

ANALISIS DE RENDIMIENTOS DE GRANO Y ECONOMICO
DE LAS ASOCIACIONES MAIZ-FRIJOL EN LA REGION ESTE DEL VALLE DE MEXICO

Ing. Odilón Platero Henríquez +

INTRODUCCION

Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en la modernización y el mejoramiento tecnológico de la agricultura. El uso de fertilizantes es uno de los factores que contribuyen en mayor medida al aumento de la productividad unitaria, siempre y cuando vaya asociada a otras prácticas como son : preparación adecuada del terreno, uso de variedades mejoradas, uso racional del agua, control de plagas, malezas y enfermedades, uso de especies compatibles en el caso de cultivos asociados, etc. Todos estos factores deben de tomarse en cuenta para lograr el máximo provecho en la explotación agrícola.

El agricultor minifundista latinoamericano siembra algunos cultivos asociados, como un sistema de explotación de la tierra. Este agricultor por lo general habita en zonas de temporal, en explotación familiar, utilizada muy poco fertilizante y otros insumos agrícolas, variedades criollas, obteniendo así cosechas limitadas y consecuentemente bajos ingresos y un mayor agotamiento de sus tierras.

HIPOTESIS

Para estudiar el comportamiento de las asociaciones maíz-frijol en el área de influencia de Chapingo se plantearon las siguientes hipótesis experimentales : 1. Los niveles de nitrógeno, fósforo y densidad de población de maíz y frijol, limitan los rendimientos (en grano y la remuneración económica) de la asociación de estos cultivos en la mayoría de los sistemas de producción del área, y 2. Existe una recomendación óptima económica diferente de cero para nitrógeno, fósforo y densidad de población de ambos cultivos (maíz-frijol).

REVISION BIBLIOGRAFICA

Las asociaciones de maíz-frijol es el tema principal del presente trabajo.

Para alcanzar el éxito necesario en las asociaciones de maíz-frijol no están bien definidos los lineamientos que deben seguirse, razón por la cual hay divergencia de opiniones en cuanto a las ventajas que pudieran -

+ Jefe del Departamento de Suelos del Centro Nacional de Tecnología Agrícola, El Salvador, C. A.

aportar esta clase de asociaciones. Moreno (1972), señala que hay quienes opinan que al asociar estos cultivos, además de ser una mala alternativa para el uso de los recursos del agricultor (tierra, trabajo y capital), - se incrementa la incidencia de plagas y enfermedades, ocasionando que los cultivos asociados rindan menos que cuando son explotados por separado. - Sin embargo, Lépiz (1971), menciona : los problemas que se han presentado en la conducción de este tipo de siembra, como cierta dificultad para aplicar los insecticidas cuando el maíz ha crecido, y la nula posibilidad de cosecha mecánica del frijol, en realidad son poco significativas si se piensa que las recomendaciones, que se derivan sobre este sistema de cultiva estarán dirigidas a zonas netamente temperales y sobre todo para a aquellas regiones donde se practica la cosecha manual de ambos cultivos.

Toda la literatura reporta que los rendimientos obtenidos en cultivos asociados de maíz-frijol siempre han sido menores que las correspondientes en sistemas de monocultivos, sin embargo, al calcular las ganancias netas, son superiores en las asociaciones (Moreno, 1972, Linton 1948 Lépiz 1971. CIMMYT 1972), ésto puede deberse a los diferentes precios de los productos agrícolas).

Linton (1948), realizó un experimento sobre el cultivo de asociación maíz y frijol en el Campo Agrícola Experimental "El Horne", con la finalidad de determinar las ventajas o desventajas de la asociación de ambos cultivos que tanto los rendimientos de maíz como de frijol en la asociación son menores que los rendimientos de estos cultivos cuando se siembran solas. Sin embargo, cuando se obtienen las ganancias netas por hectárea y en las parcelas de las asociaciones se suman las ganancias de ambos cultivos, los cultivos que se encuentran asociados resultan superiores que cuando éstos se siembran separados.

