo del rendimiento de maíz, sin embargo, cuando la dosis de N aumentó de 90 a 150 kg/ha, se registró un incremento significativo en el rendimiento de frijol y el rendimiento de maíz se mantuvo estadísticamente igual

Este tipo de respuesta en los 2 agrosistemas se explica como un efecto de competencia por nitrógeno entre ambos cultivos en asociación. En el sitio 7321 la competencia se puede atribuir a la alta producción de frijol que demanda mayor cantidad de N, de tal forma que el maíz con mayor habilidad para competir cubre su propia demanda con los primeros 90 kg/ha de N aplicado, después de éstos hay N disponible para el frijol y es cuando se presenta la respuesta de éste al N aplicado

En el sitio 7391 (agrosistema 3) la mayor producción de maíz representa una mayor competencia por N con el frijol, sin embargo, cuando su demanda ha sido cubierta (con la aplicación de 90 kg de N/ha) la competencia por N desaparece y se presenta la respuesta del frijol a la aplicación de N

De los experimentos 7502, 7504, 7635 y 7647 correspondientes al agrosistema 8 1, cuyos resultados se presentan en los Cuadros 7 5 y 7 6, se observa que solo en el sitio 7635, la aplicación de fertilizante nitrado incrementó significativamente el rendimiento de maíz e IN. Esto último, cuando la dosis de N se aumentó de 60 a 90 kg/ha, manteniendo constante el nivel de P_2O_5 en 60 kg/ha

El efecto de este factor se reflejó en un incremento significativo del rendimiento de frijol en los sitios 7502 y 7504, cuando con niveles constantes de 40 y 20 kg/ha de P_2O_5 respectivamente, se incrementó la dosis de N de 90 a 120 kg/ha, en ambos sitios con 50 mil plantas/ha de frijol. A niveles más bajos de DF, dicho factor no resultó significativo, por lo que tal respuesta se puede atribuir a una interacción positiva con DF, la significancia de tal interacción se confirma con los resultados del análisis de regresión para el experimento 7502 del Cuadro 7 14

El hecho de que en el experimento 7647 (San Andres Azumiatla) el efecto de la aplicación de N no haya resultado significativo sobre el rendimiento de maíz y frijol, se puede atribuir a que dichos cultivos estuvieron afectados por deficiencia de humedad principalmente durante la 2a. quincena de julio y la quincena de agosto (ver Cuadro 11 A), lo que ocasionó además que en este sitio se obtuvieran los más bajos rendimientos dentro del agrosistema 8 1

De los 7 experimentos establecidos en el agrosistema 8 2 - (7432, 7435, 7505, 7506, 7628, 7631 y 7641), solo en 2 de ellos 7628 y 7641, o sea el 14%, la aplicación de N incremento significativamente el rendi-

miento de maíz, sin afectar el rendimiento de frijol en el primero (7628) y ocasionando un decremento significativo del rendimiento de frijol en el segundo. Además en el experimento 7435 se observó un decremento significativo del rendimiento de frijol.

7 4 2 FOSFORO

El efecto de la aplicación de fósforo sobre el rendimiento de maíz y frijol en asociación, se estimó a través de los experimentos 7502, 7504, 7635 y 7647 en el agrosistema 8 1, y de los experimentos 7432, - 7435, 7505, 7506, 7628, 7631 y 7641 en el agrosistema 8 2.

Los resultados de los experimentos correspondientes al agrosistema 8 1 (Cuadro 7 5 y 7 6) indican efecto significativo de fósforo sobre el rendimiento de maíz en los sitios 7504 y 7635, en el sitio 7504 tal efecto se reflejó en un incremento del rendimiento de maíz por la aplicación de 20 kg/ha de P_2O_5 (comparar tratamiento 11 y 1 del Cuadro 7 5), mientras que en el sitio 7635, el incremento de 30 a 60 kg/ha de P_2O_5 , con niveles constantes de 40 kg/ha de N y 25 mil plantas/ha de frijol, produjo un decremento significativo en el rendimiento de este cultivo. En el mismo sitio, cuando la densidad de población de frijol fue de 35 mil plantas/ha, produjo un incremento significativo en el rendimiento de frijol, lo que indica una interacción positiva fosforo -DF. En el resto de los sitios correspondientes a este agrosistema, la fertilización fosfatada no tuvo efecto significativo sobre el rendimiento de maíz y frijol en asociación.

7 4 3 GALLINAZA

El efecto de la aplicación de gallinaza a la asociación maíz-frijol se estimó a través de los 6 experimentos del tipo N-G establecidos en 1973. 7301, 7311, 7321, 7341, 7367 y 7391 en los agrosistemas 2 2, 5 1 2, 2 1 1, 1 2, 1 1 1 y 3 respectivamente. En el Cuadro 7 9 se presentan los resultados de este grupo de experimentos y su representación gráfica en las Figs 7 3, 7 4, 7 5, 1 A, 2 A y 3 A.

De la comparación de los tratamientos 1 vs 2, 3 vs 4, 5 vs 8 vs 9; se observa que solo en los experimentos 7311 (agrosistema 5 1 2) y 7321 (agrosistema 2 1 1) la aplicación de gallinaza incremento significativamente el rendimiento de maíz al nivel $\alpha = 0.05$, en el sitio 7311 cuando la dosis de gallinaza aplicada se incrementó de 0 a 2 ton/ha en presencia de 90 kg/ha de N, en el sitio 7321 al incrementar la dosis de gallinaza de 1 a 3 ton/ha, manteniendo constante el nivel de N aplicado en 120 kg/ha.

Con excepción del experimento 7301 (agrosistema 2 2) en el resto de los sitios, la aplicación de gallinaza al sistema maíz-frijol incremento significativamente el rendimiento de frijol y solo en los experimentos 7311 (agrosistema 5 1 2) y 7321 (agrosistema 2 1 1), en donde la aplicación de gallinaza resultó significativa sobre el rendimiento de ambos cultivos, el efecto de este factor se reflejó en el IN' del sistema.

Como promedio de los 6 experimentos se aprecia en el Cuadro 7.9 que no hubo efecto significativo de gallinaza sobre la producción

Cuadro 7 9 Respuesta de la asociación maíz-frijol a la aplicación de ga
Jilinaza Plan Puebla 1973

Trat No	Variables*		Y	Z	IN'	Y	Z	IN	Y	Z	IN'	Rend Promedio	
	N	G	kg/ha			\$/ha			kg/ha			Mafz Frijol	
			-----	7301	-----'	-----	7311	-----'	-----	7321	-----		
1	60	1	1935a	154a	3526a	2299a	437a	5447a	1492a	822a	5807a		
2	60	3	2696a	203a	4622a	2016a	706b	5150a	1343a	1083b	5921a		
3	120	1	3040a	243a	5978a	3212a	396a	6808a	2087a	798a	6601a		
4	120	3	2926a	221a	4748a	3518a	632b	7673a	2436b	1025b	7666b		
8	90	0	2421a	176a	4894a	2054a	321a	4535a	2070a	466a	5536a		
5	90	2	2758a	213ab	5015a	2783a	567b	6393b	2143a	907b	7044b		
9	90	4	2060a	295b	3383a	2936a	691b	6390b	2050a	1011b	6534ab		
DMS=	0.05		768	113	1699	584	155	1451	325	165	1029		
			-----	7341	-----'	-----	7367	-----'	-----	7391	-----		
1	60	1	1478a	466a	3949a	1793a	536a	5192a	2781a	293a	6360a	1963	451
2	60	3	1364a	546a	3247a	1487a	410a	3005b	2839a	375a	6045a	1957	554
3	120	1	2109a	480a	4965a	2448a	574a	6398a	3368a	390a	7766a	2711	480
4	120	3	2098a	607b	4706a	2382a	505a	5054a	3510a	490a	6997a	2812	580
8	90	0	1935a	292a	4334a	2091a	240a	4623a	3327a	148a	7097a	2316	274
5	90	2	1697a	572b	4320a	1865a	530b	4682a	3444a	368b	7595a	2448	526
9	90	4	1938a	627b	4270a	2210a	492b	4427a	3505a	435b	7221a	2450	591
DMS=	0.05		579	92	1408	614	173	1712	353	107	940	224	56

* Sobre los niveles constantes de P_2O_5 DM y DF consultar Cuadro 7 2

de maíz, mientras que el frijol respondió significativamente a la aplicación de G

De los resultados analizados previamente respecto a la respuesta de la asociación maíz-frijol a la fertilización fosfatada, se pudo observar que el frijol responde más a la aplicación de P_2O_5 que el maíz, la misma tendencia de respuesta se presentó a la aplicación de gallinaza en los experimentos del tipo N-G, donde el P_2O_5 se mantuvo constante en sus respectivos niveles recomendados por el Plan Puebla para cada agrosistema. Relacionando ambos resultados (respuesta de frijol a P_2O_5 y a gallinaza), la respuesta del frijol a la aplicación de gallinaza se podría explicar por su aporte de fósforo y como un efecto sobre la absorción de P_2O_5 por la planta, ya que de acuerdo con Alcalde (1976), la gallinaza puede contribuir a través de la actividad microbiana que genera a la movilización de P del suelo, propiciando una mayor disponibilidad de éste, en aquellos suelos con problemas de fijación de fósforo

El experimento 7301 instalado en suelos pumicíticos del Popocatepetl (agrosistema 2 2), fue el único en que no se manifestó respuesta de los cultivos a la aplicación de gallinaza, lo cual se puede atribuir al efecto residual de 14 ton/ha de gallinaza aplicadas 2 años antes del establecimiento del experimento, ya que de acuerdo con los agricultores de la zona dicho efecto dura hasta 6 años. Tales características de manejo no son frecuentes dentro del agrosistema 2 2, por lo que los resultados aquí obtenidos no se pueden generalizar para todo el agrosistema

7 4 4 GALLINAZA-FECHA DE SIEMBRA

En otro tipo de experimentos se estudió el efecto de la aplicación de gallinaza en 3 fechas de siembra de la asociación maíz-frijol en la zona II (experimentos 7364, 7365 y 7366), y en 2 fechas de siembra en la zona V -(experimentos 7384 y 7385) En esta sección se analiza en forma conjunta el efecto de gallinaza y fecha de siembra de la asociación maíz-frijol, sobre el rendimiento de maíz, frijol e IN' del sistema

De los resultados del Cuadro 7 1 y Figura 7 1 de los experimentos 7364, 7365 y 7366, se puede apreciar que en la primera y segunda fecha de siembra (14 de abril y 4 de mayo respectivamente), la aplicación de gallinaza produce un decremento en el rendimiento de maíz, el cual alcanza significancia estadística al nivel $\alpha = 0.05$ con la aplicación de 9 ton/ha en la primera fecha de siembra En contraste con lo anterior, en la última fecha de siembra (24 de mayo) con menor rendimiento de maíz, la aplicación de 6 ton/ha de gallinaza incremento significativamente el rendimiento de este cultivo, respecto al tratamiento sin gallinaza

En relación con el rendimiento de frijol, se puede apreciar que dicho factor no afectó significativamente el rendimiento de este cultivo en las dos primeras fechas de siembra, mientras que en la última fecha (24 de mayo), al incrementar la dosis de gallinaza de 0 a 3 ton/ha se produjo un incremento de 305 kg/ha de frijol que supero el valor de la DMS (268 kg/ha) al 5% de probabilidad de cometer error tipo I

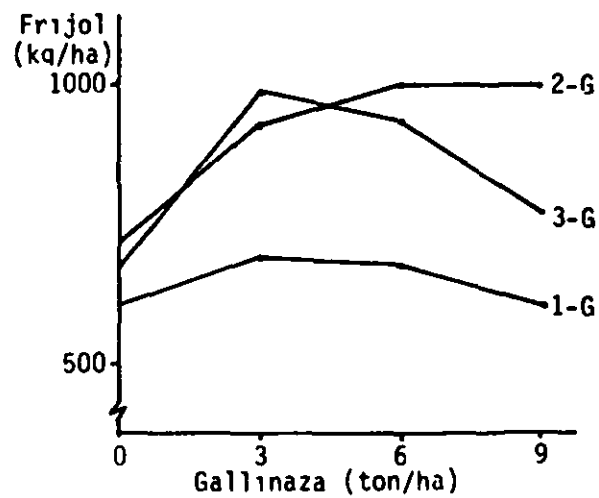
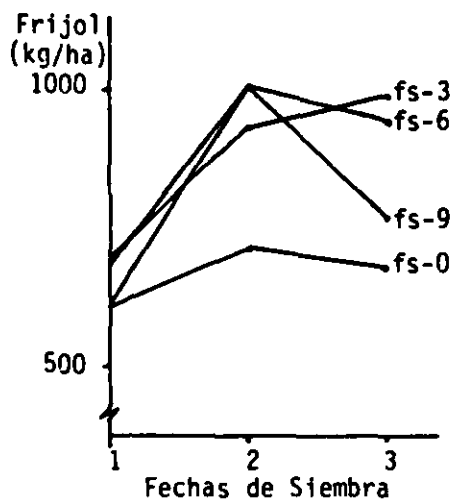
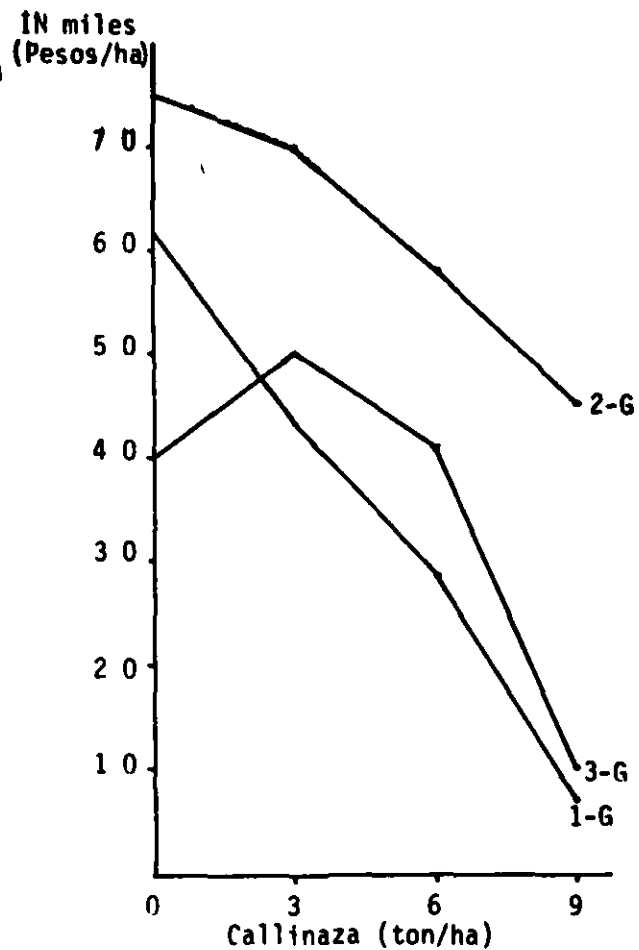
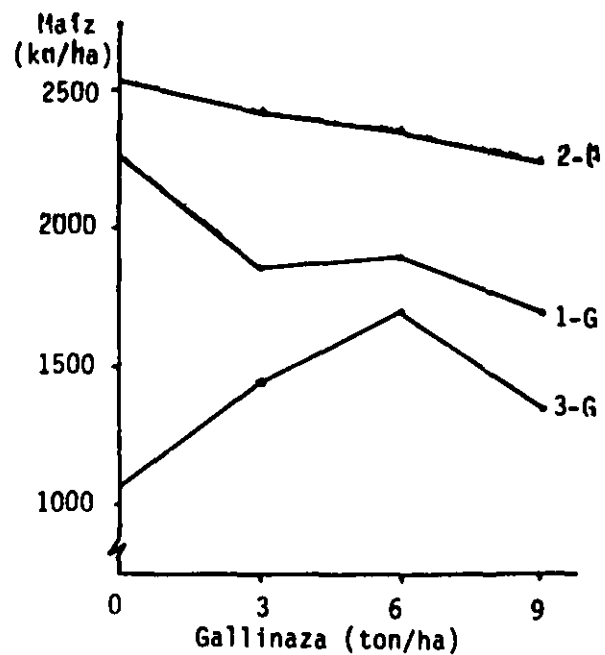
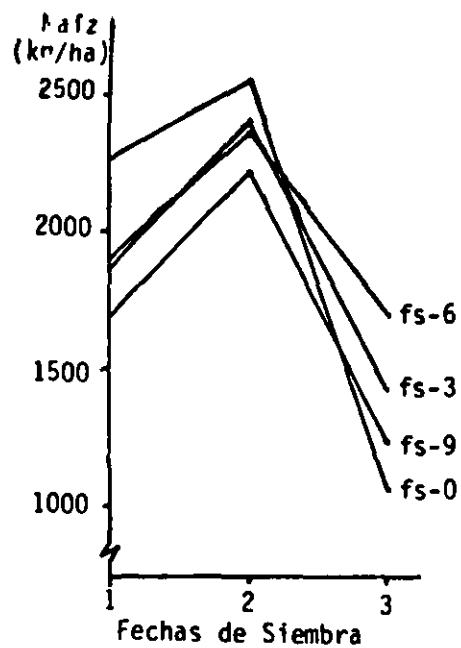


FIG 7.1. Efecto de fecha de siembra y Gallinaza sobre el rendimiento de maíz frijol e ingreso neto de la asociación maíz-frijol Sitios 7364 7365 y 7366

Con excepción de la tercera fecha de siembra, en la que se produce un incremento en el IN' de cerca de \$1,000 00 por la aplicación de 3 ton/ha de gallinaza, la aplicación de este insumo en sus diferentes niveles produce un decremento en el IN' del sistema, de tal forma que el mayor IN' corresponde al tratamiento con cero ton/ha de gallinaza en la segunda fecha de siembra (4/V), lo anterior se puede atribuir al escaso efecto que dicho insumo tiene sobre el rendimiento de maíz y a su alto costo (\$440 00/ton)

De la comparación de las tres fechas de siembra (14 de abril, 4 de mayo y 24 de mayo) se observa que la 2a fecha de siembra, con 2,391 kg/ha de maíz, 920 kg/ha de frijol y \$6,148 00/ha resulta superior tanto en rendimiento de maíz como frijol e IN' a las siembras de 20 días antes y 20 días después. No obstante se observa cierta tendencia en la respuesta de los cultivos a la fecha de siembra de la asociación

- > Rendimiento de maíz en la 1a y 2a fecha de siembra
- > Rendimiento de frijol en la 2a y 3a fecha de siembra

Los resultados discutidos hasta aquí indican una cierta relación entre fecha de siembra de la asociación maíz-frijol y el efecto de la aplicación de gallinaza sobre el rendimiento de ambos cultivos, lo cual puede estar relacionado con el contenido de humedad aprovechable del suelo, ya que los cultivos sembrados antes del 10 de mayo pueden estar sujetos a dos períodos de deficiencia de humedad, el 10 mientras se establece el temporal que puede afectar el desarrollo vegetativo de

la planta, (esta situación se presentó en las 2 primeras fechas de siembra -ver Cuadro 3 A, experimentos 7364 y 7365-) y el segundo durante el período de sequía intraestival (15 de julio - 15 de agosto) que incide directamente sobre la producción del cultivo. Si consideramos que los maíces de ciclo largo tardan en promedio 120 días a la floración y las siembras se hacen por ejemplo en la 2a quincena de abril, la floración coincide precisamente con el período en que se presenta la sequía intraestival, en cambio si la siembra se hace la 1a quincena de mayo, el establecimiento de las lluvias no tardará más de 15 días por lo que el cultivo no sufre de sequía en esta etapa, y alcanza la floración durante la 2a. quincena de agosto cuando ya ha pasado la sequía intraestival. Así mismo se espera que bajo condiciones de suficiencia de humedad los cultivos respondan mejor a los estímulos aplicados, tal situación se pudo haber presentado en este grupo de experimentos, ya que en la 1a fecha de siembra (14 de abril) no se observó respuesta del frijol a la aplicación de gallinaza, mientras que en la siembra del 24 de mayo sí hay respuesta significativa a la aplicación de este insumo, lo mismo se observa para el cultivo de maíz que aunque rindió menos en la tercera fecha de siembra (24 de mayo), presentó respuesta a la aplicación de gallinaza. Cabe aclarar que la precipitación registrada este año (1973) en la estación más cercana al sitio experimental (Huejotzingo) -Cuadro 9 A- fue ligeramente inferior a la media (Cuadro 2 1)

De los experimentos 7384 y 7385 correspondientes al agrosistema 3 (suelos profundos La Malinche), cuyos resultados se presentan en el Cuadro 7 1 se puede observar que no existen diferencias significativas en el rendimiento promedio de maíz y frijol obtenido en ambas fechas