Experimento realizado en Puebla (1972 (CIMMYT, 1972) en el cual se estudiaron : maíz asociado, con frijol de guía, encontraron que la ganancia obtenida con la asociación, es mayor que la obtenida con cualquiera de los cultivos por separado. Los rendimientos de maíz sembrado solo son mayores que los del maíz asociado, no ocurriendo así en el caso del frijol, ya que hay rendimientos de frijol asociado que superaron claramente al rendimiento de frijol solo. En general, se ve una respuesta clara en los rendimientos de maíz y frijol y en las ganancias netas, a las dosis de nitrógeno. El maíz respondió a su densidad de población y negativamente a la densidad de población de frijol, cuando la dosis de nitrógeno fue de 80 Kilogramos/Hectáreas.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se efectuó durante el ciclo agrícola primavera-verano de 1973, en la zona Este del Valle de México, en 3 localidades correspondientes a los municipios de Xaltepa(Campo Agrícola Experimental de la Escuela Nacional de Agricultura), Totolcingo y Tezoyuca.

Cuadro I. Relación de tratamientos para los experimentos de asociación maíz-frijol.

No. Trat.	KG/Ha		Miles de plantas /Ha.	
	N	P ₂ O ₅	Maíz	Frijol
1	60	30	25	45
2	60	30	25	60
3	60	30	40	45
4	60	30	40	60
5	60	60	25	45
6	60	60	25	60
7	60	60	40	45
8	60	60	40	60
9	90	30	25	45
10	90	30	25	60
11	90	30	40	45
12	90	30	40	60
13	90	60	25	45
14	90	60	25	60
15	90	60	40	45
16	90	60	40	60
17	30	30	25	45
18	120	60	40	60
19	60	0	25	45
20	90	90	40	60
21	60	30	10	60
22	90	60	55	45
23	60	30	40	30
24	90	60	25	75
25	90	60	40	--
26	90	60	--	75

Tratamientos y Diseño Experimental

Como matriz de tratamientos se utilizó, el "hipercubo con aristas prolongadas", formado por las combinaciones de :

- a) Cuatro poblaciones de maíz: 10, 25, 40 y 55 miles de plantas/Hectárea.
- b) Cuatro poblaciones de frijol: 30, 45, 60 y 75 miles de plantas/Hectáreas.
- c) Cuatro niveles de N : 30, 60, 90 y 120 Kilogramos/Hectáreas
- d) Cuatro niveles de $P_{2}O_5$: 0, 30, 60 y 90 Kilogramos/Hectárea

Además se usaron dos tratamientos adicionales : maíz sólo con 40 mil plantas/Hectárea, fertilizados con 90 Kilogramos de N y 60 kilogramos de $P_{2}O_5$ /Hectárea. En cuadro 3 se muestran los tratamientos que resultan de las combinaciones estudiadas.

El diseño experimental empleado en el campo, correspondió al de bloques al azar con 4 y 6 repeticiones para los diferentes tratamientos. El tamaño de la parcela fue de 5 surcos de 0.8 de ancho por 5 m de largo, - ocupando la parcela experimental una superficie total de 20 metros cuadrados.

Las fuentes de fertilizantes químicos utilizados fueron: para nitrógeno, sulfato de amonio (20.5% de nitrógeno) y para $P_{2}O_5$ superfosfato de calcio simple (20% de $P_{2}O_5$). Se aplicó la mitad del nitrógeno en la siembra y la otra mitad en la primera escarda. Todo el fósforo se aplicó en la siembra.

El genotipo de maíz utilizado fue el híbrido H-28 y para frijol el Negro 150. La siembra se hizo de tal manera que el frijol y el maíz quedaran intercaladas en el mismo surco.

Análisis de Varianza

Con los datos de rendimientos obtenidos en los 3 experimentos se utilizaron para calcular el rendimiento de maíz (M), rendimiento de frijol - (F), rendimiento total (R.T.) y ganancia neta (G.N.). Enseguida se procedió a calcular el análisis de varianza y regresión para determinar la precisión obtenida con los experimentos y la significancia de los efectos -- principales y sus interacciones, sobre las variables dependientes.

Para el análisis gráfico se utilizó sistemas de coordenadas cartesianas en dos dimensiones, en las abscisas se tienen a los promedios de población de maíz por tratamiento, y en las ordenadas los promedios de densidad de población de frijol. Esto se hizo en virtud de que las poblaciones reales difieren a menudo de las planeadas. En el punto donde coinciden los niveles de población se usan claves para indicar la fertilización que se tuvo, además al pie de la clave se indica el rendimiento obtenido. Posteriormente se analizaron las tendencias de la respuesta y se hicieron

divisiones (rendimientos parecidos); de esta forma se determinó la primera aproximación de las dosis óptimas, las cuales se ajustaron en base a los efectos principales e interacciones de primer orden, que se obtuvieron en el análisis estadístico. Con la finalidad de tener un apoyo con los análisis antes mencionados, se efectuó el análisis de los efectos principales e interacciones de primer orden de los factores N, P, F y M, sobre las observaciones de producción R.T. y G.N.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

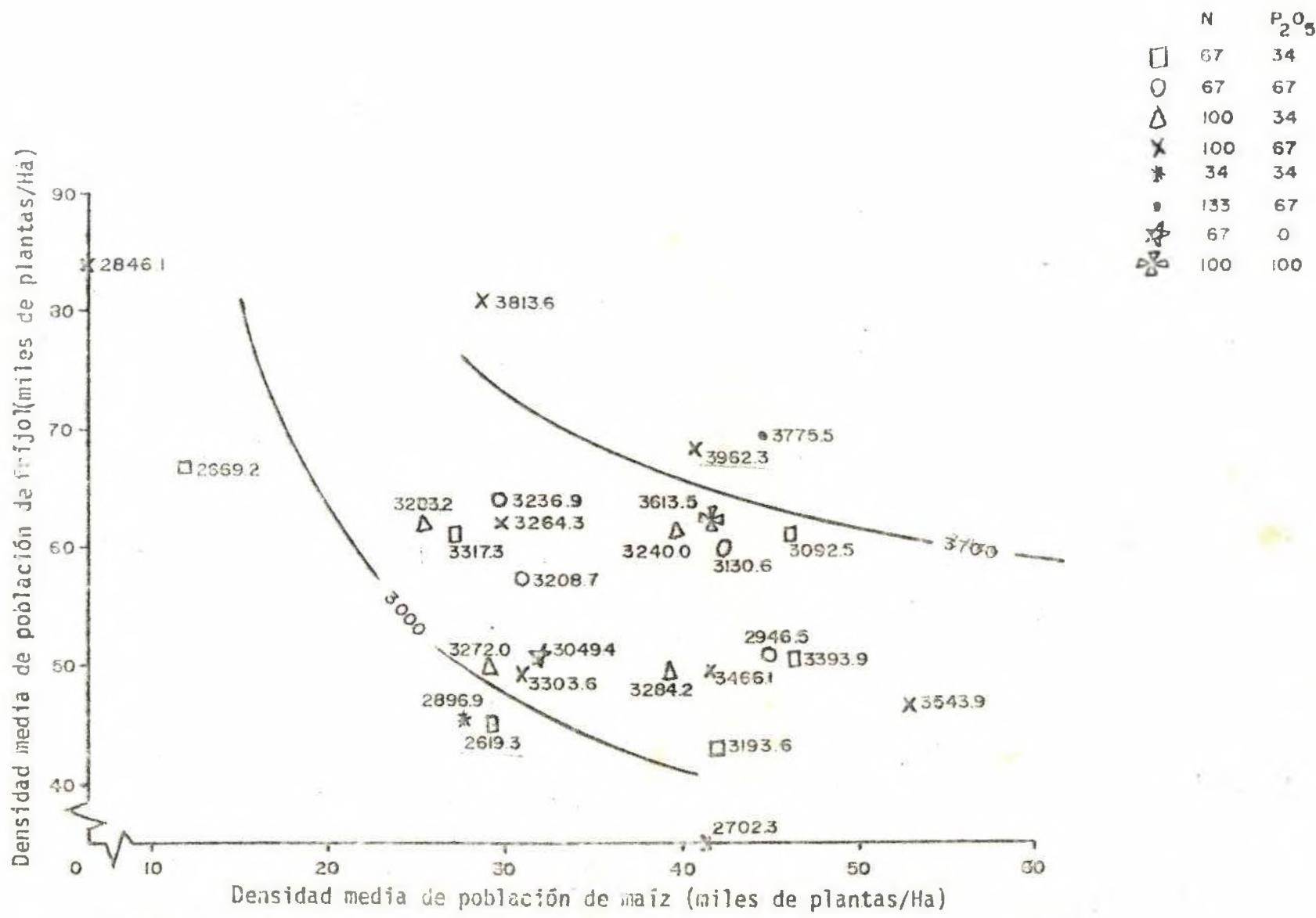
En el presente trabajo sólamente nos referiremos al experimento de Xaltepa (Campo Agrícola Experimental de la Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México) ya que la misma metodología fué utilizada en cada uno de los tres experimentos y aunque se hicieron cálculos para rendimientos de maíz (M), rendimientos de frijol (F) rendimientos totales (R.T.) y ganancia neta (G.N.), únicamente se discutirán los rendimientos totales (R.T.) ya que son los factores de mayor importancia; asimismo la (G. N.).