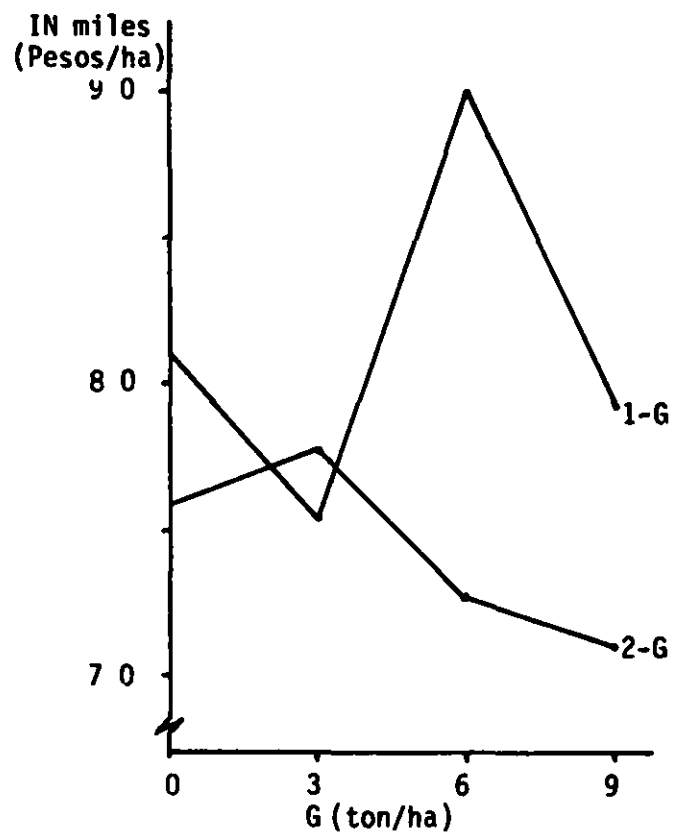
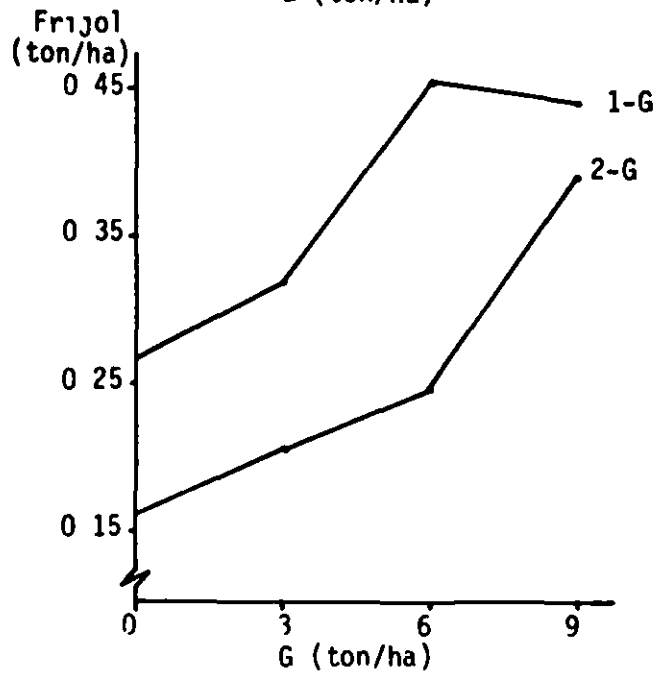
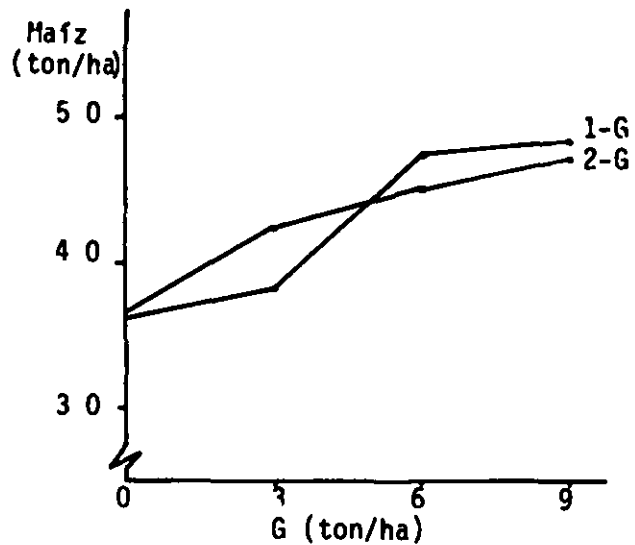


Fig 7 2 Efecto de fecha de siembra y Gallinaza, sobre el rendimiento de maíz frijol e IN de la asociacion maíz-frijol Sitios 7384 y 7385

de siembra (17 de marzo y 2 de abril) En relación con el efecto de gallinaza y a diferencia de los experimentos establecidos en la zona II, se observa en la Figura 7 2 que a medida que aumenta la dosis de gallinaza aplicada, se incrementan los rendimientos de maíz y frijol en ambas fechas de siembra, no obstante tales incrementos solo llegan a ser significativos al nivel $\alpha = 0.05$, cuando la dosis de gallinaza aumenta de 3 a 6 ton/ha en la 1a fecha de siembra En la 2a fecha de siembra el aumentó en la dosis de gallinaza de 6 a 9 ton/ha incrementó significativamente el rendimiento de frijol

7 4.5 DENSIDAD DE POBLACION DE FRIJOL (DF)

Para estimar el efecto de densidad de población en forma glo-bal por agrosistema y debido a que no se puede promediar sobre tratamientos y experimentos de cada agrosistema por la variabilidad que éstos presentan, se consideran aquí los resultados del análisis de regresión rea-lizando en base a observaciones de cada experimento para el rendimiento de maíz y frijol como variables dependientes (ver Cuadro 7 13)

Los resultados de los experimentos 7502, 7504, 7635 y 7647 del agrosistema 8 1 indican efecto significativo y de signo positivo del factor DF sobre el rendimiento de frijol en 3 de los 4 sitios experimentales, mientras que el rendimiento de maíz no resultó afectado por el factor densidad de población

En el agrosistema 8 2 (experimentos 7505, 7506, 7628, 7631 y 7641) la densidad de población de frijol tuvo efecto significativo y de signo negativo en el rendimiento de maíz en 3 de los 5 sitios, mientras que sobre el rendimiento de frijol resultó significativo en 4 sitios, 2

con signo positivo y 2 con signo negativo

En resumen, en el agrosistema 8 1 al incremento en la densidad de población de frijol correspondió un incremento en el rendimiento de frijol; mientras que en el agrosistema 8 2 el incremento en la DF se asoció con un decremento en el rendimiento de maíz, este último se puede explicar como un efecto de competencia de las poblaciones altas de frijol, con el maíz, que se hace mayor en las siembras tardías (agrosistema 8 2) donde el maíz tiene menor habilidad para competir con el frijol

En cada uno de los experimentos del tipo N-G (7301, 7311, 7321, 7341, 7357 y 7391) se incluyó un tratamiento adicional (tratamiento 12) con 40 mil plantas/ha de frijol para probar el efecto de dicho factor, - no obstante debido a que no se obtuvieron los niveles planeados de 40 y 60 mil plantas/ha, y los intervalos entre estos resultaron muy reducidos (de 0 a 11 mil plantas/ha), el efecto de dicho factor no se pudo estimar satisfactoriamente en los agrosistemas correspondientes

El hecho de que en la mayoría de los sitios experimentales el factor densidad de población de frijol (DF) no haya resultado significativo al nivel de probabilidad del 5%, sobre el rendimiento de maíz, frijol e ingreso neto del sistema, se atribuye principalmente a que el espacio de exploración no fue suficientemente amplio en la mayoría de los experimentos, ya que los niveles de población siempre resultaron más bajos de lo planeado

No obstante lo anterior, se pudo observar una clara tendencia de respuesta del cultivo de frijol, al incrementar su densidad de pobla-

ción, por lo que dicho factor se debe considerar y manejar cuidadosamente para lograr una mayor productividad del sistema maíz-frijol

7.4.6 DENSIDAD DE POBLACION DE MAIZ (DM)

El efecto de densidad de población de maíz sobre el rendimiento de maíz, frijol, e ingreso neto de la asociación maíz-frijol, se estimó mediante la comparación de los tratamientos 9, 1 y 10 de los experimentos 7637 y 7649 del agrosistema 8 1, y de los experimentos 7630, 7643, 7657 y 7663 del agrosistema 8 2, cuyos resultados se resumen en el Cuadro 7.30. No obstante que en los 6 experimentos se obtuvieron incrementos - en el rendimiento de maíz como efecto del incremento en la densidad de población del mismo cultivo, dicho efecto solo resultó significativo al nivel $\alpha = 0.05$, cuando la DM se incrementó de 20 a 50 mil plantas/ha en los experimentos 7630 y 7657 (agrosistema 8 2), y de 20 a 40 mil plantas/ha en el sitio 7647 (agrosistema 8 1)

Con excepción de los experimentos 7643 (agrosistema 8 2) y 7649 (agrosistema 8.1) en que se produjo un decremento en el rendimiento de frijol al incrementar la DM de 20 a 40 mil plantas/ha en el primero y de 40 a 50 mil plantas/ha en ambos, dicho factor no afectó significativamente el rendimiento de frijol en el resto de los sitios experimentales.

Al comparar el rendimiento promedio obtenido de los 6 sitios, se observa que el incremento en la densidad de población de maíz de 20 a 40 y 50 mil plantas/ha produce un incremento significativo en el ren-

Cuadro 7 10 Efecto de densidad de población de maíz sobre el rendimiento de maíz, frijol e IN de la asociación maíz-frijol

No Trat	DM Plts/ha	Y		Z	IN		Y		Z	IN		Rend Promedio	
		kg/ha			\$/ha		kg/ha			\$/ha		Maíz	Frijol
		-----	7630	-----	-----	7637	-----	-----	7643	-----			
9	20	1399a	1154a	7456a	1834a	396a	4681a	1577a	189a	3020a			
1	40	1955a	1175a	8768a	2533ab	327a	5856a	1614a	124ab	2737ab			
10	50	2822b	1134a	10528b	2638b	319a	6002a	1579a	96b	2238b			
DMS=	0 05	572	232	1656	669	112	1761	356	70	744			
		-----	7649	-----	-----	7657	-----	-----	7663	-----			
9	20	742a	499a	2621a	1375a	695a	5106a	1021a	803a	4821a	1325	623	
1	40	876a	515a	2949a	3102b	448a	7821b	1264a	876a	5755a	1891	577	
10	50	1282a	350b	3024a	3417b	511a	8894b	1185a	787a	5070a	2163	533	
DMS=	0 05	627	108	1403	898	307	1993	326	262	1613	241	87	

dimiento de maíz y un decremento no significativo en el rendimiento de frijol

De acuerdo con los resultados del experimento 7432 (agrosistema 8.2) planeado para probar el efecto de densidad de población de maíz junto con los factores N y P_2O_5 (Cuadro 7.4), no se encontró efecto significativo (al 5% de probabilidad de cometer error tipo I) de dicho factor sobre el rendimiento de maíz, frijol e IN' del sistema

En relación con el IN' del sistema, se puede observar en el Cuadro 8.A que con excepción del sitio 7643 (que es uno de los de menor productividad -San Juan Tzicotlacoyatl-), el incremento en la densidad de población de maíz a partir de 20 mil plantas/ha se traduce en un incremento en el IN' del sistema, el cual llega a ser significativo al nivel $\alpha = 0.05$, cuando la densidad de población de maíz se incrementa de 40 a 50 mil plantas/ha y de 20 a 40 mil plantas/ha en los experimentos 7630 y 7657 (agrosistema 8.2) respectivamente

De acuerdo con el análisis realizado, se puede recomendar como una primera aproximación para los agrosistemas 8.1 y 8.2 en que se obtuvo esta información, la siembra de 40 mil plantas/ha de maíz, no obstante, es necesario estudiar nuevamente este factor en éstos y otros agrosistemas, en conjunto con mayores densidades de población de frijol

7.4.7 POTASIO

El efecto de la aplicación de potasio sobre el rendimiento de maíz, frijol e IN' de la asociación maíz-frijol, estimado en el agrosis

tema 8 1 mediante la comparación de los tratamientos 1, 4 y 5 de los experimentos 7637 y 7649, en el agrosistema 8 2 mediante la comparación de los tratamientos 4 y 2 de los experimentos 7433 y 7436, y de los tratamientos 1, 4 y 5 de los experimentos 7630, 7643, 7657 y 7663 (Cuadros 8 A y 7 4) fue significativo sobre el rendimiento de frijol en los sitios 7643 y 7657 del agrosistema 8 2. En el primer sitio al incrementar la dosis de K_2O de 0 a 30 kg/ha y en el sitio 7657 al incrementar el nivel de dicho factor de 0 a 60 kg/ha. En el resto de los sitios experimentales, la aplicación de K_2O no tuvo efecto significativo sobre el rendimiento de maíz, frijol e IN' del sistema, sin embargo, la evidencia de respuesta de la asociación maíz-frijol a la aplicación de K_2O en el agrosistema 8 2 nos indica que dicho factor debe continuarse estudiando con el fin de confirmar estos resultados y determinar la dosis óptima, ya que la evidencia experimental aquí obtenida no permite recomendar su aplicación.

7.4.B ELEMENTOS MENORES

La respuesta de la asociación maíz-frijol a la aplicación de elementos menores (1 kg de Mo + 15 kg de Zn/ha) estimada mediante la comparación de los tratamientos 4 y 3, 11 y 14, 1 y 3, de los experimentos 7433, 7435 y 7436 respectivamente, (Cuadro 7 4) nos indica que dicho factor no tuvo efecto significativo sobre el rendimiento de maíz y frijol en asociación en el agrosistema 8 2.

7 4 9 OPORTUNIDAD DE APLICACION DE NITROGENO

En el Cuadro 7 11 se presenta la respuesta en rendimiento de maíz, frijol e IN' de la asociación maíz-frijol a la oportunidad de aplicación de nitrógeno. Al comparar los tratamientos 13, 14 y 15 del primer grupo de experimentos correspondientes a los agrosistemas 2 2, 5 12, 2 1 1, 1 2, 1 1 1 y 3 respectivamente, se aprecia el efecto sobre la asociación del fertilizante nitrogenado siembra, la labor y bandera, siembra y la labor, siembra y 2a labor. Los rendimientos comerciales de maíz de dichos tratamientos, como promedio de los 6 experimentos son 2678, 2571 y 2512 kg/ha, los cuales no difieren estadísticamente entre sí, en tanto que el rendimiento comercial de frijol de 310, 465 y 347 kg/ha sí difiere estadísticamente, correspondiendo el mayor rendimiento al tratamiento con la aplicación del fertilizante en la siembra y la labor.

De la comparación de los tratamientos 1, 2 y 3 del segundo grupo de experimentos (Cuadro 7 11) conducidos en 1976 en la Zona IV en los agrosistemas 8 1 (experimentos 7637 y 7649) y 8 2 (experimentos 7630, 7643, 7657 y 7663), se aprecia el efecto de la oportunidad de fertilización en la siembra y la labor, siembra y 2a labor, y todo en la 1a labor. Como promedio de los 6 experimentos se observa que los rendimientos de 1891, 1688 y 1809 kg/ha de maíz y de 577, 567 y 653 kg/ha de frijol no difieren significativamente entre sí.

No obstante, al analizar los resultados por experimento y agrosistema, se aprecia que en el experimento 7637 (agrosistema 8 1) la oportu-

Cuadro 7 11 Efecto de la oportunidad de aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento de maíz, frijol e IN de la asociación maíz-frijol Ciclo 1973

No Trat	Siembra	Oportunidad de Aplic de N			Y	Z	IN'	Y	Z	IN	Y	Z	IN	Rend	Promedio
		1a Labor	2a Labor	Bandera											
13	50	50	--▲	80	2529a	166a	4604a	3133a	343a	6601a	2248a	513a	5737a		
14	50	100	---▲	--	2425a	123a	4170a	2756ab	347a	5769a	2315a	470a	5670a		
16	50	---	100	--	2621a	208a	5071a	2411b	388a	5417a	2338a	595a	6325a		
			DMS= 0 05		788	113	1699	584	155	1451	325	165	1029		
					-----	7341	-----	-----	7367	-----	-----	7391	-----		
13	50	50	---	50	1901a	406a	4361a	2719a	254a	5651a	3537a	177a	7275a	2678	310
14	50	100	---	--	1785a	416a	4177a	2789a	373a	6423a	3355a	219a	7011a	2571	465
16	50	---	100	--	1970a	399a	4477a	2574a	308a	5627a	3159a	187a	6691a	2512	347
			DMS= 0 05		579	92	1408	614	173	1712	353	107	940	224	56
					-----	7630	-----	-----	7637	-----	-----	7643	-----		
	Siembra	1a Labor		2a Labor											
	N P	N P	N P	N P											
1	30 60	60 0	0 0	0 0	1955a	1175ab	8768ab	2533ab	327a	5856a	1614a	124a	2737ab		
2	30 60	0 0	60 0	0 0	2206a	1362a	10261b	2054b	360a	4897a	1436a	128a	2292a		
3	0 0	90 60	0 0	0 0	1903a	1024b	7892a	2835a	301a	6432a	1599a	253b	3373b		
			DMS= 0 05		572	232	1656	669	112	1761	356	70	744		
					-----	7649	-----	-----	7657	-----	-----	7663	-----		
1	30 60	60 0	0 0	0 0	876a	515a	2949a	3102a	448a	7821a	1264a	876a	5755a	1891	577
2	30 60	0 0	60 0	0 0	1261a	430a	3412a	2374a	560a	6669a	798b	560b	3023b	1688	567
3	0 0	90 60	0 0	0 0	953a	995a	3048a	2785a	591a	7780a	779b	754ab	4007b	1809	653
			DMS= 0 05		627	108	1403	898	307	1993	326	262	1613	241	87

tunidad de aplicación de N resultó significativa sobre el rendimiento de maíz, correspondiendo el mayor rendimiento de éste al tratamiento con N en la siembra y la labor

En 3 de los 4 experimentos correspondientes al agrosistema 8 2 (7630, 7643, 7657 y 7663), se registraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos de oportunidad de aplicación de N, en los experimentos 7643 y 7636 a favor de la aplicación de N en la siembra y la labor, y en el experimento 7630 a favor de la aplicación de N en la siembra y 2a. labor, aunque ésta no difiere significativamente del tratamiento con N en siembra y la labor

La evidencia experimental obtenida de esta investigación permite generalizar como una sola recomendación para todos los agrosistemas, la aplicación de 1/3 de N en la siembra y 2/3 de N en la 1a labor

7 4.10 FUENTE DE NITROGENO

De los resultados del Cuadro 7 12 se aprecia que no existe diferencia significativa entre las fuentes de nitrógeno (urea y sulfato de amonio) cuando estas se aplican junto con superfosfato de calcio simple como fuente de fósforo, no obstante, en 5 de los 6 sitios se presenta consistentemente un mayor rendimiento de maíz, y con excepción del experimento 7663 un menor rendimiento de frijol con la aplicación de SA-SS, respecto a U-SS

Cuando la urea y sulfato de amonio se aplicaron junto con superfosfato de calcio triple, en 2 (7630 y 7649) de los 6 sitios, el SA

Cuadro 7 12 Respuesta de la asociación mafz-frijol a la fuente de N Plan Puebla Ciclo 1976

No Trat	Fuente		Y	Z	IN'	Y	Z	IN'	Y	Z	IN'	Rend Promedio	
	N	P	kg/ha		\$/ha	kg/ha		\$/ha	kg/ha		\$/ha	Mafz	Frijol
			-----	7630	-----	-----	7637	-----	-----	7643	-----		
1	U	ST	1955a	1175a	8768a	2583a	327a	5856a	1614a	124a	2737a		
7	SA	ST	2690b	1270a	10918b	2820a	344a	6611a	1686a	134a	2981a		
6	U	SS	2186a	1377a	10300a	2256a	316a	5179a	1503a	170a	2754a		
8	SA	SS	2300a	1267a	10003a	2631a	288a	5877a	1568a	107a	2528a		
	DMS= 0 05		572	232	1656	669	112	1761	356	70	744		
			-----	7649	-----	-----	7657	-----	-----	7663	-----		
1	U	ST	876a	515a	2949a	3102a	448a	7821a	1264a	876a	5755a	1891	577
7	SA	ST	1587b	283b	3466a	2968a	604a	8278a	863b	669a	3788b	2102	551
6	U	SS	1048a	338a	2455a	2735a	628a	7844a	978a	719a	4301a	1784	591
8	SA	ss	1263b	321a	2870a	2948a	520a	7828a	1162a	778a	5058a	1979	547
	DMS= 0 05		627	108	1403	898	307	1993	326	262	1613	241	87

resultó significativamente superior en rendimiento de maíz e IN' a la urea, mientras que en el sitio 7663 tal efecto resultó a favor de la urea

Al analizar el rendimiento promedio de los 6 sitios se observa que no existen diferencias significativas entre fuentes de N, no obstante que el mayor rendimiento promedio de maíz correspondió a sulfato de amonio

7 4 11 FUENTE DE FOSFORO

Del grupo de experimentos en que se estudió el efecto de fuente de fósforo, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 7 12 se puede apreciar que no existe diferencia significativa entre las fuentes superfosfato de calcio simple (SS) y superfosfato de calcio triple (ST), evaluadas sobre el rendimiento de maíz, frijol e IN'. Una excepción a lo anterior se presentó en el experimento 7649, donde el rendimiento de frijol obtenido con la aplicación de superfosfato triple con urea, resultó estadísticamente superior al obtenido con la aplicación super-simple-urea (SS-U)

7 4 12 GENOTIPOS DE MAIZ Y FRIJOL

De un total de 5 experimentos de genotipos de maíz y 5 experimentos de genotipos de frijol establecidos en 1974, por problemas de plagas en el frijol, heladas tempranas, e inundación, solo se cosecharon completos 3 experimentos de genotipos de frijol (7408, 7416 y 7442) y 1

experimento de genotipos de maíz (7415)

Los rendimientos de maíz, frijol e IN' de estos experimentos se muestran en los Cuadros 7 3 y 7 A

El experimento 7408 de genotipos de frijol resultó fuertemente dañado por una helada ocurrida en el mes de septiembre, presentando una alta variabilidad en el rendimiento de maíz no atribuibles a los factores controlables en el experimento, por lo que este se tuvo que eliminar de la discusión de resultados

Los resultados de los experimentos 7415 y 7416 fueron analizados y discutidos ampliamente por Esquivel (1976) y las conclusiones más importantes de éstos se presentan en la sección 3 3 del Capítulo III, por lo que aquí solo se hará referencia al experimento 7442 de genotipos de frijol.

En el Cuadro 7 3 se presenta el rendimiento de maíz, frijol e IN' de la asociación maíz-frijol, obtenido con los diferentes tratamientos del experimento 7442

Debido a que las densidades de población observadas en este experimento no corresponde a las planeadas, para la comparación entre genotipos se consideraran con igual densidad de población de frijol aquellos tratamientos que no difieran en más de 5, 000 plantas/ha, ya que de acuerdo con los resultados obtenidos en análisis previos sobre el efecto de población de frijol, diferencias de 5 000 plantas/ha o menos no afectan significativamente el rendimiento de maíz y frijol

Haciendo la consideración anterior y con el nivel de fertilización constante de 105 kg de N y 3 ton de gallinaza/ha y con 40 mil plantas/ha de frijol, se pueden comparar entre sí los genotipos N-150 (tratamiento 1), Pue. 39 (tratamiento 4), Pue 19 (tratamiento 5), Pue 32 (tratamientos 3 y 6) y N-172 (tratamiento 12), observándose que el mayor rendimiento promedio (436 kg/ha) de frijol, se obtuvo con la variedad Pue 32 de guía corta, que resultó estadísticamente igual a la variedad N-150, Pue. 39 y Negro 172 y diferente de la variedad Pue 19 a la que corresponde el menor rendimiento (257 kg/ha) de los 5 genotipos estudiados

El menor rendimiento de maíz e IN' de este grupo de tratamientos con 40 mil plantas/ha de frijol, también correspondió a la asociación con la variedad de frijol Pue 19 de guía larga, cuya diferencia de más de 1,200 kg/ha de maíz y de más de \$ 2,700 00 de ingreso neto, respecto a las otras variedades, superó el valor de la DMS al 5% (620 kg/ha de maíz y \$ 1,635 00 pesos/ha) Cabe aclarar que para la comparación de IN' entre variedades de frijol se consideró el mismo precio de grano para todas, siendo que Pue 19 cuesta más

Estos resultados, que coinciden con los obtenidos en el experimento 7416, nos indican que existe un efecto de competencia que puede ser por agua, luz y nutrimentos, de la variedad de frijol Pue 19 de guía larga, con el maíz Pue p 138 con el que se asoció, este mayor efecto de competencia de la variedad Pue 19, se puede atribuir a su hábito de crecimiento, ya que alcanza a enredar toda la planta de maíz, a diferencia de los otros genotipos que son de guía corta

Cuando el maíz se asoció con las variedades N-150, Pue 32 y Pue 39 no hubo diferencia significativa en el rendimiento de este cultivo y el IN' del sistema, al 5% de probabilidad de cometer error tipo I, mientras que la asociación de maíz con el frijol N-172, resultó estadísticamente superior en rendimiento de maíz e IN' al resto de los genotipos. El mayor rendimiento de maíz de este tratamiento, se puede atribuir a una menor competencia por parte del frijol N-172, ya que entre los genotipos de guía corta, éste registró el menor rendimiento de frijol.

Con el mismo nivel de fertilización (105 y 0 kg/ha de N y P_2O_5 respectivamente y 3 ton/ha de gallinaza), al comparar los genotipos N-172 (tratamiento 8), Pue 32 (tratamiento 9) y Pue 39 (tratamiento 10) a un mayor nivel de densidad de población de frijol (promedio 57 mil plantas/ha), se observó nuevamente que la asociación de maíz-frijol Pue 32, con rendimiento 583 kg/ha de frijol, resultó estadísticamente superior a la variedad Pue 39, y aunque su diferencia respecto a la variedad N-172 fue de 132 kg/ha, no llegó a ser significativa al nivel $\alpha = 0.05$. No obstante debe hacerse notar que existe una diferencia de 7 mil plantas/ha entre Pue 32 y Pue 39, por lo que el efecto de genotipo de frijol podría estar confundido con densidad de población de frijol.

En la misma forma, al comparar al efecto de genotipo de frijol sobre el rendimiento de maíz e ingreso neto del sistema, entre los tratamientos 8, 9 y 10, se observa nuevamente que la asociación de maíz con el frijol N-172 resulta superior en rendimiento de maíz e IN' a la asociación con Pue 32 y Pue 39, no obstante que la diferencia en rendimiento de maíz entre dichos genotipos no llega a ser significativa al 5% de

probabilidad de cometer error tipo I, mientras que la diferencia de IN' entre Negro 172 y Pue 39 sí supera el valor de la DMS al 5%

Al nivel de fertilización de 125-0-0-41M y 60F se observa, mediante la comparación de los tratamientos 13, 14, 15 y 16, el mismo comportamiento del frijol Pue 32 y N-172 que se ha indicado anteriormente, aunque aquí no existen diferencias significativas a nivel $\alpha = 0.05$, entre los genotipos N-150, N-172, Pue 32 y Pue 39, al medir su efecto sobre el rendimiento de maíz, frijol e ingreso neto

De la comparación de los genotipos N-150 y Pue 39 (tratamientos 16 y 17 ambos con 80 mil plantas de frijol/ha) se puede observar que no existen diferencias significativas en rendimiento de maíz, frijol e IN' entre ambos genotipos

De la comparación de los tratamientos 11, 1, 7 y 17 (Cuadro 7.3), se puede observar que el incremento en la densidad de población de la variedad N-150 de 30 a 41 y 77 mil plantas/ha no afectó significativamente el rendimiento de maíz e IN' del sistema, mientras que el rendimiento de frijol se incrementó significativamente de 368 a 625 kg/ha al aumentar la densidad de población de frijol de 41 a 77 mil plantas/ha

Lo anterior nos permite considerar que la densidad óptima para la producción de maíz y frijol con el frijol N-150, se encuentra alrededor de 75 mil plantas/ha, ya que con esta se logra el mayor rendimiento de frijol y los más altos rendimientos de maíz e ingreso neto, de todas las combinaciones de genotipos de frijol-densidad de población de frijol

En relación con la variedad Pue 32, al incrementar la densidad de población de 43 a 60 mil plantas/ha se produjo un decremento en el rendimiento de maíz de aproximadamente 300 kg/ha, y un incremento en el rendimiento de frijol de cerca de 150 kg/ha, sin que éstos superen al valor de la DMS al 5%. Un efecto similar de densidad de población de frijol (DF) se observa al comparar los tratamientos 12, 2 y 8 con el genotipo N-172 y los tratamientos 4, 10 y 18 con el genotipo Pue 39, en donde al aumentar la DF de 39 a 58 y de 38 a 80, se produjo un incremento significativo en el rendimiento de frijol y un decremento en el rendimiento de maíz.

El efecto de fertilización sobre los diferentes genotipos, no se puede estimar, debido a que se presentan diferencias en la densidad de población de frijol.

Se puede resumir del comportamiento de los diferentes genotipos de frijol asociados con maíz, que el N-150 tuvo mejor comportamiento, ya que con él se obtienen altos rendimientos de maíz y frijol, mientras que la asociación con N-172 favorece la producción de maíz, en tanto que el Pue 32 favorece la producción de frijol.

7.5 Del Análisis de Regresión

Una vez determinado el efecto de tratamientos sobre el rendimiento de maíz y frijol, se procedió a realizar el análisis de regresión a los experimentos de optimización de acuerdo con los procedimientos indicados en el Capítulo de Materiales y Métodos.

En la primera etapa a partir de los modelos cuadrático y raíz cuadrada propuestos para los experimentos de 1973 y 1976, y de las combinaciones de modelos propuestos para los experimentos de 1974 y 1975, se seleccionaron aquellos modelos que presentaban el menor cuadrado medio de desviaciones de regresión (CMDR), enseguida dichos modelos aproximativos se sometieron al procedimiento de regresión progresiva modificada R P M (Stepwise) para la selección de variables con significancia estadística, considerando los niveles $\alpha = 0.20$ y $\alpha = 0.10$ como criterio de entrada y permanencia de las variables respectivamente. Los modelos reducidos obtenidos por este procedimiento para los 17 experimentos de optimización se presentan en el Cuadro 7.13 para las variables dependientes rendimiento de maíz (Y) y rendimiento de frijol (Z), tales funciones de producción se obtuvieron a partir de los rendimientos observados por parcela, a lo que se atribuye en parte los bajos coeficientes de determinación (R^2) que varían entre 0.05 y 0.69 para los modelos donde la variable dependiente fue rendimiento de maíz (Y) y de 0.03 a 0.56 para las funciones de producción de frijol (Z). Sin embargo dichos modelos se ajustan bastante bien a los datos experimentales, como se demuestra al comparar las gráficas de las Figuras 7.3 a 7.5 correspondientes a los experimentos de 1973 (se presentan para ilustrar la bondad del procedimiento desde el ajuste de las funciones de producción hasta la determinación de los TOE), respecto a los modelos reducidos obtenidos para los mismos experimentos (Cuadro 7.13), en donde se aprecia que las variables seleccionadas como significativas por el procedimiento de regresión progresiva modificada (R P M), son las mismas que gráfica

Cuadro 7 13 Modelos reducidos obtenidos por Regresión Progresiva Modificada R P M (Stepwise) a los niveles de $\alpha=0.20$ y $\alpha=0.10$ de entrada y permanencia

No Expto	Modelo Reducido	CMR	R ²
7391	Y= 2175 3 + 28 1(N-30) - 0 14(N-30) ² Z= 221 2 + 5 16(N-30) - 46 9(N-30) ⁵ + 146G ⁵	83289 1	0 69
7311	Y= 545 1 + 206 5(N-34) ⁵ + 372 6G ⁵ Z= 323 3 + 92 1G	421873 9	0 52
7321	Y= 888 7 + 27 8(N-30) - 0 13(N-30) ² Z= 481 6 + 382 9G-64 1G ²	89452 6	0 67
7341	Y= 848 38 + 23 4(N-30) - 0 11(N-30) ² Z= 310 22 + 154 47G-25 57G ² + 0 35(N-30)G	356030 2	0 27
7367	Y= 1053 8 + 24 0(N-30) - 0 12(N-30) ² Z= 250 6 - 183 3G + 459 4G ⁵	343181 0	0 28
7301	Y= 1448 29 + 153 6(N-30) ⁵ Z= 180 95 + 5 8G ²	781497 0	0 21
7432	Y= 769 9 + 4 39(N-39) + 43 18P - 0 32P ² Z= 277 4 + 26 79P - 6 86P ^{1 25}	217423 9	0 49
7435	Y= 225 4 + 101 3P - 29 1P ^{1 25} Z= 158 9 + 3 03P	78359 7	0 69
7502	Y= 2208 97 + 70 98P ⁵ Z= 215 38 + 0 126(N-62)(D-15 5)	231369 41	0 07
7504	Y= 2130 60 + 89 5P - 27 15P ^{1 25} Z= 228 24 + 50 9(D-14 8) - 0 688(D-14 8) ²	200468 45	0 20
7505	Y= 2610 58 + 56 7(N-58) ⁵ Z= 182 36 + 97 7(D-15 3) ⁵	259738 82	0 05
7506	Y= 2460 75 - 13 21(D-19 6) Z= 396 2	304492 43	0 17
7628	Y= 2616 + 0 09(N-31)P - 0 34P(D-24) Z= 1152 + 2 39(N-31) - 0 06(D-24) ²	347932 48	0 08
7631	Y= 1474 33 + 14 38(N-31) ⁵ P ⁵ - 12 67(N-31) ⁵ (D-23) ⁵ Z= 425 44 + 4 62P ⁵ (D-23) ⁵	162811 39	0 31
7635	Y= 2021 77 + 8 74(N-30) Z= 257 06 + 22 52P ⁵	439948 21	0 10
7641	Y= 810 95 - 108 45P ⁵ + 17 86(N-30) ⁵ P ⁵ Z= 445 87 - 26 71(D-21) + 0 5(D-21) ² + 11 5P ⁵	75853 43	0 38
7647	Y= 313 36 + 78 04(N-31) ⁵ Z= 173 78 + 0 07P(D-21)	131507 61	0 10
		18024 28	0 12

mente muestran efecto significativo sobre el rendimiento de maíz y frijol (ver curvas de respuesta obtenidas por R P M. en las Figuras 7 3, 7 4 y 7 5)

En relación con los cuadrados medios de desviación de regresión (CMDR), se observa en el Cuadro 7 13 que éstos varían entre 75,853 y 439,948 con un valor promedio de 234 032 para los modelos de rendimiento de maíz, exceptuando de este grupo al modelo correspondiente al sitio 7301 que alcanzó un CMDR de 781,497

Los CMDR para el rendimiento de frijol (Z) fluctuaron entre 4,117 y 186,041 con valor promedio de 42,267

Para lograr una mayor precisión en la determinación de los tratamientos óptimos económicos, se procedió a hacer un reajuste de los modelos obtenidos por el procedimiento de R P M en sus coeficientes y exponentes, que hagan mínimo el CMDR, mediante el procedimiento de regresión no lineal (NLIN) ya indicado en el inciso 6 2 15 de Materiales y Metodos. Los modelos así ajustados, con su respectivo CMDR y R^2 se presentan en el Cuadro 7 14, donde se observa que el uso de NLIN no resultó en una mejoría de R^2 en la mayoría de las funciones

En las Figuras 7 3, 7 4 y 7 5 se dibujan las funciones ajustadas por el procedimiento NLIN, identificado a las curvas correspondientes con NL

Los modelos ajustados por el procedimiento NLIN se utilizarán posteriormente para la determinación del TOE

Cuadro 7 14 Modelos reducidos ajustados por el procedimiento de regresión no lineal (NLIN)

No Expto	Modelo Reducido	CMR	R ²
7391	Y= 2175 6 + 26 9(N-34) ^{1 02} - 0 19(N-30) ^{1 95} Z= 196 + 4 17(N-30) ^{1 1} - 24 1(N-30) ⁷ + 177G ³⁶	83231 6 8550 0	0 69 0 56
7311	Y= 493 8 + 105 23(N-34) ⁶⁴ + 706G ^{0 07} Z= 311 62 + 106 5G ⁹¹	401763 5 21354 3	0 54 0 38
7321	Y= 913 6 + 14 6(N-30) ^{1 17} - 0 08(N-30) ^{2 16} Z= 467 0 + 382 2G ⁷⁹ - 33 0G ^{2 1}	86456 9 23197 4	0 68 0 56
7341	Y= 877 5 + 12 2(N-30) ^{1 16} - 0 04(N-30) ^{2 22} Z= 291 1 - 49 7G ^{1 46} + 222G ⁶⁷ + 0 97(N-30) ⁷² G ^{1 46}	355057 9 6681 7	0 27 0 58
7367	Y= 1142 2 + 3 6(N-30) ^{1 45} - 0 008(N-30) ^{2 65} Z= 240 4 + 459 9G ¹³ - 147 5G ⁵⁹	338097 1 14323 6	0 29 0 36
7301	Y= 1509 25 + 95 2(N-30) ⁶ Z= 191 7 + 0 57G ^{3 7}	779620 2 8843 2	0 21 0 09
7432	Y= 642 7 + 36 07(N-39) ⁶ + 29 7P ^{1 1} - 0 19P ^{2 14} Z= 256 3 + 79 3P ⁵ - 5 3P ⁸	215300 6 47194 8	0 49 0 26
7435	Y= 239 5 + 64 2P ^{1 08} - 13 6P ^{1 4} Z= 141 67 + 8 6P ⁷⁷	77932 6 27811 4	0 69 0 20
7502	Y= 2183 037 + 103 13P ^{0 41} Z= 182 99 + 0 757(N-62) ⁸² (D-15 5) ⁷³	231230 3 44320 5	0 07 0 21
7504	Y= 2138 10 + 57 17P ^{1 11} - 13 67P ^{1 42} Z= 430 38 + 1 31(D-14 8) ^{2 07} - 0 011(D-14 8) ^{3 25}	196223 6 166815 9	0 20 0 26
7505	Y= 2638 56 + 37 47(N-58) ⁵⁸ Z= 125 27 + 138 58(D-15 3) ⁴³	259547 1 136954 8	0 05 0 11
7506	Y= 2349 69 - 3 20(D-19 6) ^{1 3} Z= 396 2	303130 0	0 17
7628	Y= 2517 56 + 0 00028(N-31) ^{1 3} P ^{2 0} - 0 00026P ^{2 0} (D-24) ^{1 3} Z= 1089 9 + 18 59(N-31) ⁵⁴ - 0 22(D-24) ^{1 82}	344400 1 43378 9	0 09 0 13
7631	Y= 1481 4 + 2 0(N-31) ⁷⁸ P ⁷² - 9 1(N-31) ⁷⁸ (D-23) ³⁸ Z= 398 1 + 60 77P ²⁵ (D-23) ¹²	161367 7 14430 5	0 32 0 20
7635	Y= 2021 77 + 8 74(N-30) Z= 263 34 + 15 25P ⁵⁹	439948 2 12250 4	0 10 0 15
7641	Y= 789 21 + 4 4P ³⁸ + 2 18(N-30) ⁹⁵ P ³⁸ Z= 169 28 - 5 18(D-21) ^{1 3} + 0 46(D-21) ^{2 1} + 8 68P ³⁸	75606 1 4079 3	0 38 0 46
7647	Y= 313 36 + 78 04(N-31) ⁵ Z= 179 57 + 0 03P ⁸⁶ (D-21) ^{1 43}	131507 6 17942 1	0 10 0 13

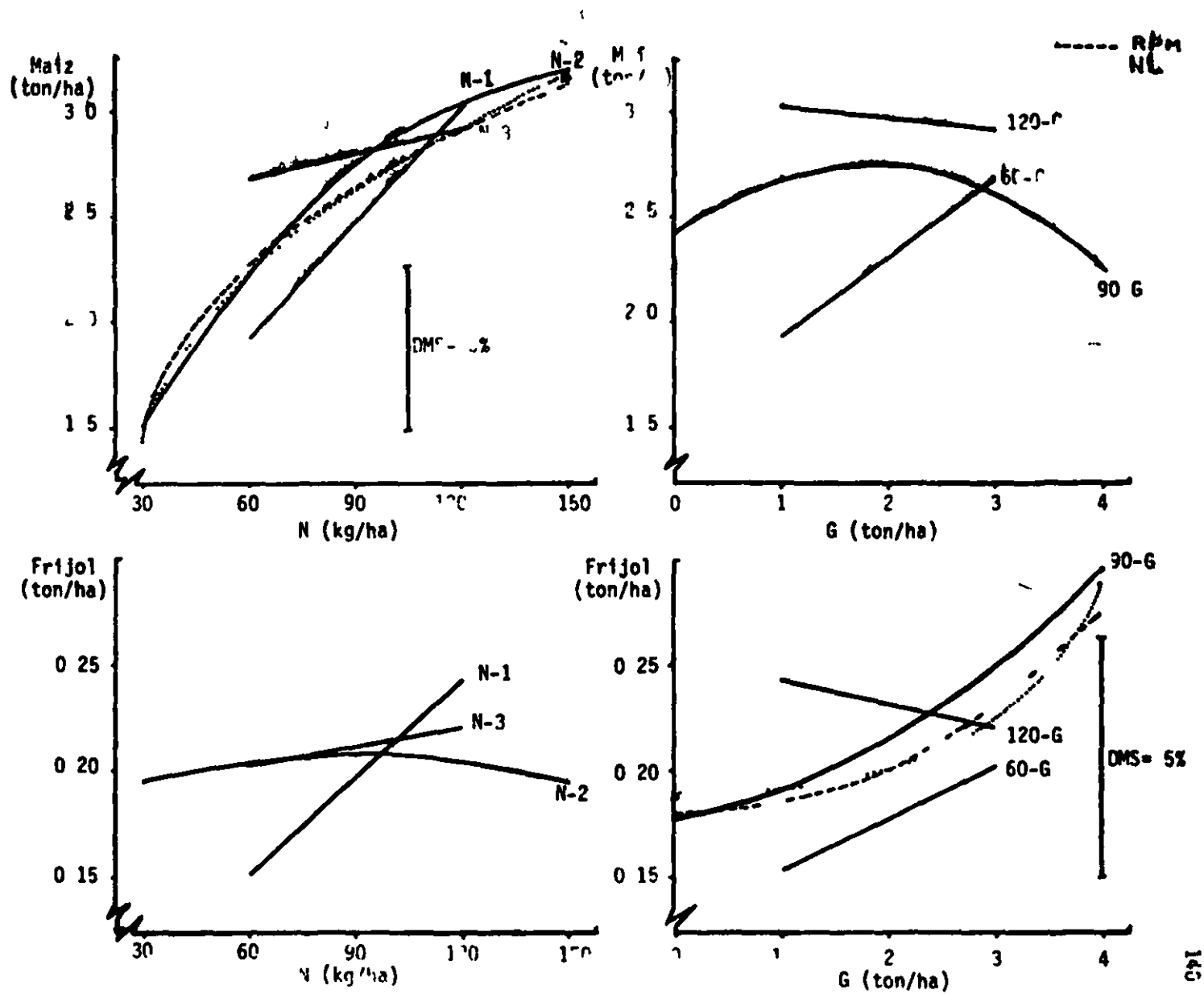


Fig 73 Respuesta del maíz y frijol a aplicación de Gallinaza (G) y fertilizante nitrogenado (N) Experimento 7 N1