Rendimientos totales en Kilogramos/Hectárea del experimento de Xaltepa

Los rendimientos totales obtenidos en el experimento de Xaltepa se muestran en la Gráfica 1 y su análisis estadístico en el Cuadro 2. En la gráfica se puede apreciar que dichos rendimientos totales varían de 2 619.3 hasta 3 962.3 Kilogramos/Hectárea. Hay efecto significativo y positivo de población de maíz y frijol lo que se comprueba en la gráfica observándose que el máximo rendimiento total se logra con poblaciones de 68 mil plantas de frijol por hectárea y con poblaciones de 41 mil plantas de maíz/Hectárea que son de las más elevadas.

En este experimento la mayoría de los rendimientos totales fueron superiores a las 3 toneladas/Ha. Los rendimientos intermedios se obtienen con variadas poblaciones de maíz y frijol, así como niveles distintos de fertilización. Los dos tratamientos de mínimo rendimiento total fueron, aquel con 67 mil plantas de frijol/Hectárea y 12 mil plantas de maíz/Hectárea (2 669.2 Kilogramos/Hectárea) y aquel con 45 mil plantas de frijol/Hectárea y 29 mil plantas de maíz/Hectárea (2 619.3 Kilogramos/Hectárea), ambos con las mínimas dosis de nitrógeno y $P_{2}O_5$ estudiadas (67-34-0). Lo anterior se confirma por el efecto significativo y positivo de nitrógeno. Sin embargo, no es claro el efecto negativo del $P_{2}O_5$, ya que para lograr el rendimiento máximo se requieren de 67 a 100 Kilogramos de $P_{2}O_5$ /Hectárea. La negatividad de dicho efecto se debe a las relaciones entre rendimiento y fósforo a niveles inferiores.

Tomando en cuenta los rendimientos observados en la presente gráfica, se puede llegar a la conclusión, que para lograr el más alto rendimiento total, es necesario tener una población arriba de 65 mil plantas/Hectárea de frijol y 40 mil plantas/Hectárea de maíz, con una fertilización elevada de por lo menos 100-67-0.



Gráfica 1. Rendimientos totales en Kg/Ha, bajo diferentes dosificaciones de N y P₂O₅ y diferentes poblaciones de maíz y frijol en Xaltepa.

Cuadro 2. Resultados del análisis de los efectos principales e interacciones de los factores sobre la variable R.T. (Rendimiento Total) en el experimento de Xaltepa, Ciclo 1973.

Fuentes ^a	g.l.	Valores de F	Significancia	Formas de la asociación de los términos significativos
N	1	35.676	**	Positiva
P	1	5.222	*	Negativa
F	1	4.408	*	Positiva
M	1	6.101	*	Positiva
NP	1	1.832	N.S.	Positiva
NF	1	0.015	N.S.	Negativa
NM	1	0.762	N.S.	Negativa
PF	1	3.342	N.S.	Positiva
PM	1	1.225	N.S.	Negativa
FM	1	0.113	N.S.	Negativa
Regresión	10	5.870	**	
Error	125			
Total	135			
C.V.		12.425 %		

a. Las letras N, P, F y M, representan a los factores nitrógeno, P_2O_5 , densidad de población de frijol y de maíz, respectivamente.

* Significativo al 5 %

** Significativo al 1 %

N.S. No significativo

Ganancias netas en pesos/Hectárea del experimento de Xaltepa.

Las ganancias netas obtenidas en el experimento de Xaltepa se presentan en la Gráfica 2, y su análisis estadístico en el Cuadro 9, en la gráfica podemos apreciar claramente que a medida que se va aumentando la población de frijol y reduciéndose la de maíz en asociación, las ganancias netas también van aumentando desde 5 357.9 hasta 10 654.5 pesos/Hectárea. Esto se comprueba con el efecto altamente significativo y positivo obtenido para frijol y el negativo para maíz. La mayor ganancia neta obtenida en el presente experimento, se logra aproximadamente con 81 mil plantas - de frijol/Hectárea y 29 mil plantas de maíz/Hectárea, siendo esta población de maíz semejante a la que comúnmente utiliza el pequeño agricultor que se dedica a sembrar en zonas de temporal. La mayoría de las ganancias netas intermedias oscilan entre 5,000 y 8,000 pesos/Hectárea, encontrándose dichas ganancias entre poblaciones de 25 a 45 miles de plantas de maíz/Hectárea y 40 a 70 mil plantas de frijol/Hectárea. El tratamiento con la mínima ganancia neta es igual con solo 47 mil plantas de frijol por Hectárea y con la máxima población de maíz. A pesar de que el tratamiento con la máxima ganancia neta llevó la misma fertilización que aquel con la mínima ganancia neta, se observa en el Cuadro 3 un efecto significativo y positivo de nitrógeno. Por lo tanto, parece ser que la fertilización de 100-67-0 es suficiente en esta asociación.