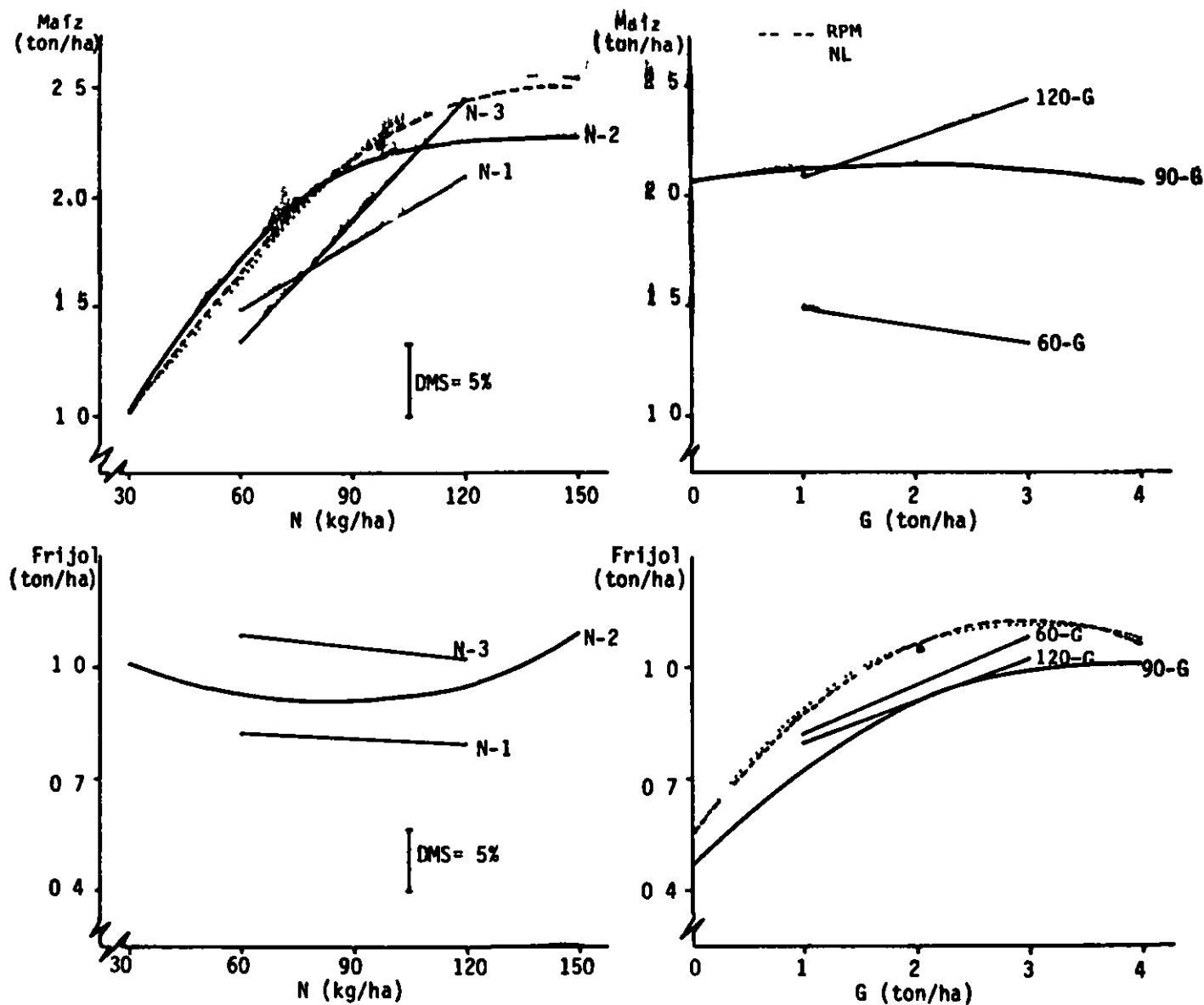


Fig 7 4 Respuesta del maíz y el frijol asociados a la aplicación de Gallinaza (G) y fertilizante nitrogenado (N) Experimento 7321

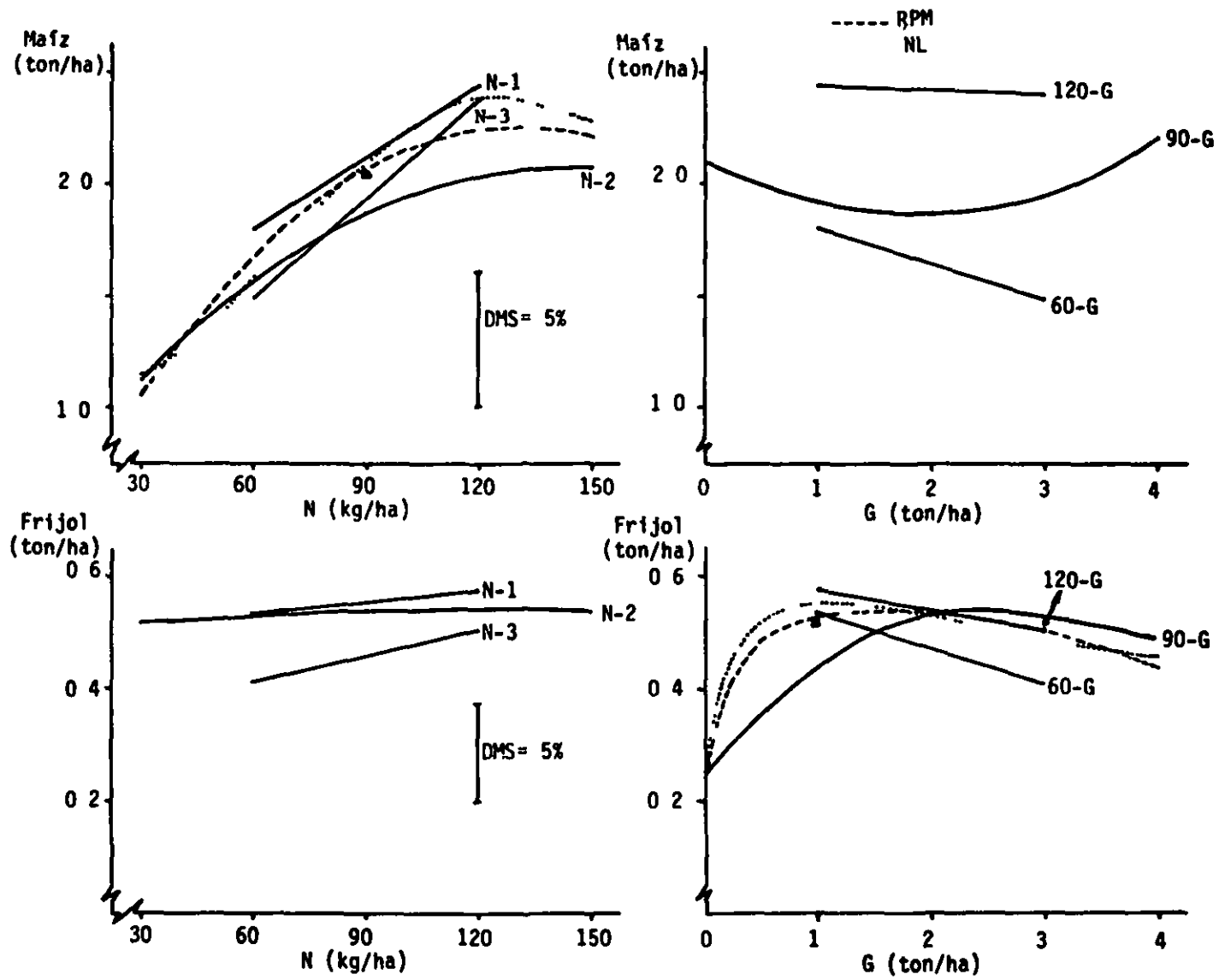


Fig 7 5 Respuesta del maíz y el frijol asociados a la aplicación de Gallinaza (G) y fertilizante nitrogenado (N) Experimento 7367

7.6 Análisis de los Procedimientos para la Determinación de Dosis Óptima Económica de Insumos de Producción

Con el objeto de seleccionar la metodología adecuada para la de terminación del tratamiento óptimo económico de insumos de producción pa ra la asociación maíz-frijol, se revisaron algunos de los procedimientos más usados para la optimización de insumos en cultivos sembrados solos, seleccionando de éstos el más aplicable y que reuniera las característi cas indicadas de acuerdo con los objetivos de la presente investigación

Las posibilidades y restricciones encontradas en los diferentes métodos revisados, para su aplicación en cultivos asociados son

1) **Método Gráfico** Este método descrito por Turrent y Laird (1975), permite encontrar una solución aproximada al tratamiento óptimo económico de capital ilimitado (TOECI) en los cultivos sembrados solos sin embargo, presenta las siguientes restricciones para ser aplicable a cultivos asociados

a) Es aplicable y fue descrito para la interpretación de ex perimentos con la matriz Plan Puebla, siendo que se busca un procedimien to aplicable a diferentes matrices experimentales

b) Solo permite la optimización de insumos para capital ili mitado, cuando se requiere un procedimiento que además permita la optimiza ción bajo capital limitado

c) Requiere que los datos de rendimiento se pueden interpre tar gráficamente, lo que restringe su aplicación en experim entos de cul

tivos asociados, ya que aún cuando la matriz utilizada fuera graficable (PPI), no sería posible determinar las DOE sobre las curvas de respuesta de maíz y frijol, debido a que no se puede separar el efecto de los insumos aplicados, ni tampoco se podría calcular la relación precio factor/producto para cada cultivo

2) Método Grafico-Estadístico Este método propuesto por Tu rent (1978), para la interpretación económica de experimentos conducidos con la matriz Plan Puebla I, no obstante que introduce algunas modificaciones al método grafico (prueba de hipótesis sobre la respuesta de cada uno de los factores, el criterio de selección de la función específica sobre la que se localiza el TOECI, permite el cálculo de un TOECL), sigue presentando las mismas restricciones que el procedimiento original, para ser aplicable a experimentos con asociación maíz-frijol

3) Metodos de Evaluacion Economica Este metodo propuesto por Perrín et al (1976), a diferencia de los mencionados anteriormente, ~~puede ser aplicable~~ para la determinación del tratamiento óptimo económico (TOE) en cultivos asociados, ya que para la interpretación económica se trabaja directamente con beneficios netos, lo que permite manejar ~~como un solo~~ cultivo a la asociación maíz-frijol, además con este procedimiento se puede determinar el TOECI y TOECL de los resultados obtenidos con cualquier matriz experimental y no requiere del uso de computadora

No obstante que este procedimiento puede ser aplicable para la optimización de insumos de producción en cultivos asociados, tiene el in

conveniente de que trabaja con variables discretas, por lo que el TOE de terminado siempre corresponde a alguno de los tratamientos estudiados, el cual no siempre está formado por la combinación óptima de insumos. Al respecto, Aveldaño y Volke (1977), señalan que a medida que se haga una buena elección del espacio de exploración y de la matriz experimental - (se requieren intervalos pequeños), se tendrá mayor precisión en la estimación de los óptimos económicos.

4) Método de Evaluación Económica Modificado. Este método - propuesto por Laird (1976), es una combinación del método de evaluación económica propuesto por Perrin et al (1976) y el método gráfico propuesto por Turrent y Laird (1975), permite la determinación del TOE en una función continua, en lugar de trabajar con variables discretas como lo hace el método original. Tal modificación al método original no permite la aplicación de este método a la asociación maíz-frijol, ya que no se pueden interpretar gráficamente los rendimientos de ambos cultivos por separado.

5) Método Matemático. Existen algunos procedimientos en los que a partir de una función de producción se determina la combinación óptima de insumos variables, resolviendo mediante derivadas parciales con diferentes procedimientos según el criterio de optimización adoptado. Para la utilización de estos métodos en asociación maíz-frijol, - aparte de los problemas que se pueden tener para resolver mediante derivadas parciales los modelos con exponentes fraccionarios, no es posible mediante el procedimiento de derivadas llegar a una solución conjunta.

de las dos funciones de producción definidas para maíz y frijol, lo que hace que este procedimiento no pueda ser aplicado para la determinación de óptimos económicos en experimentos de cultivos asociados

5 a) Método de Funciones Anómalas Como una variante del método anterior, para casos en que las funciones de producción estimadas dan lugar a un conjunto de dosis óptimas que caen fuera del espacio de exploración estudiado, Martínez Garza (1972) propone el método de funciones anómalas, usado por algunos investigadores (Villalpando, 1975, Zárate, 1976, Estrada, 1977 y Ortíz, 1977), en la optimización de insumos - para el cultivo de maíz a partir de funciones de producción obtenidas - por el procedimiento de regresión progresiva modificada (Stepwise) No obstante que algunos investigadores han encontrado casos en que las DOE determinadas por este método no coinciden con el tipo de respuestas observadas debido a problemas en la selección del modelo de regresión, el método en sí se ajusta para ser aplicado a cultivos asociados

5 b) Método NLIN-Funciones Anómalas En este método a diferencia del anterior se introduce el procedimiento de regresión no lineal (NLIN), propuesto por Volke (1977) como una alternativa para lograr un mejor ajuste de los modelos reducidos previamente obtenidos por el procedimiento de regresión progresiva modificada, esto permite una mayor precisión en la determinación de los tratamientos óptimos económicos - (TOE) con el procedimiento de funciones anómalas, descrito en la sección 6 2 2 2 en su aplicación a cultivos asociados

Teniendo en mente las características que debería reunir el procedimiento para la determinación de DOE en asociación maíz-frijol, se seleccionó el método NLIN-funciones anómalas, el cual además puede ser aplicable a cualquier sistema de cultivos asociados por las siguientes razones

- a) Es un procedimiento que puede partir de las funciones de producción definidas previamente para dos o más cultivos
- b) El procedimiento NLIN permite un razonable ajuste de los modelos, a partir de los cuales se determina con mayor precisión los TOECI y TOECL
- c) Es un procedimiento que puede ser aplicable a todo tipo de matrices experimentales, asegurando además que el TOE quedará dentro del espacio de exploración estudiado
- d) Permite mediante un programa de computo la fácil determinación de los TOECI y TOECL, así como la estimación directa de los rendimientos, costos e ingresos netos esperados con cada combinación óptima de insumos

No obstante de que para los objetivos de la presente investigación, este método resulto ser el más apropiado para la determinación de TOECL y TOECI, lo laborioso del método y la necesidad de computo para su utilización, se presentan como principales restricciones para su uso extensivo, por lo que se propone como alternativa al procedimiento de eva-

luación económica descrito por Perrín, et al (1976), cuando no se dispone de facilidades de cómputo

7 7 Determinación del Tratamiento Óptimo Económico para Capital Ilimitado y Capital Limitado (TOECI y TOECL)

A partir de los modelos reducidos y ajustados por el procedimiento de regresión no lineal (NLIN) - (Cuadro 7 14), obtenidos para cada cultivo en asociación (funciones de producción de maíz y funciones de producción de frijol) de los experimentos de matriz experimental, se procedió a determinar el TOECI y TOECL para cada sitio experimental siguiendo el procedimiento descrito por Martínez Garza (1972) para funciones de producción anómalas mediante el programa de cómputo que se presenta en el Cuadro 5A

De acuerdo con lo indicado en la Sección 6 2 2 2 del Capítulo de Materiales y Métodos, con dicho programa de cómputo solo se van imprimiendo en la hoja de salida (ver Cuadro 6 A) las ganancias crecientes, obtenidas por las combinaciones dentro del espacio de exploración de los diferentes niveles de insumos aplicados, con sus respectivos costos y rendimientos calculados de maíz y frijol, en esta forma y de acuerdo con el criterio de optimización para capital ilimitado, la combinación de insumos - que da la mayor ganancia se encontrará en el último renglón (hilera) impreso (a), de donde se obtiene para cada experimento el tratamiento óptimo económico para capital ilimitado (TOECI), tales valores para cada uno de los experimentos se presentan en el Cuadro 7 15

Cuadro 7 15 DOECI de nitrógeno (N), Fósforo (P_2O_5), Gallinaza (G), densidad de población de maíz (DM) y densidad de población de frijol (DF)*, para el sistema de asociación maíz-frijol

Expto No	N	P_2O_5	G	DM	DF	Z	Y	CV	IN
7301	150	(60)	0	(38)	(33)	192	3434	1971	6851
7311	170	(67)	4	(44)	(47)	688	4088	4091	8708
7321	95	(57)	2	(37)	(45)	986	2426	2479	8007
7341	110	(59)	2	(38)	(45)	586	2363	2608	5735
7367	90	(40)	1	(38)	(37)	553	2389	1802	6433
7391	115	(27)	1	(38)	(38)	476	3595	1991	8623
7432	95	70	(0)	30	(40)	758	2694	1628	8534
7435	30	60	(0)	(40)	(35)	343	1387	1042	4065
7502	155	60	(0)	(39)	55	1065	2736	2143	9448
7504	60	40	(0)	(39)	40	1373	2995	1108	12617
7505	80	0	(0)	(39)	50	870	3114	1025	10459
7506	70	0	(0)	(44)	25	396	2140	752	6128
7628	55	0	(0)	(40)	25	1174	2518	632	11002
7631	30	60	(0)	(37)	25	647	1584	912	5949
7635	120	60	(0)	(40)	20	434	3071	1594	7608
7641	120	60	(0)	(38)	35	448	1744	1709	4723
7647	125	60	(0)	(39)	35	343	1186	1749	2683

* Las cantidades entre parentesis indican los niveles en que se mantuvieron constantes los factores correspondientes

Para todos los sitios experimentales y niveles de capital, el tratamiento óptimo económico (TOE) está formado por las dosis óptimas - económicas de N, P₂O₅, gallinaza, densidad de población de maíz y densidad de población de frijol, en ese orden, no obstante que en todos los - experimentos uno o más de los factores permanecieron constantes, en cuyo caso el nivel de dicho(s) factor(es) se presenta(n) entre parentesis

En la determinación del tratamiento óptimo económico para con diciones de capital restringido, se usó el criterio de optimización para capital limitado (Volke y Villa Issa, 1978), que establece que el tratamiento óptimo económico para capital limitado (TOECL), estará definido - por la combinación de insumos cuyos costos variables no excedan el costo variable económicamente factible de usar por el agricultor

No obstante que para este criterio se debe establecer previamente los niveles de capital a los cuales se va a optimizar, tratando de presentar diferentes alternativas para la producción de la asociación - maíz-frijol en el área del Plan Puebla, y en base a las consideraciones establecidas en la sección 6 2 2 1 1 , los TOECL se determinaron para los niveles de capital establecidos en 75%, 60% y 50% del costo variable del TOECI determinado previamente para cada sitio

Buscando mantener cierto equilibrio entre los niveles de N y P₂O₅ a recomendar, cuando el segundo factor era constante en el experimen to, para el cálculo de su DOE se consideró la proporción en que el nivel de este insumo bajó al pasar de un nivel de capital a otro en aquellos ex perimentos donde P₂O₅ fue variable, así se encontró que al pasar del TOECI

al nivel de 75% del costo del TOECI, la DOE de P_2O_5 se redujo como promedio de 9 experimentos en un 24%, permaneciendo prácticamente constante para los otros niveles de capital, por lo que se decidió recomendar para los diferentes niveles de capital limitado el nivel promedio de fósforo aplicado en cada experimento menos el 24% de éste, con excepción del sitio 7391, en el que de por sí era bajo el nivel aplicado (27 kg/ha)

Los tratamientos óptimos económicos (TOE) para la asociación maíz-frijol, obtenidos por experimento de optimización con los diferentes niveles de capital limitado, se presentan junto con los rendimientos estimados de maíz (Y) y frijol (Z), costos variables (CV), e ingresos netos (IN'), en el Cuadro 7 16 Cabe señalar que los rendimientos estimados, se expresan como rendimiento comercial (80% del rendimiento experimental), en kg/ha y al 14% de humedad del grano

Sobre las funciones de respuesta de maíz y frijol, ajustadas por el procedimiento NLIN (Fig 7 3, 7 4 y 7 5), se marcan las dosis óptimas económicas de N y gallinaza determinadas para capital limitado - en los experimentos 7301, 7321 y 7367

En los Cuadros 7 15 y 7 16 se puede observar que existen importantes variaciones tanto en las DOE de insumos variables, como en los rendimientos estimados de maíz y frijol para los diferentes sitios experimentales, tales variaciones se hacen cada vez menores a medida que baja el nivel de capital para el cual se determinó el tratamiento óptimo económico, lo anterior como consecuencia de que en algunos casos se un

Cuadro 7 16 DOECL^{a/} de nitrógeno (N)*, fósforo (P₂O₅)[‡], gallinaza (G)*, densidad de población de maíz (DM)*, densidad de población de frijol (DF)*, para diferentes niveles de capital en asociación maíz-frijol.

Expto No	Nivel de Capital 1 ^{b/}									Nivel de Capital 2 ^{b/}									Nivel de Capital 3 ^{b/}								
	N	P ₂ O ₅	G	DM	DF	Z	Y	CV	IN	N	P ₂ O ₅	G	DM	DF	Z	Y	CV	IN	N	P ₂ O ₅	G	DM	DF	Z	Y	CV	IN
7301	115	(45)	0	(38)	(33)	192	3158	1571	6601	90	(45)	0	(38)	(33)	192	2926	1371	6287	75	(45)	0	(38)	(33)	192	2779	1251	6071
7311	160	(50)	2	(44)	(47)	512	3944	3051	8539	125	(50)	2	(44)	(47)	512	3548	2771	7912	85	(50)	2	(44)	(47)	512	3042	2451	7074
7321	60	(45)	2	(37)	(45)	986	2116	2103	7675	60	(45)	1	(37)	(45)	816	2116	1663	7264	60	(40)	1	(37)	(45)	816	2116	1663	7264
7341	105	(45)	1	(38)	(47)	491	2341	2016	5814	75	(45)	1	(38)	(45)	485	2122	1776	5508	55	(45)	1	(38)	(40)	481	1859	1577	5084
7367	55	(30)	1	(38)	(37)	553	2017	1442	5940	35	(30)	1	(38)	(37)	553	1667	1282	5300	30	(30)	1	(38)	(37)	553	1576	1242	5130
7391	75	(27)	1	(38)	(38)	360	3514	1671	8175	45	(27)	1	(38)	(38)	302	3164	1431	7321	30	(27)	1	(38)	(38)	288	2895	1311	6761
7432	45	70	(0)	30	(40)	758	2494	1221	8475	30	55	(0)	30	(40)	711	2357	976	8164	30	45	(0)	30	(40)	674	2225	880	7759
735	30	40	(0)	(40)	(35)	289	1310	875	3778	30	40	(0)	(40)	(35)	289	1310	875	3778	30	40	(0)	(40)	(35)	289	1310	875	3778
7502	120	30	(0)	(39)	55	898	2599	1623	8820	75	30	(0)	(39)	55	670	2599	1263	8036	60	20	(0)	(39)	55	588	2535	1062	7683
7504	60	15	(0)	(39)	35	1341	2654	875	11915	60	15	(0)	(39)	35	1341	2654	875	11915	60	15	(0)	(39)	35	1341	2654	875	11915
7505	60	0	(0)	(39)	50	870	3041	875	10452	60	0	(0)	(39)	50	870	3041	875	10452	60	0	(0)	(39)	50	870	3041	875	10452
7506	70	0	(0)	(44)	25	396	2140	752	6128	70	0	(0)	(44)	25	396	2140	752	7128	70	0	(0)	(44)	25	396	2140	752	6128
7628	55	0	(0)	(40)	25	1174	2518	632	11002	55	0	(0)	(40)	25	1174	2518	632	11002	55	0	(0)	(40)	25	1174	2518	632	11002
7631	30	55	(0)	(37)	25	642	1551	875	5887	30	55	(0)	(37)	25	642	1551	875	5887	30	55	(0)	(37)	25	641	1551	875	5887
7635	100	30	(0)	(40)	20	377	2896	1195	7321	70	30	(0)	(40)	20	377	2634	956	6961	55	35	(0)	(40)	20	388	2502	875	6795
7641	75	50	(0)	(38)	35	485	1352	1282	4252	50	45	(0)	(38)	35	483	1151	1025	4024	45	30	(0)	(38)	35	478	1069	875	3968
7647	70	60	(0)	(39)	35	343	966	1311	2620	40	55	(0)	(39)	35	332	807	1049	2476	30	45	(0)	(39)	35	307	741	875	2364

a/ Las cantidades entre paréntesis indican los niveles en que se mantuvieron constantes los factores correspondientes

b/ Los niveles de capital 1, 2 y 3 corresponden al 75% 60% y 50% del CV del TOECI

* Los niveles de los factores N, P₂O₅ se expresan en kg/ha G en ton/ha DM y DF en miles de plantas/ha

formiza tal nivel de capital en un mínimo de \$ 875 00

Las variaciones entre sitios de la DOE de los insumos variables (en Cuadro 7 15 N 30 a 170 kg/ha, P de 0 a 70 kg/ha, Gallinaza de 0 a 4 ton/ha, y densidad de población de frijol de 20 a 55 mil plantas/ha), se pueden atribuir a variaciones en el contenido de nutrientes asimilables del suelo (N y P), a variaciones climáticas, edáficas y de manejo, que modifican la respuesta de los cultivos a los insumos aplicados. Para reducir esta variación se agrupan las recomendaciones por agrosistemas.

Un aspecto interesante que muestran los resultados de los Cuadros 7 15 y 7 16 en relación a los costos variables (CV) e ingresos netos (IN'), es que mientras los CV se reducen en un 22 6%, 34 3% y 44 2% respecto al costo del TOECI, los IN' solo se reducen en 4 7%, 10 9% y 15 4% respecto al IN' del TOECI, las cifras anteriores se obtuvieron como promedio de 11 experimentos que mostraron variación en CV e IN' para los diferentes niveles de capital. Esto demuestra el alto potencial productivo de la asociación maíz-frijol, o sea que se puede producir perfectamente bien al 75% del nivel de capital limitado sin que se reduzcan sensiblemente los ingresos netos.

7.8 De la Relación de Superficie Equivalente (RSE)

La eficiencia de la asociación maíz-frijol respecto a ambos cultivos sembrados solos se ha discutido en párrafos anteriores en relación con rendimiento e ingreso neto, sin embargo, considerando la escasa disponibilidad del recurso tierra por los agricultores que practican este sistema de cultivo, conviene hacer un breve análisis de la eficiencia de tal sistema de cultivo para aumentar el aprovechamiento de la dimensión espacio

Para ello, en la forma indicada en la sección 6.2.3 se determinó la relación de superficie equivalente (RSE) en aquellos experimentos que incluyeron los cultivos simples de maíz y de frijol (experimentos 7311, 7321 y 7367), ambos con su respectiva tecnología recomendada para capital limitado. Tales índices se calcularon además para todos los tratamientos de dichos experimentos y para los TOECI determinados en la presente investigación y se presentan en el Cuadro 7.17

En dicho Cuadro se puede apreciar que los valores más bajos de RSE en los 3 experimentos (0.64 promedio), correspondieron al tratamiento con maíz solo-tecnología tradicional (tratamiento 14), lo cual indica en comparación con el tratamiento 16 (maíz solo tecnología recomendada), que con solo aplicar este último tratamiento al cultivo de maíz, se están ganando 0.36 ha de tierra, en otras términos significaría que para obtener el rendimiento de una ha con la tecnología tradicional, solo se necesitarían sembrar 0.64 ha del mismo cultivo con la tecnología recomendada

Por otra parte el tratamiento con asociación maíz-frijol-tecnología recomendada (tratamiento 15) con un valor promedio de los tres experimentos

Cuadro 7 17 Relación de superficie equivalente (RSE) calculada para los diferentes tratamientos de los experimentos 7311, 7321 y 7367, como índice de eficiencia de la asociación -maíz-frijol, en el uso de la tierra

No Trat	N*	P ₂ O ₅ *	G*	DM*	DF*	R S E			X
						7311	7321	7367	
1	60	40	1	40	40	1 16	1 73	1 02	- -
2	60	40	3	40	40	1 40	2 10	1 81	- -
3	120	40	1	40	40	1 37	1 86	1 21	- -
4	120	40	3	40	40	1 74	2 32	1 11	- -
5	90	40	2	40	40	1 45	2 04	1 03	- -
6	30	40	2	40	40	0 97	1 88	0 85	- -
7	150	40	2	40	40	1 55	2 53	1 07	- -
8	90	40	0	40	40	0 96	1 33	0 74	- -
9	90	40	4	40	40	1 64	2 19	1 06	- -
10	120	40	10	40	40	1 94	2 37	1 06	- -
11	120	40	3	40	40	1 73	2 18	1 24	- -
12	150	40	0	40	40	1 29	1 45	0 90	- -
13	150	40	0	40	40	1 19	1 40	1 05	- -
						1 41	1 94	1 09	1 44
14	50	25	0	30	0	0 63	0 67	0 62	0 64
15	150	60	0	40	40	1 14	1 61	0 93	1 22
16	80	30	0	40	0	1 00	1 00	1 00	1 00
17	60	60	0	0	110	1 00	1 00	1 00	1 00
TOECI	170	(70)	4	(40)	(50)	1 96			
TOECI	90	(60)	2	(40)	(50)		2 19		
TOECI	90	(40)	1	(40)	(40)			1 17	1 77

* Los niveles de N, P₂O₅, G, DM y DF, corresponden a los observados en el experimento 7367, los cuales difieren ligeramente de los experimentos 7311 y 7321 Para aclarar diferencias Ver Cuadros

de 1 22, nos indica mayor eficiencia de de este sistema de cultivo que de -
maíz y frijol sembrados solos, no obstante que el experimento 7367 presentó
un valor de RSE= 0 93

De todos los tratamientos aplicados a la asociación maíz-frijol -
(tratamiento 1-13) se obtuvo en promedio una RSE= 1 44, con fluctuaciones -
desde 1 09 (experimento 7367) a 1 94 (experimento 7321), lo que nos indica
la posibilidad de incrementar aún más la RSE mediante la aplicación y com-
binación ~~óptima~~ de algunos insumos de la producción, ya que como se puede -
observar en dicho cuadro, es factible obtener valores de RSE hasta de 1 94,
2 37 y 1 81 en los sitios 7311, 7321 y 7367 respectivamente, significa que
en el ~~experimento~~ 7321, para obtener el rendimiento de 1 ha de asociación -
maíz-frijol con la aplicación de 150 kg de N, 40 kg de P_2O_5 , 2 ton de galli-
naza, 40 mil plantas de maíz y 40 mil plantas de frijol/ha, se necesitarían
sembrar 2 37 ha de maíz y frijol solos ambos con su respectiva tecnología -
recomendada

~~Aparte de~~ que los TOECI obtenidos en la presente investigación
representan ~~la~~ combinación de insumos que da la mayor ganancia neta, la RSE
calculada para cada experimento a partir de los rendimientos estimados alcan-
zó valores de 1 96, 2 19 y 1 17 para los experimentos 7311, 7321 y 7367 res-
pectivamente, con los que la asociación maíz-frijol supera en RSE a los va-
lores de 1 14, 1 61 y 0 93 obtenidos con la tecnología previamente recomen-
dada para el mismo cultivo

En resumen y como resultado de los tres experimentos analizados, -
se puede inferir que es posible mediante la aplicación de una tecnología -

adecuada para la asociación maíz-frijol, lograr una mayor eficiencia en el uso de la tierra (mejor aprovechamiento de la dimensión espacio), que con la siembra de maíz y frijol como cultivos simples

7.9 Determinación de las Dosis Óptimas Económicas de N, P₂O₅, Gallinaza y Densidad de Población de Maíz y Frijol, por Agrosistemas

Considerando los agrosistemas ya descritos en el Cuadro 6.12 - de acuerdo con lo indicado en la sección 6.2.4, la recomendación por agrosistema corresponderá al promedio de las DOE determinadas en los sitios ~~experimentales~~ establecidos en cada uno de ellos

En el Cuadro 10 A se presentan los TOECI y los TOE para los niveles 1, 2 y 3 de capital limitado*, por sitio experimental y agrosistema

En cada uno de los agrosistemas 1.1.1, 1.2, 2.1.1, 2.2, 3 y - 5.1.2 ~~solo~~ se estableció un experimento, por lo que dichos agrosistemas se consideran insuficientemente muestreados, no obstante, los TOE determinados de cada uno de dichos experimentos, se presentarán como una primera aproximación de recomendación para los agrosistemas correspondientes

En los agrosistemas 8.1 y 8.2, las DOE se obtuvieron de promediar los resultados de 5 y 6 experimentos respectivamente

En cada caso y con el propósito de hacer más manejables las recomendaciones desde el punto de vista práctico, las dosis de N, P₂O₅, G, DM y DF se ajustaron a un valor múltiplo de 10

* Los niveles de capital 1, 2 y 3 corresponden respectivamente al 75, 60 y 50% del costo variable (CV) del TOECI determinado en cada experimento

Con base en las DOE promedio determinadas para capital ilimitado y para los diferentes niveles de capital limitado, se pueden establecer enseguida las recomendaciones de N, P_2O_5 , gallinaza, densidad de población de maíz y densidad de población de frijol para la asociación maíz-frijol en los diferentes agrosistemas muestreados del Plan Puebla

Cabe recordar que los niveles óptimos de P, G, DM y DF de algunos experimentos, corresponden simplemente a niveles mantenidos constantes en el ensayo, de ahí que reconociendo la importancia de dichos factores sobre la producción de los cultivos de maíz y frijol en asociación, y la relación tan estrecha que guardan entre sí a través de los efectos de interacción que pueden presentar sobre la producción de dichos cultivos, las DOE determinadas de los insumos variables, están condicionadas por los factores que se hayan mantenido constantes en el ensayo, ya que la variación de estos podría hacer cambiar la forma de la respuesta de los cultivos a los insumos variables y con ello su dosis óptima económica

7 10 Recomendaciones para el Cultivo de Asociación Maíz-Frijol en el Área del Plan Puebla

7 10 1 Nitrógeno, Fósforo, Gallinaza, Densidad de Población de Maíz y Densidad de Población de Frijol

Las recomendaciones de DOE de los factores N, P_2O_5 , Gallinaza (G), densidad de población de maíz (DM), densidad de población de frijol (DF), obtenidas por el procedimiento NLIN-funciones anómalas -

Cuadro 7 18 Recomendaciones de N, P₂O₅, Gallinaza (G), densidad de población de maíz (DM) y densidad de población de frijol (DF) por agrosistemas y para diferentes niveles de capital

No Agrosis tema	TOECI					TOECL (1)*					TOECL (2)*					TOECL (3)*				
	N	P ₂ O ₅	G	DM	DF	N	P ₂ O ₅	G	DM	DF	N	P ₂ O ₅	G	DM	DF	N	P ₂ O ₅	G	DM	DF
1 1 1	90	(40)	1	(40)	(40)	60	(30)	1	(40)	(40)	40	(30)	1	(40)	(40)	30	(30)	1	(40)	(40)
1 2	110	(60)	2	(40)	(50)	100	(40)	1	(40)	(50)	70	(40)	1	(40)	(40)	60	(40)	1	(40)	(40)
2 1 1	90	(60)	2	(40)	(50)	60	(40)	2	(40)	(50)	60	(40)	1	(40)	(40)	60	(40)	1	(40)	(40)
2 2 **	150	(60)	0	(40)	(40)	110	(40)	0	(40)	(40)	90	(40)	0	(40)	(30)	80	(40)	0	(40)	(30)
3	120	(30)	1	(40)	(40)	80	(30)	1	(40)	(40)	50	(30)	1	(40)	(40)	30	(30)	1	(40)	(40)
5 1 2	170	(70)	4	(40)	(50)	160	(50)	2	(40)	(40)	120	(50)	2	(40)	(50)	80	(50)	2	(40)	(40)
8 1	100	60	(0)	(40)	40	80	40	(0)	(40)	40	60	40	(0)	(40)	40	50	30	(0)	(40)	40
8 2	80	30	(0)	(40)	40	60	30	(0)	(40)	40	50	20	(0)	(40)	40	50	20	(0)	(40)	40

* Los niveles de capital 1, 2 y 3 corresponden al 75%, 60% y 50% respectivamente del costo variable (CV) del TOECI

** Considera la aplicación previa de gallinaza

para capital ilimitado y diferentes niveles de capital limitado se presentan en el Cuadro 7 18 para los diferentes agrosistemas muestreados, los valores entre parentesis corresponden a los niveles recomendados previamente por el Plan Puebla y que se mantuvieron constantes en los experimentos correspondientes. En los agrosistemas 8 1 y 8 2 no se estudió la respuesta de la asociación maíz-frijol a la aplicación de gallinaza, por lo que ~~no~~ se recomienda la aplicación de ésta.

La dosis de N y G recomendada para el agrosistema 2 2, es válida solo para aquellos casos en que se han aplicado previamente grandes ~~cantidades~~ de gallinaza (más de 8 ton/ha), por lo menos 2 años antes.

7 10 2 Oportunidad de Aplicación de Nitrógeno, Fosforo y Gallinaza

En relación con la oportunidad de aplicación de N, se recomienda la aplicación de un 33% en la siembra y un 67% en la labor (aproximadamente a los 30 días de la siembra). La dosis de fósforo recomendada se deberá aplicar en su totalidad al momento de la siembra.

La oportunidad de aplicación de gallinaza corresponderá de acuerdo a las recomendaciones del Plan Puebla a su aplicación total al momento de la siembra, considerando que las dosis recomendadas son bajas.

7 10 3 Fuentes de Nitrógeno y Fósforo

Considerando que los resultados de la presente investigación

no son concluyentes respecto a fuentes de N y P_2O_5 , en base a las características de mayor concentración, facilidad en la preparación de las mezclas, compatibilidad y a su menor costo por unidad de N y P_2O_5 , se recomienda usar urea como fuente de N y superfosfato de calcio triple como fuente de P_2O_5

7 10 4 Fecha de Siembra y Variedad de Maíz y Frijol

Tomando en cuenta la estrecha relación que existe entre los factores fecha de siembra y largo del ciclo de las variedades, y el conocimiento que de éstos tiene los agricultores de la región, se recomienda sembrar tan temprano como lo permitan las características de cada agrosistema, seleccionando por el largo de su ciclo vegetativo y su compatibilidad para crecer en asociación variedades criollas locales de maíz y frijol de ciclo largo para siembras tempranas, y de ciclo corto para siembras tardías

No obstante que para el agrosistema 1 1 1 la fecha de siembra queda abierta hasta antes del 15 de mayo, la escasa evidencia experimental disponible sugiere como fecha óptima de siembra, la quincena de mayo.

En relación con variedades de maíz y frijol, los resultados de la investigación realizada en los agrosistemas 1 1 1 y 3 permiten recomendar para dichos agrosistemas la siembra del maíz criollo conocido como "Pinto salvatori" e identificado por el Plan Puebla como Pue p 138 en asociación con la variedad de frijol "Negro-150"

VIII RESUMEN Y CONCLUSIONES

8.1 Resumen

Considerando la importancia de la asociación maíz-frijol para los agricultores del Plan Puebla, y la necesidad de generar tecnología de producción que permitiera aumentar los rendimientos de tal sistema de y el IN^{IA} de los agricultores que lo practican, a partir de 1971 se incluyó éste en los planes del programa de investigación del Plan Puebla, lle en 1973 a obtener algunas recomendaciones para varios sistemas de producción. Sin embargo, la información generada en toda el área del Plan Puebla durante los años de 1973 a 1976, solo se había analizado en forma parcial y sin seguir consistentemente una misma metodología para la determinación de TOE. De ahí que tomando en cuenta las características de la información disponible, la escasez de recursos de los agricultores de la región y la necesidad de actualizar y generar recomendaciones para el cultivo de asociación maíz-frijol en los diferentes agrosistemas en que se siembra la asociación maíz-frijol, se planteó la presente investigación con los siguientes objetivos:

- 1) Generar recomendaciones sobre prácticas de producción para la asociación maíz-frijol, en término de los principales factores que limitan su producción en cada uno de los agrosistemas en que se practica dicho sistema de cultivo en el área del Plan Puebla.

- 2) Determinar y describir un procedimiento para la obtención del tratamiento óptimo económico (TOE) en el cultivo de asociación maíz-

frijol, el cual debería reunir las características de precisión y ser aplicable a todo tipo de matrices experimentales

Para cumplir con tales objetivos se partió de la siguiente información generada por el Plan Puebla durante los años de 1973 a 1976 17 experimentos diseñados para la optimización de insumos, a los que correspondieron 6 con los factores N-G, 9 con los factores N-P-DF 1 con los factores N-P-DM, y 1 con N-P El efecto de los factores K-Fuente de N y P - oportunidad de aplicación de N - densidad de población de maiz se estudió en 6 sitios, en 5 sitios se estudiaron los factores gallinaza - fecha de siembra de la asociación, en 3 sitios los factores genotipo de frijol - densidad de población de frijol, genotipos de maiz en 1 sitio, 2 de contrastes con K-G-EM, y 5 sitios con el tratamiento testigo y tratamiento potencial

La siembra de los diferentes experimentos se llevó a cabo en las fechas en que comunmente lo hacen los agricultores, de acuerdo a la capacidad de los suelos para conservar humedad residual del ciclo anterior (siembras de humedad residual y siembras de temporal)

La semilla de maiz y frijol utilizada en los diferentes experimentos, con excepción de los de genotipos fue de criollos locales, seleccionados por el largo de su ciclo en función de la fecha de siembra

La matriz experimental usada en los diferentes experimentos planeados para optimización de insumos fue central compuesta de Box en

los experimentos de 1973, Plan Puebla I en 1974 y 1975, y Plan Puebla I modificada en los experimentos de 1976, para la distribución de los tratamientos en el campo se utilizó el diseño experimental de bloques al azar en todos los experimentos, variando el número de repeticiones entre 4 y 6

Con el rendimiento de maíz y frijol expresado como rendimiento comercial (rendimiento experimental $\times 0.8$) al 14% de humedad, se procedió a realizar los análisis estadísticos correspondientes (análisis de varianza, prueba de medias y análisis de regresión)

Los resultados del ANOVA indicaron efecto significativo (5%) de tratamientos sobre el rendimiento de maíz en 78.9% de los experimentos y sobre el rendimiento de frijol en 63.1, lo que indica mayor sensibilidad del cultivo de maíz a los estímulos aplicados que el frijol

Mediante el procedimiento de regresión progresiva modificada (RPM), y a partir de una selección previa de los modelos en base al menor cuadrado medio de desviaciones de regresión, se obtuvieron los modelos reducidos para cada experimento de optimización y variable dependiente (rendimiento de maíz (Y) y rendimiento de frijol (Z), utilizando los niveles de probabilidad $\alpha=0.20$ y $\alpha'=0.10$ de entrada y permanencia de las variables respectivamente. Los modelos reducidos se ajustaron en sus exponentes mediante el procedimiento de regresión no lineal (NLIN) - método Marquard, con criterio de convergencia de 0.0001

Previo análisis de las características, ventajas y desventajas de los diferentes métodos para la determinación de DOE y conside-

rando las características de la presente investigación, para la determinación del tratamiento óptimo económico (TOE) se decidió usar el procedimiento NLIN-funciones anómalas, tomando en cuenta dos criterios de optimización maximización de la utilidad por unidad de superficie (capital ilimitado) y optimización bajo capital limitado

Dado que el trabajo de campo no captó toda la información necesaria para hacer una estratificación de las condiciones de producción de la asociación maíz-frijol, con base en el supuesto de que los agrosistemas definidos previamente para el cultivo de maíz eran válidos para la asociación maíz-frijol, se agruparon y generaron recomendaciones para 8 agrosistemas del Plan Puebla

Para aquellos experimentos que incluyeron los cultivos simples y asociados de maíz y frijol, cada uno con su respectiva tecnología recomendada previamente por el Plan Puebla, se hizo una comparación entre sistemas de cultivo desde el punto de vista de rendimiento, IN' y eficiencia en el uso de la tierra, este último a través de un índice de relación de superficie equivalente (R S E)