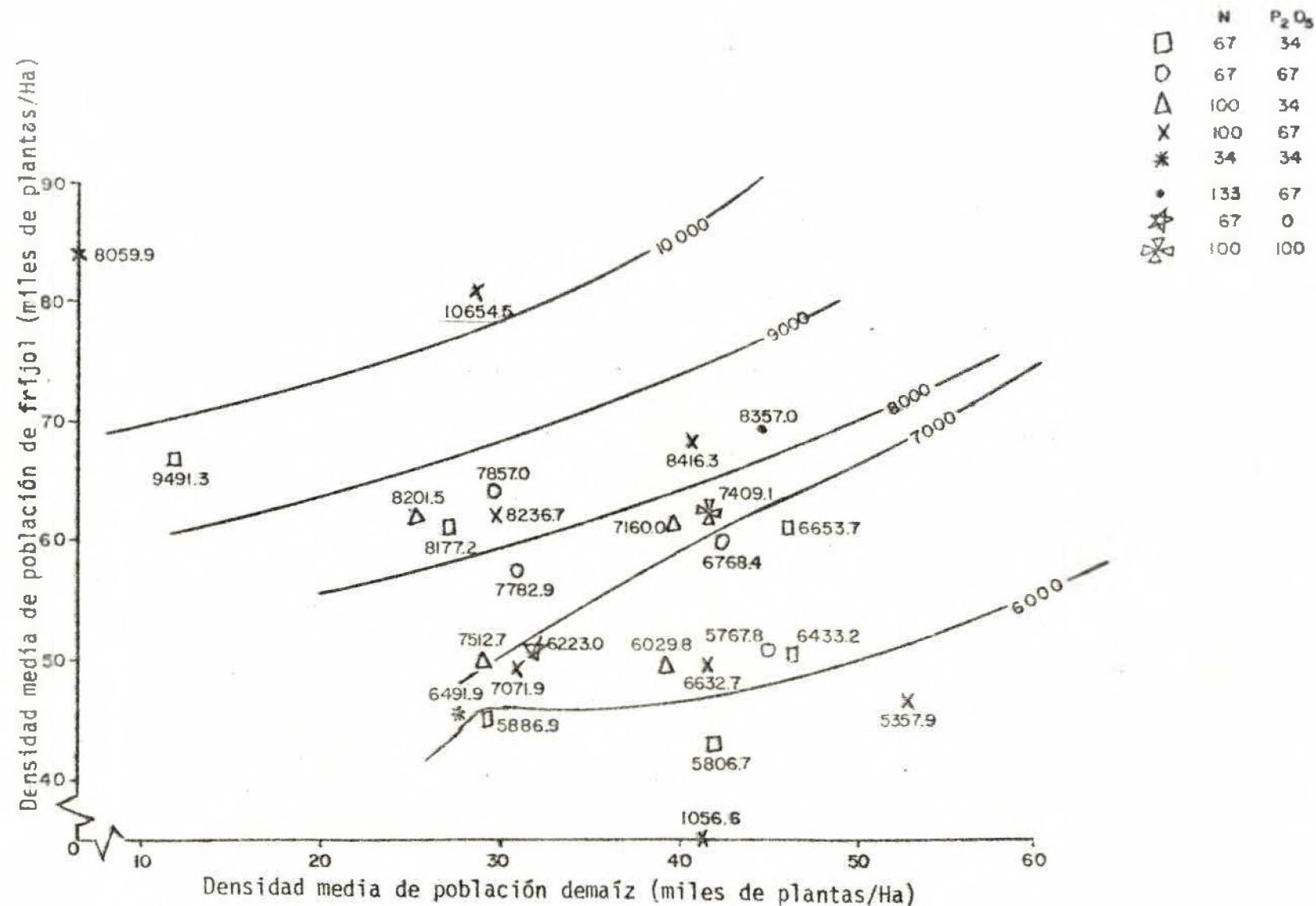
Para poder lograr la mayor ganancia neta, es necesario tener poblaciones de frijol superiores a las 80 mil plantas/Hectárea, 30 mil plantas de maíz/Hectárea y con una fertilización de 100-67-0.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se calcularon los niveles de los factores para lograr un máximo rendimiento total (R.T.) y una máxima ganancia neta (G.N.) por medio del análisis gráfico (dibujando las medias de tratamientos en un eje de coordenadas con los parámetros M y F), encontrándose lo siguiente: Para el experimento de Xaltepa se encontró que los niveles que hacen máximo el rendimiento total son : 100 N - 67 P - 40 M - 67 F (Kilogramos/Hectárea de nitrógeno y P_2O_5 , y miles de plantas/Hectárea de maíz y frijol, respectivamente), y los que hacen máxima la ganancia neta, 100 N - 67 P - 30 M- 80 F.