8 2 Conclusiones

En relación con los objetivos de la presente investigación

1) Se cumplió con el objetivo de generar recomendaciones para la asociación maíz-frijol en término de DOE de los factores N, P_2O_5 , G, DM y DF por un mismo procedimiento y para diferentes niveles de capital

2) El método que mejor se adapta para la determinación del tratamiento óptimo económico (TOE) de insumos de la producción en cultivos asociados, por sus características de precisión, aplicabilidad a todo tipo de matrices experimentales y para diferentes criterios de optimización, es el método NLIN-funciones anómalas (consultar sección 6 2 2 2), que utiliza el procedimiento de regresión no lineal (NLIN) para ajustar con mayor precisión las funciones de producción, a partir de las cuales se determina mediante el procedimiento de "funciones anómalas" los tratamientos óptimos económicos de capital limitado e ilimitado

3) Cuando no se dispone de facilidades de computo, y desde la planeación de la investigación se elige adecuadamente el espacio de exploración y la matriz experimental, se puede aplicar el procedimiento de "evaluación económica" para la determinación del TOECL y TOECI en cultivos asociados

En relación con el efecto de los factores estudiados, los resultados de la presente investigación permiten hacer las siguientes conclusiones

1) NITROGENO La fertilización con nitrógeno afectó significativamente la producción de la asociación maíz-frijol, a través de su efecto positivo sobre la producción de maíz e IN' en los agrosistemas 1 1 1, 1 2, 2 2, 5 1 2, 2 1 1 y 3, y solo en los dos últimos agrosistemas (2 1 2 y 3) a los que correspondió el mayor rendimiento de frijol y maíz respectivamente, dicho factor resultó significativo además sobre el rendimiento de frijol

En los agrosistemas 2 1 y 8 2 con condiciones más limitantes de precipitación, la aplicación de nitrógeno resultó significativa sobre el rendimiento de maíz y frijol en menos del 50% de los sitios experimentales

2) FOSFORO En 3 de los 5 experimentos establecidos en el agrosistema 8 1, la fertilización fosfatada resultó significativa sobre el rendimiento de maíz y frijol, en el primero como efecto simple o como interacción con N, y en el segundo como efecto simple y como interacción positiva con densidad de población de frijol

De los 6 experimentos correspondientes al agrosist 8 2, la aplicación de P_{2-5} resultó significativa sobre el rendimiento de maíz y frijol en 4 y 3 sitios respectivamente, sobre el rendimiento de maíz como efecto simple, como interacción positiva con nitrógeno y como interacción negativa con densidad de población de frijol, sobre el rendimiento de frijol como efecto simple

3) GALLINAZA El efecto de la aplicación de gallinaza a la asociación maíz-frijol se refleja principalmente en la producción de frijol, ya que en 5 de los 6 agrosistemas (1 1 1, 1 2, 2 1 1, 2 2, 3 y 5 1 2) se obtuvieron incrementos significativos por la aplicación de gallinaza y solo en 2 agrosistemas (2 1 2 y 5 1 2) dicho efecto se reflejó además en el rendimiento de maíz en IN'

En el agrosistema 1 1 1 existe una relación muy estrecha entre fecha de siembra de la asociación y su respuesta a la aplicación de gallinaza, siendo ésta mayor en las siembras tardías que en las siembras tem-

pranas, sin que la aplicación de gallinaza llegue a compensar la pérdida en rendimiento de maíz que ocasiona la fecha de siembra tardía

Correspondió el mayor rendimiento de maíz, frijol e IN' a la fecha de siembra intermedia (4 de mayo) con cero ton/ha de gallinaza, respecto a la siembra de 20 días antes y 20 días después

4) DENSIDAD DE POBLACION DE FRIJOL Al incremento en la densidad de población a partir de 20 mil plantas/ha correspondió un incremento significativo del rendimiento de frijol en el agrosistema 8 1, - mientras que en el agrosistema 8 2 el incremento en la DF se asoció con un decremento significativo del rendimiento de maíz Tal respuesta en el agrosistema 8 2 se atribuye a un efecto de competencia de las poblaciones altas de frijol que se acentúan en las siembras tardías donde el maíz tiene menor habilidad para competir con el frijol

5) DENSIDAD DE POBLACION DE MAIZ Como promedio de los sitios del agrosistema 8 1 y 8 2 en que se estudió el factor densidad de población de maíz (DM), el efecto de DM se manifiesta a través de un incremento significativo del rendimiento de maíz y un decremento no significativo del rendimiento de frijol

6) GENOTIPOS DE FRIJOL El genotipo de frijol que mejor se comporta en asociación con la variedad de maíz Pue p 138 en el agrosistema 3 es el Negro-150, ya que permite altos rendimientos de maíz y frijol, y el mayor IN', el frijol N-172 favorece la producción de maíz respecto a los demás, y corresponde a la variedad Pue 32 la mayor producción de frijol

7) POTASIO Solo en 2 de los 8 sitios en que se estudió la respuesta de la asociación maíz-frijol a la aplicación de potasio, hubo efecto significativo de éste sobre el rendimiento de frijol. No obstante debe continuarse estudiando el efecto de dicho factor en el agrosistema 8 2 con el fin de confirmar los resultados obtenidos.

8) ELEMENTOS MENORES Los resultados de la investigación sobre la respuesta de la asociación maíz-frijol a la aplicación de elementos menores (1 kg de Mo + 15 kg de Zn/ha) indican que dichos nutrimentos en las dosificaciones estudiadas no afectan los rendimientos de maíz y frijol en asociación.

9) OPORTUNIDAD DE APLICACION DE NITROGENO Como promedio de los 6 agrosistemas (1 1 1, 1 2, 2 1 1, 2 2, 5 1 2 y 3), no se observó diferencia significativa entre la aplicación de nitrógeno en la siembra, la labor y bandera, en la siembra y la labor, y en siembra y 2a labor, estimada sobre el rendimiento de maíz, sobre el rendimiento de frijol el mayor rendimiento correspondió a la aplicación del N en la siembra y la labor.

En el agrosistema 8 1 no se observó diferencia significativa entre la aplicación de N en la siembra y la labor, siembra y 2a labor, y todo en la labor, mientras que en el 50% de los experimentos correspondientes al agrosistema 8 2 se registraron diferencias significativas a favor de la oportunidad de aplicación de N en la siembra y la labor.

10) FUENTE DE NITROGENO No se observó diferencia significativa entre las fuentes de nitrógeno (urea y sulfato de amonio), cuando éstas se aplicaron junto con superfosfato de calcio simple, en 2 y 4 sitios de los agrosistemas 8 1 y 8 2

Cuando la fuente de N se aplicó junto con superfosfato de calcio triple, la fuente U-ST, favoreció el rendimiento de frijol y SA-ST favoreció el rendimiento de maíz en un experimento del agrosistema 8 1

En el agrosistema 8 2 la fuente SA-ST resultó significativa sobre el rendimiento de maíz e IN', mientras que en otro experimento dicho efecto correspondió a la fuente U-ST

11) FUENTE DE FOSFORO No se observó efecto significativo de dicho factor sobre el rendimiento de maíz, frijol e IN', ya que solo en un sitio del agrosistema 8 1, la aplicación de U-ST favoreció significativamente el rendimiento de frijol respecto a U-SS

En relación con la eficiencia de la asociación maíz-frijol - respecto a maíz y frijol como cultivos simples

En promedio de 3 experimentos en los que se incluyeron como tratamientos adicionales maíz solo y frijol solo, y 6 experimentos con asociación maíz-frijol, todos con su respectiva tecnología recomendada previamente por el Plan Puebla para el agrosistema correspondiente, se encontró que el maíz y frijol sembrados solos superan en rendimiento a los mismos cultivos sembrados asociados (maíz solo 3,872 kg/ha, frijol

solo 776 kg/ha y maíz-frijol asociados 2,512 y 347 kg/ha respectivamente)

En relación con el IN', la asociación maíz-frijol (con \$5,601 00/ha) resultó superior a frijol solo (con \$2,032 00/ha), e inferior a maíz sembrado solo (\$7,780 00/ha)

Al evaluar la eficiencia desde el punto de vista de uso de la tierra a través de la RSE se pudo observar mayor eficiencia de la asociación maíz-frijol respecto a ambos cultivos sembrados solos. Los resultados indican que en promedio se necesitarían sembrar 1.22 ha con maíz y frijol solos, para igualar el rendimiento de 1 ha de asociación maíz-frijol. Con la aplicación del TOECI determinado en la presente investigación se alcanza un valor promedio de R S E de 1.77

IX BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE PIENDA, F C 1977 Evaluación del Levantamiento Fisiográfico de los Valles Centrales de Oaxaca en un programa de productividad de cultivos Tesis M C , Colegio de Postgraduados, Chapingo, México
- ALCALDE BLANCO, S y J L Tirado Torres 1976 Incrementos en la eficiencia de la absorción de fósforo mediante la aplicación de P-Inorgánico, Gallinaza y Ca Mg Mn En resúmenes de ponencias, IX Congreso Nacional, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo Durango, Dgo
- ANDREWS, D J and A H Kassam 1976 The importance of the multiple cropping In Multiple Cropping American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America - Special publication No 27 Madison, Wisconsin 378 p
- AVELARDO, S R y V Volke Haller 1977 Comparación de cuatro métodos para estimar dosis óptimas económicas de fertilizantes y densidad de población Documento presentado en el X Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo México, D F 1977
- BARR, A. J , J H Goodnight, J P Sall, J T Welming 1976 A user's guide to SAS 76 Raleigh North Carolina, SAS Institute Inc
- CABALLERO, M R , R Mendoza y A Turrent Fernández 1978 Informe Anual del Programa de Investigación del Plan Puebla Ciclo Agrícola 1976 En prensa Colegio de Postgraduados Chapingo, México
- CIMMYL 1969 El Proyecto Puebla 1967-1969 Avances de un programa para aumentar los rendimientos de maíz entre pequeños productores México, D F
- CIMMYT. 1974 El Plan Puebla Siete años de experiencia 1967-1973 El Batán, México 127 p
- COCHRAN, W C y G M Cox 1974 Diseños Experimentales Edit Trillas, -- S A , México, D F 661 p
- COLEGIO DE POSTGRADUADOS 1976 PRONDAAT Un enfoque para el desarrollo agrícola en áreas de temporal Colegio de Postgraduados, Chapingo, México
- CORTES FLORES, J I 1975 Diseño de recomendaciones prácticas de fertilización y densidad de población en maíz de temporal para varias condiciones de producción en la Sierra Tarasca Tesis M C , Colegio de Postgraduados, Chapingo, México

- D'AMICO, A B 1972 Estudio empírico de la contribución de algunos modelos y matrices experimentales sobre el sesgo al aproximar superficies de respuesta con dos factores Tesis M C , Colegio de Postgraduados, Chapingo, México
- DRAPER, N R and H Smith 1966 Applied regression analysis John Wiley and Sons Inc New York
- ESQUIVEL ALVAREZ, C 1976 Evaluación de variedades de frijol y maíz en el cultivo de asociación maíz-frijol en la parte baja de la zona II del área del Plan Puebla Tesis profesional Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México 136 p
- ESQUIVEL ALVAREZ, C y M Andrade Castro 1975 Resumen del programa de investigación en VII Informe Anual 1973-1974 Plan Puebla p II-5-II-12
- ESTRADA LIGORRIA, L A 1977 El agrosistema, un método práctico y preciso para diseñar tecnología de producción para el cultivo de maíz - bajo condiciones de temporal en la parte sur del estado de Tlaxcala Tesis M C , Colegio de Postgraduados, Chapingo, México 149 p
- FLOR, C A y C A. Francis 1975 Propuesta de estudio de algunas componentes de una metodología para estudiar los cultivos asociados en el Trópico Latinoamericano Programa Cooperativo Centro-Americano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios San Salvador, El Salvador Memoria XXI Reunión Anual I 45-61
- FRANCIS, C A , C A Flor and S R Temple 1976 Adapting varieties for - intercropped systems in the tropics In Multiple Cropping American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America Special Publication No 27 Madison , Wisconsin 378 p
- GANDARILLAS, I.M 1970 Prueba crítica del ajustado de diferentes modelos a la respuesta de trigo en invernadero bajo cuatro factores ambientales controlados Tesis M C , Colegio de Postgraduados, - Chapingo, México
- GARCIA, E 1973 Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía UNAM México
- GARCIA, E , R. Vidal, L M Tamayo T Reyna R Sánchez, M Soto y E Soto 1975 Climas Puebla-Tlaxcala Precipitación y probabilidad - de lluvia en la República Mexicana y su evaluación Instituto de Geografía UNAM México

- HARWOOD, R R and E C Price 1976 Multiple Cropping in Tropical Asia In Multiple Cropping American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America Special publication No 27 Madison, Wisconsin 378 p
- HEADY, E D and J L Dillon 1961 Agricultural production functions -- Iowa State University Press, Ames
- JAUREGUI, O E 1968 Mesoclima de la región Puebla-Tlaxcala Instituto de Geografía Universidad Autónoma de México, Mexico
- LAIRD, R.J 1976 Análisis económico de experimentos Copias de clase Curso SUE-661 Rama de Suelos, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Mexico Mimeografiado
- LAIRD, R.J 1977 Investigación agronómica para el desarrollo de la agricultura tradicional Colegio de Postgraduados, Chapingo, México
- LAIRD, R.J 1968 Técnicas de campo para experimentos con fertilizantes México, D F , CIMMYT Folleto de Investigación No 9
- LEPIZ, I.R. 1974 Asociación de cultivos maíz-frijol Folleto técnico No. 58 INIA, SAG México
- LEWIS, W M and J A Phillips 1976 Double cropping in eastern United States In Multiple Cropping American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America Special publication No 27 Madison, Wisconsin 378 p
- LINTON, S.C 1948 Ensayo experimental sobre el cultivo de asociación de maíz y frijol realizado en el campo agrícola experimental "El Horno" en Chapingo, México Tesis profesional Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México
- MACIAS LAYLLE, A V 1975 Influencia del nitrógeno y el estiércol de ave (gallinaza) en la asociación maíz-frijol de guía, en parte de la zona V del Plan Puebla Tesis profesional Escuela Nacional de Agricultura Chapingo, México
- MANCINI, M S y D M A Castillo 1960 Observaciones sobre ensayos preliminares en el cultivo asociado de frijol de enredadera y maíz Agricultura Tropical Bogotá 16 161-166
- MARTINEZ GARZA, A 1972 Aspectos económicos del diseño y análisis de experimentos Colegio de Postgraduados, Chapingo, México
- MORENO, R O H 1972 Las asociaciones de maíz y frijol un uso alternativo de la tierra Tesis M C , Colegio de Postgraduados, Chapingo, México 80 p

- DKIGBO, A M. and D J Greenland** 1976 Intercropping systems in tropical Africa In Multiple Cropping American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America Special publication No 27 Madison Wisconsin 378 p
- ORTIZ, D.H R** 1977 Aplicación práctica del enfoque de agrosistemas para estratificar diferentes condiciones de producción de cultivos con el objeto de diseñar recomendaciones para la aplicación de fertilizantes químicos y estiercoles al maíz de temporal en Totonicapán, Guatemala Tesis M C Colegio de Postgraduados, Chapingo, México
- ORTIZ, S C A** 1977 Metodología del Levantamiento Fisiográfico Colegio de Postgraduados Chapingo, México Mimeografiado
- OROZCO, A G** 1976 Métodos para estimación no lineal Tesis M C Colegio de Postgraduados Chapingo, México
- PERIN, R.K., D L Winkelman, E R Moscardi y J R Anderson** 1976 Formulación de recomendaciones a partir de datos agronomicos Un manual metodológico de evaluación económica Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo Mexico, D F 1v + 54p
- PINCHINAT, B N , J Soira and R Bazán** 1976 Multiple Cropping in Tropical America In Multiple Cropping American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America Special publication No 27 Madison, Wisconsin
- PLATERO, H O** 1975 Análisis de rendimiento de grano y económico de la asociación maíz-frijol en la region este del Valle de México Tesis M C , Colegio de Postgraduados, Chapingo, Mexico
- RABKE, J.K. and R T Hagstrom** 1976 Strip intercropping for wind protection In Multiple Cropping American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America Special publication No 27, Madison, Wisconsin 378 p
- SEP** Dirección General de Planeación Educativa 1976 Sistema educativo Puebla Mexico, D F
- SIC** Dirección General de Estadística 1975 V Censo Agrícola-Ganadero y Ejidal 1970 México, D F
- STEEL, R.G and J H Torrie** 1960 Principles and procedures of statistics McGraw-Hill Book Company, Inc New York
- TRENBATH, B R** 1976 Plant interactions in mixed crop communities In Multiple Cropping American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Special publication No 27 Madison, Wisconsin 378 p

- TURRENT, F A y R J Laird 1975 Matrices Plan Puebla Escritos sobre metodología de la investigación en productividad de suelos - Agrocencia 19, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Mexico
- TURRENT, F A 1976 El registro de observaciones durante el desarrollo de un experimento de productividad No 2 (Escritos sobre metodología de la investigación en productividad de agrosistemas) Rama de Suelos, Colegio de Postgraduados Chapingo, México
- TURRENT, F A 1978 El agrosistema, un concepto útil dentro de la disciplina de productividad No 3 (Escritos sobre metodología de investigación en productividad de agrosistemas) Rama de Suelos, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México
- TURRENT, F A 1978 El método gráfico-estadístico para la interpretación económica de experimentos conducidos con la matriz Plan Puebla I En prensa Colegio de Postgraduados, Chapingo, México
- VILLA, I M R 1977 El mercado de trabajo y la adopción de tecnología - nueva de producción agrícola el caso del Plan Puebla Centro de Economía Agrícola, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México 229 p
- VILLALPANDO, I J F 1975 Desarrollo de un método para obtener ecuaciones empíricas generalizadas del rendimiento en una región agrícola, para uso en diagnóstico Tesis M C Colegio de Postgraduados, Chapingo, México
- VOLKE, H V 1977 Generación de tecnología para agricultura de temporal y subsistencia el caso del maíz en la región del Plan Puebla Tesis de Doctor en Ciencias Colegio de Postgraduados, Chapingo, México
- VOLKE, H V y M R Villa Issa 1978 Criterios económicos para optimizar niveles de insumos variables bajo condiciones de agricultura de temporal-subsistencia En prensa Colegio de Postgraduados, - Chapingo, Mexico
- ZARATE, R R 1976 Una modificación al método de tres etapas para obtener la ecuación empírica generalizada (E E G) del rendimiento de maíz para la region sur del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca Tesis de M C , Colegio de Postgraduados, Chapingo, Mexico

1

X A P E N D I C E

Cuadro 1 A Factores estudiados y localización de los experimentos en el Area del Plan Puebla Ciclos 1973-1976

No Sitio	Factores estudiados	Localidad	Zona	Agricultor
7301*	N-G	Santiago Xalitzintla	III	Fidel Sevilla
7311*	N-G	Las Dalias, Tlahuapan	I	Ezequiel García
7321*	N-G	Llano de Campan, Calpan	III	Vicente Mendoza
7341*	N-G	Sta Ma Atexcac, Huejotzingo	II	Elías Juárez
7367*	N-G	Xometitla, Tlaltenango	II	Asunción Espinoza
7391*	N-G	Cancino, Tepatlaxco	V	Bernardino Romero
7364	G-F s1	Xometitla, Tlaltenango	II	Isabel Robles
7365	G-F s2	Xometitla, Tlaltenango	II	Isabel Robles
7366	G-F s3	Xometitla, Tlaltenango	II	Isabel Robles
7384	G-F s1	Guadalupe, Tepatlaxco	V	Samuel Quiñónez
7385	G-F s2	Guadalupe, Tepatlaxco	V	Samuel Quiñónez
7432*	N-P-DM	La Paz Tlaxcolpan	IV	Eleuterio Rodríguez
7433	K-G-EM	La Paz Tlaxcolpan	IV	Eleuterio Rodríguez
7435*	N-P	Cuauhtinchan	IV	Delfino Limón
7436	K-G-EM	Cuauhtinchan	IV	Delfino Limón
7408	Gen frijol-DF	San Rafael Ixtapalucan	I	Salvador Caballero
7415	Gen maíz-DF	Tlaltenango Coapilco	II	Agustín Tepox Hdez
7416	Gen frijol-DF	Tlaltenango Coapilco	II	Agustín Tepox Hdez
7442	Gen frijol-DF	Xonacatepec, Amozoc	V	Angel Méndez V
7502*	N-P-DF	Col Guadalupe Victoria Amozoc	V	Marcelo Zepeda
7504*	N-P-DF	Sta Cruz Alpuyeca, Amozoc	V	Ricardo Romero
7505*	N-P-DF	Los Angeles Tetela	IV	Benjamín Ortíz
7506*	N-P-DF	San Juan Tzicatlacoyatl	IV	Cástulo Flores
7628*	N-P-DF	San Angrés Azumiatlan	IV	Jacinto Díaz
7629	T abs-T pot	San Andres Azumiatlan	IV	Jacinto Díaz
7630	K-f-O-DM	San Andres Azumiatlan	IV	Jacinto Díaz
7631*	N-P-DF	La Libertad Tecola	IV	Benjamín Ortíz
7635*	N-P-DF	San Andrés Azumiatlan	IV	Agustín Cordero
7636	T abs-T pot	San Andres Azumiatlan	IV	Agustín Cordero
7637	K-f-O-DM	San Andres Azumiatlan	IV	Agustín Cordero
7641	N-P-DF	San Juan Tzicatlacoyatl	IV	Aarón Osorio
7642	T abs-T pot	San Juan Tzicatlacoyatl	IV	Aarón Osorio
7643	K-f-O-DM	San Juan Tzicatlacoyatl	IV	Aaron Osorio
7647*	N-P-DF	San Andrés Azumiatlan	IV	Sabás Romero
7649	K-f-O-DM	San Andrés Azumiatlan	IV	Sabás Romero
7656	T abs-T pot	Los Angeles Tetela	IV	Graciano Carrasco
7657	K-f-O-DM	Los Angeles Tetela	IV	Graciano Carrasco
7662	T abs-T pot	Los Angeles Tetela	IV	Efrén Gutiérrez
7663	K-f-O-DM	Los Angeles Tetela	IV	Efrén Gutiérrez

* Experimentos de matriz experimental para los que se determinó DOE

Cuadro 2 A Fechas de labores realizadas en los experimentos sobre asociación maíz-frijol en el área del Plan Puebla Ciclos 1973-1976

No Sitio	Localidad	Zona	Siembra	1a Labor	2a Labor	Cosecha
7301	Santiago Xalizintla	III	27/III/73	9/V/73	8/VI/73	22/XI/73
7311	Las Dalias, Tlahuapan	I	11/V/73	21/VI/73	7/VII/73	10/XI/73
7321	Llano de Calpan, Calpan	III	2/V/73	11/VI/73	4/VII/73	12/XI/73
7341	Sta Ma Atexcac, Hue	II	10/VI/73	7/VI/73	26/VI/73	1/XII/73
7367	Xometitla, Tlaltenango	II	3/V/73	13/VI/73	4/VII/73	1/XI/73
7391	Cancino, Tepatlaxco	V	23/III/73	23/V/73	4/VI/73	
7364	Xometitla, Tlaltenango	II	14/IV/73	29/V/74	13/VI/73	29/X/73
7365	Xometitla, Tlaltenango	II	4/V/73	13/VI/73	25/VI/73	14/XI/73
7366	Xometitla, Tlaltenango	II	24/V/73	25/VII/73	12/VII/73	27/XI/73
7384	Gpe Tepatlaxco	V	17/III/73	25/IV/73	22/V/73	20/X/73
7385	Gpe Tepatlaxco	V	2/IV/73	14/V/73	4/VI/73	20/X/73
7432	La Paz Tlaxcolpan	IV	25/VI/74	30/VII/73	20/VII/73	11/XII/73
7433	La Paz Tlaxcolpan	IV	26/VI/74	30/VII/74	20/VIII/73	11/XII/73
7435	Cuahutínchan	IV	27/VI/74	29/VII/74	25/VIII/73	13/XII/74
7436	Cuahutínchan	IV	27/VI/74	29/VII/74	25/VIII/73	13/XII/74
7408	San Rafael Ixtapalucan	I	29/V/74	10/VII/74	19/VII/73	22/XI/74
7415	Tlaltenango Coapilco	II	23/IV/74	1/VI/74	25/VI/74	29/X/74
7416	Tlaltenango Coapilco	II	23/IV/74	1/VI/74	25/VI/74	29/X/74
7442	Xonacatepec	V	5/IV/74	15/V/74	31/V/74	12/XI/74
7502	Col Gpe Victoria, Amozoc	V				7/XI/75
7504	Sta Cruz Alpuyeca, Amozoc	V				7/XI/75
7505	Los Angeles de Tetela	IV				1/XII/74
7506	San Juan Tzicatlacoyatl	IV				2/XII/75
7628	San Andrés Azumiatla	IV	7/VI/76	5/VII/76	26/VII/76	19/IX/76
7629	San Andrés Azumiatla	IV	7/VI/76	5/VII/76	26/VII/76	19/IX/76
7630	San Andrés Azumiatla	IV	7/VI/76	5/VII/76	26/VII/76	19/IX/76
7631	La Libertad Tecola	IV	22/V/76	21/VI/76	14/VII/76	16/IX/76
7635	San Andrés Azumiatla	IV	21/V/76	14/VI/76	1/VII/76	15/IX/76
7636	San Andrés Azumiatla	IV	21/V/76	14/VI/76	1/VII/76	15/IX/76
7637	San Andrés Azumiatla	IV	21/V/76	14/VI/76	1/VII/76	15/IX/76
7641	San Juan Tzicatlacoyatl	IV	2/VI/76	9/VII/76	6/VIII/76	3/XII/76
7642	San Juan Tzicatlacoyatl	IV	2/VI/76	9/VII/76	6/VIII/76	3/XII/76
7643	San Juan Tzicatlacoyatl	IV	2/VI/76	9/VII/76	6/VIII/76	3/XII/76
7647	San Andres Azumiatla	IV	27/V/76	25/VI/76	16/VII/76	19/XI/76
7649	San Andres Azumiatla	IV	27/V/76	25/VI/76	16/VII/76	19/XI/76
7656	Los Angeles Tetela	IV	15/VI/76	8/VII/76	5/VIII/76	1/XII/76
7657	Los Angeles Tetela	IV	15/VI/76	8/VII/76	5/VIII/76	1/XII/76
7662	Los Angeles Tetela	IV	14/VI/76	8/VII/76	4/VIII/76	1/XII/76
7663	Los Angeles Tetela	IV	14/VI/76	8/VII/76	4/VIII/76	1/XII/76

Cuadro 3 A. Principales factores que afectaron el desarrollo y producción de la asociación maíz-frijol, en los diferentes sitios experimentales

No Sitio	SEQUIA			Exceso de Humedad	HELADAS		Granizo	ACAME	
	Fecha	Coefficiente	March		Fecha	Intensidad		Fecha	Intensidad
7301	4/V/73	LV							
7311									
7321	30/V/73	LV							
7341									
7364	29/V/73	Mv							
	11/VI/76	Lv							
7365	11/VI/73	Lv							
7366									
7367	30/V/73	Lv							
7384	6/VI/73	Mv							
7385	6/VI/73	Sv							
7391	13/IX/73	Lv			10/IV/73	Lv			
7432	24/VIII/74	Sv							
	9/IX/74	Lv							
	31/X/74	Lr							
7435	16/VIII/74	Mv							
7408					/IX/74				
7415									
7416									
7442									
7502									
7504									
7505									
7506									
7628	10/VIII/76	0 28 (Lv)		2/VII-10/VII/76					
7631	10/VIII/76	0 68 (Sv)							
	18/IX/76	0 72 (Sr)							
7635	10/VIII/76	0 38 (Lv)							
7641	13/VIII/76	0 53 (Sv)							
	18/ X/76	0 33 (Mr)							
7647	10/VIII/76	0 24 (Lv)							
7656									
7662	11/VIII/76								

L= Leve, M= Moderado S= Severo r= reproductivo v= vegetativo

Cuadro 4 A Algunas características de los sitios experimentales

No Sitio	Localidad	Zona	Forma del Terreno	Pendiente		A S N M m	Prof cm	Tex tura	Consis tencia	Drenaje superfi cial
				Forma	%					
7301	Santiago Xalizintla	III	Ladera	Regular	3 0	2520	0 > 90	G	B	N
7311	Las Dalias Tlahuapan	I	Ladera	Regular	3 0	2470	0 - 45 > 45	G F	B	N
7321	Llano de Calpan	III	Pl aluvial	Plana	1 0	2200	0 - 45 45 > 90	G M	B	N
7341	Sta Ma Atexcac	II	Ladera	Regular	4 0	2430	0 > 90	G	B	Do
7391	Cancino Tepatlaxco	V	Pl aluvial	Plana	2 0	2310	0 > 90	G	B	N
7367	Xometitla Tlaltenango	II	Pl aluvial	Cóncava	2 0	2210	0 > 30 30 > 60 60 > 90	M M M	B	R
7384	Gpe Tepatlaxco	V	Pl aluvial	Regular	2 0	2350	0 > 90	G	B	N
7432	La Paz Tlaxcoipan	IV	Ladera	Regular	10 0	2390	0 20 > 20	F F	B	N
7435	Cuahutinchán	IV	Planicie	Regular	2 0	2080	0 - 15 15 - 45 > 45	M F	B	N
7408	San Rafael Ixtapalucan	I	Ladera	Regular	2 0	2440	0 - 40 > 20	G F	B	N
7415	Tlaltenango Cuapitico	II	Pl aluvial	Plana	2 0	2240	0 25 25 > 60 60 > 90	G M G	B	N
7442	Xonacatepec	V	Pl aluvial	Plana	2 0	2250	0 25 25 - 75	M M	B	N
7502	Col Gpe Victoria Amozoc	IV	Ladera	Cóncava	10 0	2190	0 45 45 > 90	F F	B	N
7504	Sta Cruz Alpuyecá	IV	Ladera	Regular	12 0	2160	0 > 20	F	B	N
7505	Los Angeles Tetela	IV	Ladera	Convexa	6 0	2070	0 - 20	F	B	N
7506	San Juan Tzicatlacoyatl	IV	Ladera	Convexa	3 0	1950	0 - 20 > 20	M F	B	R
7628	San Andrés Azumiatla	IV	Ladera	Regular	5 0	2100	0 30 > 30	F F	B	N
7631	La Libertad Tetela	IV	Ladera	Regular	6 0	2090	0 20 > 20	F F	M	R
7635	San Andrés Azumiatla	IV	Ladera	Regular	6 0	2060	0 30 > 30	F F	B	N
7641	San Juan Tzicatlacoyatl	IV	Ladera	Convexa	4 0	2000	0 15 > 15	M D	B	Do
7647	San Andrés Azumiatla	IV	Pl aluvial	Plana	1 0	2055	0 30 > 90	F F	B	R

G= Gruesa M= Media F= Fina B= Blanda D= Dura N Normal R= Receptor y Do= Donador

Cuadro 5 A Programa de cómputo para la determinación de TOECI y TOECL por el procedimiento de funciones aritméticas

```

PROGRAM IV C1 RELEASE 2 0          MAIN          DATE = 78282          10/50/57          PAGE 001 1

0001          INTCTPR N P C
0002          24 FCRMAT(1) GANAI C A FETA = INGRESO TOTAL - COSTO N P C DM 3F /1
0003          25 FCRMAT(1) + 207 3F6 01
0004          26 FCRMAT(1) 417 3F6 01
0005          27 FCRMAT(1) 617 3F6 01
0006          28 FCRMAT(1) + 817 3F6 01
0007          29 FCRMAT(1) + 1017 3F6 01
0008          30 FCRMAT(1) 14 14 F6 0/1
0009          31 FCRMAT(1)*X G CT Z1 Y1 C*1 Z2 Y2 C12
0010          1 Z3 Y3 C*2 74 Y4 G*4 Z5 Y5 N5 //1
0011          WRTIT(6,24)
0012          WRTIT(6,31)
0013          DATA TCCPR / P /
0014          G*01*4 = -1 E 0
0015          G*02*4 = -1 E 0
0016          G*03*4 = -1 E 0
0017          G*04*4 = -1 E 0
0018          G*05*4 = -1 E 0
0019          D 10 M*60 150 5
0020          D 13 M*100 400 250
0021          Y1 = 2175 A ( 5 F**1 02- 1 0A**1 95
0022          Y2 = 196 0+4 1 * 1 1-74 1*1 * 7 177 2 (C/1000) * 36
0023          Y3 = 013 6+14 6 M* 1 17-0 0F**1007 16
0024          Y4 = 467 0+ 8 2 (C/1000) * 70-3 (C/1000)* 2 1
0025          Y5 = 877.5+12 2*1 1 1f 0 04* * 7 22
0026          Y6 = 291 1-4 *(C/1000)**1 46+272*(C/1000)** 67+ 07000 72*(C/
0027          13000)**1 46
0028          Y7 = 1142 2+3 6**001 45-0 008**0 2 65
0029          Y8 = 740.4** (C/1000) 13-14 *(C/1000)* 50
0030          CT = 8.0** 44**
0031          G*1 = Y1+2 2+21*5 0-CT-631
0032          G*2 = Y3+2 7+2 * 0-CT 870
0033          G*3 = Y4+2.25 74** 0-CT-846
0034          G*4 = Y5+2 2+25*5 0-CT-642
0035          LL =
0036          IF(G*1 LE G*10**1) C TO 40
0037          G*01*4 = CH
0038          WRTIT(6,25) Z1,Y1,G*1
0039          11 = 1
0040          40 IF(G*2 LE G*10**1) C TO 50
0041          G*02*4 = G*2
0042          11 = 1
0043          WRTIT(6,26) Z2,Y2,G*2
0044          50 IF(G*3 LE G*10**1) C TO 60
0045          G*03*4 = G*3
0046          11 = 1
0047          WRTIT(6,27) Z3,Y3,G*3
0048          60 IF(G*4 LE G*10**1) C TO 70
0049          G*04*4 = G*4
0050          11 = 1
0051          WRTIT(6,28) Z4,Y4,G*4
0052          70 IF(G*5 LE G*10**1) C TO 16
0053          G*05*4 = G*5
0054          11 = 1
0055          WRTIT(6,29) Z5,Y5,G*5
0056          16 IF(LL NE 0) WRTIT(6,30) N,P,C,CT
0057          10 CONTINUE
0058          STCP

```

```

PROGRAM IV C1 RELEASE 2.0          MAIN          DATE = 78282          10/50/ 7          PAGE 000?
0057          END

```

Cuadro 5 A Ejemplo que muestra los resultados obtenidos mediante el programa de cómputo para la determinación de TOECI y TOECL

CANTIDAD META		NGRCS Y TAL - CRISTO H P C DE DF		77		73		74		75			
G	CV	VI	CI	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y		
63	0 0 400	140	33 0	0	0	0	07	110	500	291	1937	90	2 0 1
63	01000 9000	327	1370	7700	000 0100	110	10	40	1 2 00	50			
63	02000 13000	400	1300	7700	000 0200	110	7570	40	2 01 100	10			
64	010 0 400	137	3020	7 30									
64	02000 1000	348	3070	800	00	10	7000	40	00 20	50			
64	03000 1000	360	1 1	017	00	20	7700	400	21 2 00	5			
64	04000 1000	372	1000	0270	00	20	7070	400	217 001	3 0 0			
64	05000 1000	110	500	0000	000	370	7070	400	2 01 011	0			
64	06000 1000	414	1000	1500	00	400	0000	400	2 01 011	0			
64	07000 1000	414	1000	1500	00	400	0000	400	2 01 011	0			
64	08000 1000	414	1000	1500	00	400	0000	400	2 01 011	0			
64	09000 1000	414	1000	1500	00	400	0000	400	2 01 011	0			
64	10000 1000	414	1000	1500	00	400	0000	400	2 01 011	0			
64	11000 1000	414	1000	1500	00	400	0000	400	2 01 011	0			
64	12000 1000	414	1000	1500	00	400	0000	400	2 01 011	0			
64	13000 1000	414	1000	1500	00	400	0000	400	2 01 011	0			
64	14000 1000	414	1000	1500	00	400	0000	400	2 01 011	0			
64	15000 1000	414	1000	1500	00	400	0000	400	2 01 011	0			
64	16000 1000	414	1000	1500	00	400	0000	400	2 01 011	0			
64	17000 1000	414	1000	1500	00	400	0000	400	2 01 011	0			
64	18000 1000	414	1000	1500	00	400	0000	400	2 01 011	0			
64	19000 1000	414	1000	1500	00	400	0000	400	2 01 011	0			
64	20000 1000	414	1000	1500	00	400	0000	400	2 01 011	0			

----- Explo 7521 -----

$C_0 = 839$

$CV = CT \Big|_{100\% (c_2)} = 1640 + 839 = 2479$

$CV = CT \Big|_{75\% (c_1)} = 1360 + (839 \cdot 96) = 2103$

$CV = CT \Big|_{60\% (c_1)} = 920 + (839 \cdot 96) = 1663$

Cuadro 7.A Rendimiento de maíz (Y) y frijol (Z) en Kg/ha al 14% de humedad, e ingreso neto (IN) en pesos/ha de los diferentes tratamientos observados en cada sitio experimental. Experimentos Genotipos maíz y frijol Densidad de Población frijol. Ciclo 1974

No Trat.	N kg/ha	P kg/ha	G ton/ha	DM Pibs /ha x 10 ³	DF	Gen Maíz	Gen. Frijol	Y kg/ha	Z	IN \$/ha
Expto 7415										
1	121	30	3	34	35	H 28	Pue 32	2709	976	8241
2	↓	↓	↓	36	32	H 129	↓	4170	745	10445
3	↓	↓	↓	38	32	H 131	↓	4733	602	11012
4	↓	↓	↓	39	32	Pue p 138	↓	5041	435	10875
5	↓	↓	↓	39	30	Pue p 61	↓	5299	535	11982
6	↓	↓	↓	39	32	Pue p 26	↓	3782	433	7984
7	↓	↓	↓	37	39	H 28	↓	3184	925	8801
8	↓	↓	↓	36	35	H 129	↓	3335	802	8794
9	↓	↓	↓	39	36	H 131	↓	4025	640	9547
10	↓	↓	↓	38	34	Pup p 138	↓	4448	639	10526
11	↓	↓	↓	38	38	Pup p 61	↓	4662	568	10632
12	↓	↓	↓	39	35	Pup p 26	↓	3652	662	8811
13	151	60	0	37	34	H 131	↓	3249	754	9111
14	↓	↓	↓	37	32	Pup p 138	↓	4505	494	10806
15	↓	↓	↓	38	32	H 131	↓	3644	609	9392
16	↓	↓	↓	39	29	Pup p 138	↓	5133	529	12423
								962	224	1943
								4098	645	9961
	DMS 0 05									
	PROMEDIO									
Expto. 7416										
1	124	31	3	40	30	Pue p 138	N 150	5397	743	13188
2	↓	↓	↓	39	33	↓	N 172	5415	643	12704
3	↓	↓	↓	40	38	↓	Pue. 32	5146	570	11684
4	↓	↓	↓	40	40	↓	Pue. 39	4903	583	11176
5	↓	↓	↓	40	38	↓	Pue. 19	2628	623	6182
6	↓	↓	↓	40	37	↓	Pue. 32	5029	517	11160
7	↓	↓	↓	38	55	↓	N 150	4874	1194	14057
8	↓	↓	↓	39	53	↓	N 172	5509	935	14231
9	↓	↓	↓	40	58	↓	Pue. 32	4461	919	11706
10	↓	↓	↓	41	58	↓	Pue. 39	4654	722	11149
11	↓	↓	↓	39	30	↓	N 150	5058	714	12272
12	↓	↓	↓	40	29	↓	N 172	5454	533	12278
13	155	62	0	38	49	↓	N 150	4532	1294	14693
14	↓	↓	↓	41	61	↓	N 172	4869	917	13469
15	↓	↓	↓	42	56	↓	Pue. 32	4970	990	14096
16	↓	↓	↓	38	59	↓	Pue. 39	4846	726	12491
17	124	31	3	40	60	↓	N 150	4815	1398	14889
18	124	31	3	38	78	↓	Pue. 39	4591	899	11755
								950	265	2413
								4842	829	12399
	DMS 0 05									
	PROMEDIO									

Cuadro 8 A Rendimiento de maíz (Y) y frijol (Z) en Kg/ha al 14% de humedad e ingreso neto (IN) en pesos/ha de los diferentes tratamientos observados en cada sitio experimental. Experimentos Potasio Fuentes y Oportunidad de aplicación de N y P₂O₅ - Densidad de Población de Maíz Ciclo 1976

Trat.	Oportunidad de Aplicación						Fuente	DM	DF	Rendimiento		IN			
	Siembra			1a Labor		2a Labor				Y	Z				
	N	P	K	N	P	N							P		
----- Expto 7630 -----															
1	30	60	0	60	0	0	0	U	ST	38	34	1955	1175	8768	
2	30	60	0	0	0	60	0	U	ST	39	36	2206	1362	10261	
3	0	0	0	90	60	0	0	U	ST	40	33	1903	1024	7895	
4	30	60	30	60	0	0	0	U	ST	39	32	2385	1149	9507	
5	↓	↓	60	↓	↓	↓	↓	U	ST	40	31	2699	1277	10742	
6	↓	↓	0	↓	↓	↓	↓	U	SS	41	33	2186	1377	10300	
7	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	SA	ST	40	34	2690	1270	10918	
8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	SA	SS	36	37	2300	1267	10003	
9	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	U	ST	23	31	1399	1154	7456	
10	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	U	ST	43	34	2822	1134	10528	
	DMS 0.05												572	232	1656
	PROMEDIO												2254	1219	9638
----- Expto 7637 -----															
1	30	60	0	60	0	0	0	U	ST	41	34	2533	327	5856	
2	30	60	0	0	0	60	0	U	ST	41	37	2054	360	4897	
3	0	0	0	90	60	0	0	U	ST	40	32	2835	301	6432	
4	30	60	30	60	0	0	0	U	ST	40	33	2602	309	5812	
5	↓	↓	60	↓	↓	↓	↓	U	ST	40	32	3152	308	6942	
6	↓	↓	0	↓	↓	↓	↓	U	SS	40	33	2256	316	5179	
7	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	SA	ST	41	32	2820	344	6611	
8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	SA	SS	40	35	2631	288	5877	
9	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	U	ST	22	31	1834	396	4681	
10	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	U	ST	52	33	2638	319	6002	
	DMS 0.05												668	112	1761
	PROMEDIO												2535	327	5828
----- Expto 7643 -----															
1	30	60	0	60	0	0	0	U	ST	41	33	1614	124	2737	
2	30	60	0	0	0	60	0	U	ST	41	30	1436	128	2292	
3	0	0	0	90	60	0	0	U	ST	39	32	1599	253	3373	
4	30	60	30	60	0	0	0	U	ST	41	29	1704	214	3304	
5	↓	↓	60	↓	↓	↓	↓	U	ST	41	34	1562	146	2559	
6	↓	↓	0	↓	↓	↓	↓	U	SS	40	29	1503	170	2754	
7	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	SA	ST	40	30	1686	134	2981	
8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	SA	SS	41	31	1568	107	2528	
9	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	U	ST	26	34	1577	189	3020	
10	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	U	ST	54	31	1479	96	2238	
	DMS 0.05												356	70	774
	PROMEDIO												1569	151	2748