Finalmente considerando las hipótesis experimentales planteadas en el presente trabajo, se llega a las siguientes conclusiones :

1. De acuerdo con los resultados obtenidos no pueden rechazarse las hipótesis planteadas al inicio de los experimentos.
2. Los sistemas de cultivos de asociación en el área estudiada, responden económicamente a las aplicaciones de nitrógeno y P_2O_5 y densidades de población de maíz y frijol.



Gráfica 2. Ganancia neta en pesos/Ha, bajo diferentes dosificaciones de N y P₂O₅ y diferentes poblaciones de maíz y frijol en Xaltepa.

Cuadro 3. Resultados del análisis de los efectos principales e interacciones de los factores sobre la variable GN (Ganancia Neta) en el experimento de Xaltepa. Ciclo 1973.

Fuentes ^a	g.l.	Valores de F	Significancia	Forma de la asociación de los términos significativos
N	1	15.442	*	Positiva
P	1	2.603	N.S.	Positiva
F	1	136.452	**	Positiva
M	1	43.888	**	Negativa
NP	1	0.399	N.S.	Positiva
NF	1	1.470	N.S.	Positiva
NM	1	0.004	N.S.	Positiva
PF	1	0.045	N.S.	Positiva
PM	1	0.221	N.S.	Negativa
FM	1	2.382	N.S.	Negativa
Regresión	10	20.291	**	
Error	125			
Total	135			
C.V.		15.774 %		

a Las letras N, P, F y M, representan a los factores nitrógeno, P_2O_5 , densidad de población de frijol y de maíz, respectivamente.

* Significativo al 5 %

** Significativo al 1 %

N.S. No significativo

3. En los experimentos de Xaltepa y Totolcingo máximas ganancias netas se obtienen cuando los cultivos se encontraban asociados, no así en el experimento de Tezoyuca donde la máxima ganancia neta se obtiene cuando el frijol se siembra solo. Esto se debe al alto precio del frijol. Sin embargo, para el 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 al frijol solo.
4. A pesar de las fuertes diferencias en rendimiento de maíz, rendimiento de frijol y rendimiento total entre sitios, los tratamientos con máximas ganancias netas fueron muy semejantes.
5. Debe hacerse notar que las asociaciones que produjeron las máximas ganancias, llevan poblaciones de maíz semejantes a las usadas tradicionalmente por el agricultor en el monocultivo del maíz sin embargo, este estudio demuestra que con esa misma población de maíz, pueden adicionarse alrededor de 80 mil plantas de frijol/Hectárea y elevarse sustancialmente el rendimiento total, sin que se abate seriamente el rendimiento de maíz siempre que se fertilice con alrededor de 100 kilogramos/Hectárea de nitrógeno y 70 kilogramos/Hectárea de $P_{2}O_5$.

BIBLIOGRAFIA

1. C.I.M.M.Y.T. (1972). 5a. Reunión Anual del Plan de Puebla. Puebla, México.
2. Lépiz, I.R. (1971). Asociación de cultivos maíz-frijol. Agricultura Téc. en México.
3. Linton, S.C. (1948). Ensayo experimental sobre el cultivo de asociación de maíz y frijol realizado en el campo experimental El Hornero, Chapingo, México.
4. Moreno, R.O.H. (1972). Las asociaciones de maíz-frijol un uso alternativo de la tierra. Tesis de Maestro en Ciencias, colegio de Postgraduados, Chapingo, México.