Cuadro 8 A (Continuación)

Trat.	Oportunidad de Aplicación								Fuente		DM	DF	Rendimiento		IN
	Siembra			1a Labor		2a Labor							Y	Z	
	N	P	K	N	P	N	P	N	P	N	P				
----- Expto 7649 -----															
1	30	60	0	60	0	0	0	U	ST	41	37	876	515	2949	
2	30	60	0	0	0	60	0	U	ST	41	35	1261	430	3412	
3	0	0	0	90	60	0	0	U	ST	40	35	953	495	3048	
4	30	60	30	60	0	0	0	U	ST	40	32	906	467	2688	
5			60					U	ST	41	33	1162	442	3007	
6	↓	↓	0	↓	↓	↓	↓	U	SS	41	37	1048	338	2455	
7								SA	ST	40	31	1587	283	3466	
8								SA	SS	41	36	1263	321	2870	
9								U	ST	22	37	742	499	2621	
10	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	U	ST	53	33	1282	350	3024	
	DMS 0 05											627	108	1403	
	PROMEDIO											1108	414	2954	
----- Expto 7657 -----															
1	30	60	0	60	0	0	0	U	ST	38	30	3102	448	7821	
2	30	60	0	0	0	60	0	U	ST	40	35	2374	560	6669	
3	0	0	0	90	60	0	0	U	ST	39	33	2785	591	7780	
4	30	60	30	60	0	0	0	U	ST	40	34	2734	567	7411	
5			60					U	ST	40	37	2525	744	7667	
6	↓	↓	0	↓	↓	↓	↓	U	SS	38	35	2735	628	7844	
7								SA	ST	39	33	2968	604	8271	
8								SA	SS	39	29	2948	520	7828	
9								U	ST	22	35	1375	695	5106	
10	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	U	ST	49	34	3471	511	8894	
	DMS 0 05											898	306	1993	
	PROMEDIO											2702	587	7529	
----- Expto 7663 -----															
1	30	60	0	60	0	0	0	U	ST	36	31	1264	876	5755	
2	30	60	0	0	0	60	0	U	ST	39	35	798	560	3023	
3	0	0	0	90	60	0	0	U	ST	37	34	779	754	4007	
4	30	60	30	60	0	0	0	U	ST	39	26	1068	720	4423	
5			60					U	ST	39	33	953	672	3783	
6	↓	↓	0	↓	↓	↓	↓	U	SS	38	31	978	719	4301	
7								SA	ST	39	31	863	669	3788	
8								SA	SS	36	27	1162	778	5058	
9								U	ST	37	32	1021	803	4821	
10	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	U	ST	48	31	1185	787	5070	
	DMS 0 05											326	262	1613	
	PROMEDIO											1007	734	4403	

Cuadro 9 A Precipitación mensual registrada en las estaciones más cercanas a los sitios experimentales Plan Puebla 1973 1976

Año	No Sitio	Estación	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov
1973	7301	Huejotzingo X	36 6 28 9	63 0 67 7	143 5 144 7	120 0 183 0	168 0 167 1	121 0 156 1	84 0 156 7	1 5 ---
	7321									
	7341									
	7364									
	7365									
1973	7366	Tlahuapan X	96 2 39 9	75 2 110 3	146 5 148 3	177 4 144 3	128 9 157 9	53 3 186 6	59 1 73 7	9 8 - -
	7367									
1973	7391 7384 7385	Tepatlixco*	48 0	85 0	160 0	172 0	144 0	68 0	34 0	
1974	7432	Echeverría X	21 1 29 1	43 9 77 6	216 5 175 1	248 2 146 8	130 4 170 6	206 3 172 5	10 1 76 3	16 4 --
	7433									
1974	7414	Huejotzingo X	18 5 28 9	102 0 67 7	228 0 144 7	155 5 183 0	121 0 167 1	203 0 156 1	44 0 156 7	0 0 ---
	7416									
1974	7442	Puebla X	39 6 22 4	106 8 71 9	216 2 159 2	220 6 140 6	55 2 144 0	200 1 162 8	28 8 64 4	2 7 - -
	7442									
1974	7435	Tepeaca X	17 9 35 8	56 6 106 9	123 2 149 2	165 0 106 7	41 9 116 2	101 5 144 9	12 8 66 6	13 0 ---
	7435									
1975	7502	Balcón del Diablo X	0 0 30 7	169 4 90 9	154 0 137 4	155 2 114 9	99 5 141 4	86 5 148 0	41 6 63 9	0 0 -
	7504									
1976	7628	Sn A Azumiatla* X		37 0 86 6	197 7 155 2	174 3 127 2	96 6 143 0	94 5 157 0	125 4 67 8	0 0 - -
	7635									
1976	7631	La L Tecola* X	- -	35 0 86 8	116 0 155 2	132 5 127 2	134 1 143 0	166 2 157 0	179 4 67 8	--- ---
	7631									
1976	7641	Sn J Tzicotlacoyotl* X		19 8 86 6	141 6 155 2	201 0 127 2	128 1 143 0	68 1 157 0	117 3 67 8	-- ---
	7641									
1976	7656	Los A Tetela* X		49 1 86 8	118 1 155 2	184 7 127 2	103 2 143 0	132 6 157 0	202 6 67 8	--- ---
	7662									

* Precipitación registrada en los sitios experimentales. La X para estos sitios se obtuvo de promediar la precipitación registrada en las estaciones Puebla Tepeaca Balcón del Diablo y Echeverría (Zona IV)

Cuadro 10 A Agrupación de los tratamientos óptimos económicos de capital limitado e ilimitado por agrosistemas

No Agrosis tema	No Sitio	TOECI					TOECL (1)					TOECL (2)					TOECL (3)				
		N	P ₂ O ₅	G	DM	DF	N	P ₂ O ₅	G	DM	DF	N	P ₂ O ₅	G	DM	DF	N	P ₂ O ₅	G	DM	DF
1 1 1	7367	90	(40)	1	(38)	(37)	55	(30)	1	(38)	(37)	35	(30)	1	(38)	(37)	30	(30)	1	(38)	(37)
1 2	7341	110	(59)	2	(38)	(45)	105	(45)	1	(38)	(45)	75	(45)	1	(38)	(45)	55	(45)	1	(38)	(40)
2 1 1	7321	95	(57)	2	(37)	(45)	60	(45)	2	(37)	(45)	60	(45)	1	(37)	(45)	60	(40)	1	(37)	(45)
2 2	7301	150	(60)	0	(38)	(33)	115	(45)	0	(38)	(33)	90	(45)	0	(38)	(33)	75	(45)	0	(38)	(33)
3	7391	115	(27)	1	(38)	(38)	75	(27)	1	(38)	(38)	45	(27)	1	(38)	(38)	30	(27)	1	(38)	(38)
5 1 2	7311	170	(67)	4	(44)	(47)	160	(50)	2	(44)	(47)	125	(50)	2	(44)	(47)	85	(50)	2	(44)	(47)
8 1	7502	155	60	(0)	(40)	55	120	30	(0)	(39)	55	75	30	(0)	(39)	55	60	20	(0)	(39)	55
	7504	60	40	(0)	(39)	40	60	15	(0)	(39)	35	60	15	(0)	(39)	35	60	15	(0)	(39)	35
	7631	30	60	(0)	(37)	25	30	55	(0)	(37)	25	30	55	(0)	(37)	25	30	55	(0)	(37)	25
	7635	120	60	(0)	(40)	20	100	30	(0)	(40)	20	70	30	(0)	(40)	20	55	35	(0)	(40)	20
	7647	125	60	(0)	(39)	35	70	60	(0)	(39)	35	40	55	(0)	(39)	35	30	45	(0)	(39)	35
		98	56	(0)	(39)	35	76	37	0	39	34	55	35	0	39	35	47	32	0	39	35
8 2	7432	95	70	(0)	30	(40)	45	70	(0)	30	(40)	30	55	(0)	30	(40)	30	45	(0)	30	(40)
	7435	30	60	(0)	(40)	(35)	30	40	(0)	(40)	(35)	30	40	(0)	(40)	(35)	30	40	(0)	(40)	(35)
	7505	80	0	(0)	(39)	50	60	0	(0)	(39)	50	60	0	(0)	(39)	50	60	0	(0)	(39)	50
	7506	70	0	(0)	(44)	25	70	0	(0)	(44)	25	70	0	(0)	(44)	25	70	0	(0)	(44)	25
	7628	55	0	(0)	(40)	25	55	0	(0)	(40)	25	55	0	(0)	(40)	25	55	0	(0)	(40)	25
	7641	120	60	(0)	(38)	35	75	50	(0)	(38)	35	50	45	(0)	(38)	35	45	30	(0)	(39)	35
		75	31	(0)	(39)	35	56	57	(0)	(39)	35	49	23	(0)	(39)	35	48	19	(0)	(39)	35

Cuadro 11 A Precipitación media mensual de la zona IV* (período 35 años), y quincenal registrada en cuatro sitios experimentales de la zona IV, durante el período de mayo a octubre de 1976 Plan Puebla.

Mes	Quincena	Zona IV	Localidades				
			Azumiatla	Tzicotlacoyatl	Los A	Tetela	Libertad Tecola
Mayo	1		0 5				
	2	86 8	36 5	19 8	49 1	35 0	
Junio	1		89 5	89 5	51 3	60 5	
	2	155 2	108 2	52 1	66 8	55 5	
Julio	1		160 1	201 0	147 5	186 5	
	2	127 2	14 2	0 0	37 2	26 0	
Agosto	1		16 7	23 9	40 0	32 1	
	2	143 0	79 9	104 2	63 2	102 0	
Septiembre	1		35 5	0 0	5 5	23 0	
	2	157 0	59 0	68 1	127 1	143 2	
Octubre	1		91 9	117 3	170 4	113 2	
	2	67 8	33 5	0 0	32 2	66 2	
Total		737 3	725 4	675 9	803 0	863 4	

* Se consideraron las estaciones Puebla, Echeverría, Balcón del Diablo y Tepeaca

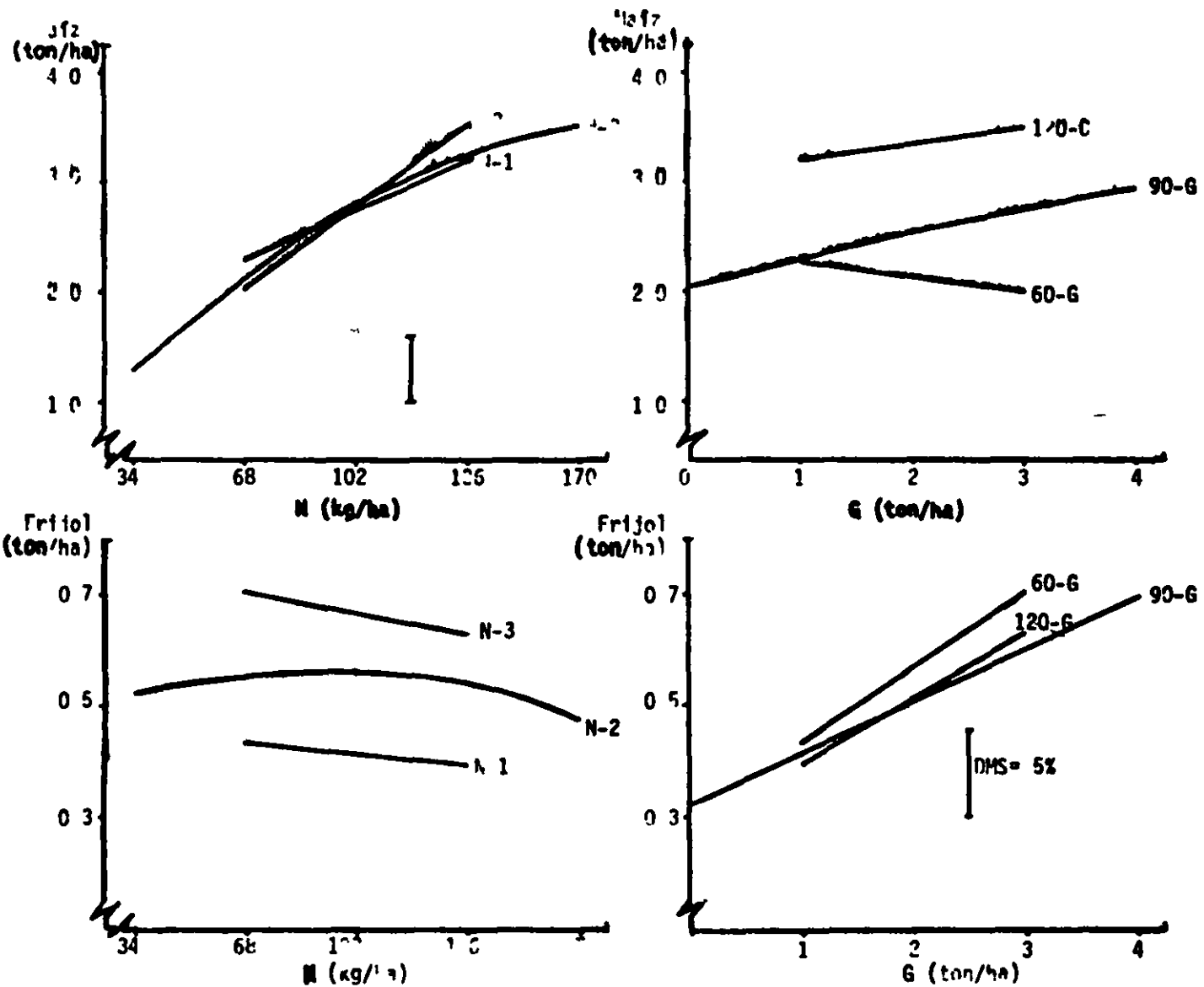


Fig 1 A Respuesta del maíz y frijol a la aplicación de Gallineza (C) y fertilizante nitrogenado (N) Experimento 1/11

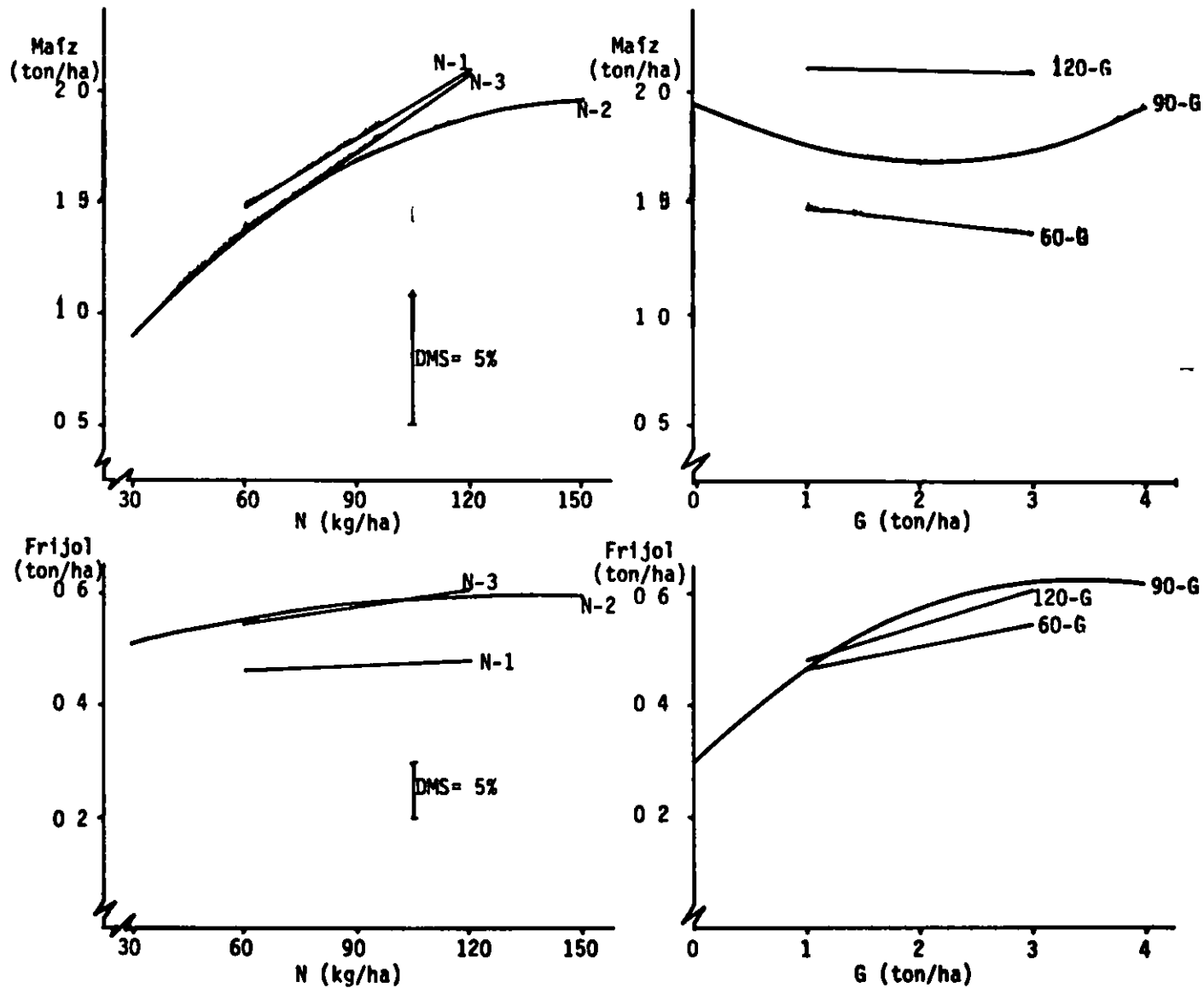


Fig 2 A Respuesta del mafz y frijol a la aplicación de gallinaza (G) y fertilizante nitrogenado (N) Experimento 7341

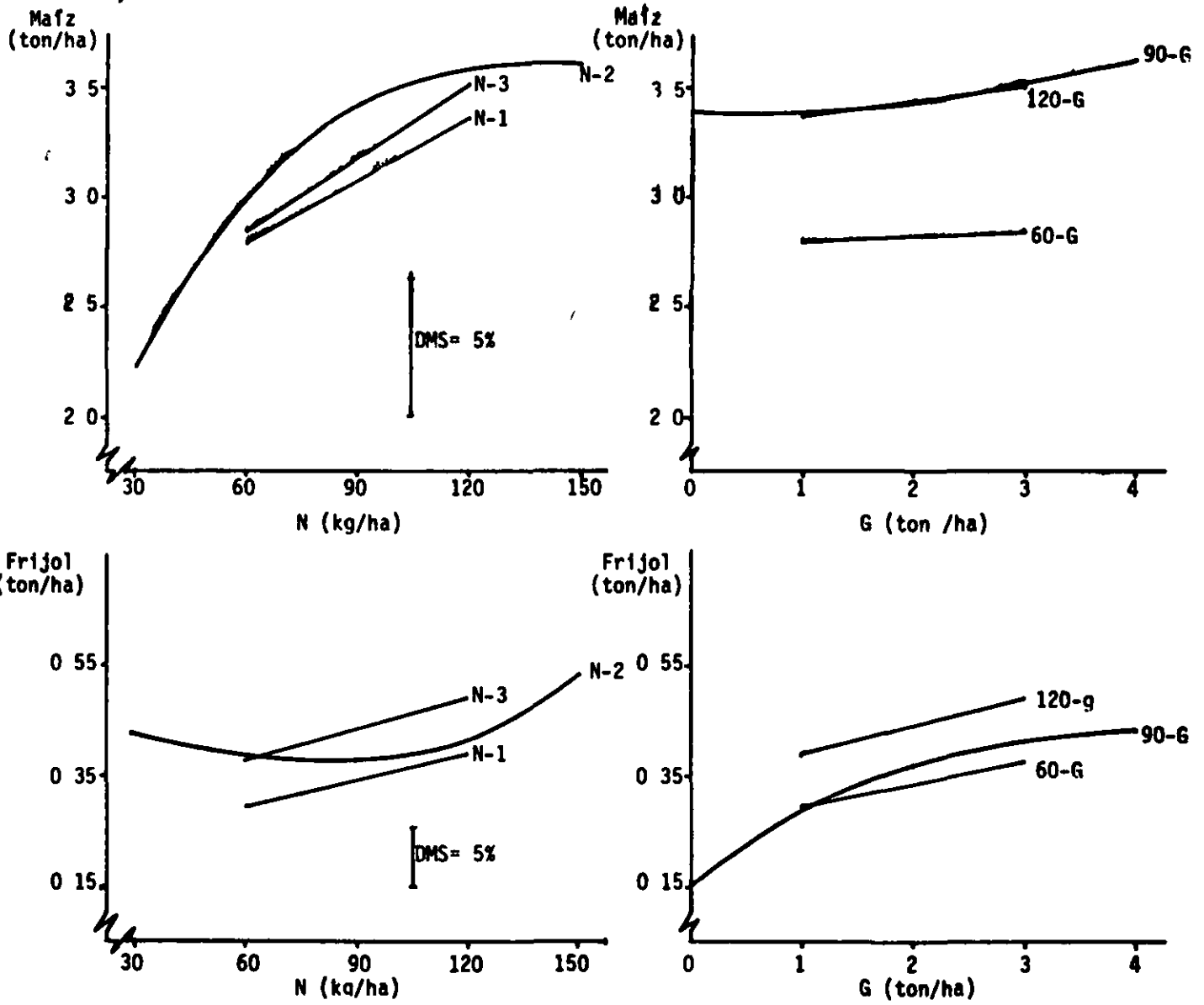


Fig 3 A Respuesta del maíz y frijol a la aplicación de gallinaza (G) y fertilizante nitrogenado (N) Experimento 7391