

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



Investigación Agronomica en Maíz Bajo Condiciones de
Humedad Residual en el Area de la Sierra Tarasca

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
EXTENSION AGRICOLA

P R E S E N T A

José Asunción González Torres

GUADALAJARA, JALISCO, 1978

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

Mi agradecimiento sincero al Ing. y M.C. José Francisco-Villalpando I. "Director de Tesis" que con constante esfuerzo de superación, nos ha llevado por el camino de la ciencia.

Al Ing. y M.C. Raymundo Velasco Nuño; y al Ing. Ricardo Ramírez Meléndez "Asesores de Tesis" por el interés puesto para la terminación de este trabajo.

Al Ing. y M.C. J. Isabel Cortés F. y al Ing. y M.C. Benjamín Peña O. por su ayuda desinteresada para la realización de esta Investigación.

A mis maestros quienes con sus enseñanzas me forjaron en esta profesión.

A la Universidad de Guadalajara.

A la Escuela de Agricultura.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de cuyo programa de Investigación se obtuvieron los datos de campo que con tiene este trabajo.

DEDICATORIA



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

Con inmenso cariño a mis padres Pascual y Josefina que han sido
el pilar de mi formación.

A mis hermanos quienes con su ayuda moral me estimularon y no
escatimaron esfuerzos para mi realización como profesionista --
principalmente Lupe.

A mis amigos, que me estimularon constantemente.

A Sonia, con Cariño.

TABLA DE CONTENIDO

INDICE DEL CUADRO.	
INDICE DE FIGURAS.	
I. INTRODUCCION.	1
II. DESCRIPCION DEL AREA, SU TECNOLOGIA.	4
1. El área de estudio	4
1.1. Localización	4
1.2. Vegetación	4
1.3. Suelos	6
1.4. Clima	7
1.4.1. Precipitación	9
1.5. Superficie de Labor	10
2. Tecnología de la Región	10
2.1. Cultivos Principales	10
2.2. Tecnología	12
III. REVISION BIBLIOGRAFICA.	15
1. Conclusiones de Revisión Bibliográfica	20
IV. OBJETIVOS HIPOTESIS Y SUPUESTOS.	21
V. MATERIALES Y METODOS.	24
1. Características de los Experimentos	24
1.1. Selección de sitios experimentales	24
1.2. Factores de estudio	24
1.3. Espacios de Exploración	24
1.4. Matriz Experimental	25
1.5. Diseño Experimental	25
1.6. Manejo de los Experimentos	28
1.7. Observaciones Experimentales	30
2. Análisis Estadístico	30
2.1. Cálculo del Rendimiento en Kg/ha.	30
2.2. Análisis de Varianza	32
2.3. Método de Yates	32
2.4. Análisis Económico	37

	Página
2.4.1. Determinación de las Dosis Óptimas Económicas	38
2.4.2. Método Gráfico	40
VI. RESULTADOS Y DISCUSION.	43
1. Análisis Estadístico	43
1.1. Sistema de Producción de Suelos planos-aluviales	43
1.2. Sistema de Producción de Suelos de Ladera	51
2. La Respuesta a los Factores Estudiados	53
2.1. Sistema de Producción Suelos planos-aluviales	53
2.1.1. Respuesta al Nitrógeno	53
2.1.2. Respuesta al Fósforo	53
2.1.3. Respuesta a la Densidad de Población	56
2.1.4. Respuesta a las Interacciones	56
2.2. Sistema de Producción en Suelos de Ladera	57
2.2.1. Respuesta al Nitrógeno	57
2.2.2. Respuesta al Fósforo	57
2.2.3. Respuesta a la Densidad de Población.	57
2.2.4. Respuesta a las Interacciones.	57
3. Análisis Económico.	59
VII. RECOMENDACIONES DE PRODUCCION.	69
VIII. CONCLUSIONES.	70
IX. RESUMEN.	72
X. BIBLIOGRAFIA.	75



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Algunas características físicas y químicas del suelo en los sitios donde se condujeron los experimentos.	8
2	Superficie de labor sembrado con Maíz y otros cultivos en condiciones de humedad residual en el Area de la Sierra Tarasca.	11
3	Lista de tratamientos experimentales que fueron ensayados en el Area de la Sierra Tarasca bajo condiciones de humedad residual, Ciclo Agrícola 1976.	27
4	Observaciones complementarias de campo de los ensayos de productividad en Maíz conducidos en 1976 en la Sierra Tarasca.	31
5	Aplicación del Método de Yates a los datos del experimentos ST067604.	33
6	Ingresos Netos y Tasa de Retorno a Capital Variable en el cultivo del Maíz para los tratamientos estudiados en el Experimento ST067604.	41

Cuadro		Página
7	Rendimiento Promedio Comercial de grano - en Ton/ha. al 14% de humedad para cada uno de los tratamientos ensayados, en siembras de humedad residual en suelos planos aluvia les. Ciclo 1976.	44
8	Rendimiento Promedio Comercial de grano en Ton/ha. al 14% de humedad para cada uno de - los tratamientos ensayados, en siembras de hu medad residual en suelos de ladera. Ciclo 1976.	
9	Rendimiento Promedio Comercial de grano en- Ton/ha. al 14% de humedad para cada uno de -- los tratamientos ensayados en condiciones de hu medad residual en suelos planos aluviales. - - (NPG). Ciclo 1976.	46 48
10	Análisis de varianza para la variable rendimien to de grano de Maíz en cada sitio experimental.	49
11	Análisis de varianza para la variable rendimien to de grano de Maíz en suelos de ladera.	52

- 12 Efectos Factoriales Promedios obtenidos por el Código de Yates, para los factores de estudio en los experimentos del sistema de producción de suelos planos aluviales. 54
- 13 Efecto Factorial Promedio obtenidos por el Código de Yates para los factores de estudio en los experimentos del sistema de producción de suelos de ladera. 58
- 14 Aplicación del Código de Yates al experimento Nitrógeno, Fósforo y Gallinaza, en suelos planos-aluviales. Ciclo 1976. 63
- 15 Tratamientos Optimos Economicos (TOE) de N, $P_2 O_5$ y D.P. obtenidos para cada sitio experimental en siembras de humedad residual en suelos planos-aluviales y con pendientes menor de 4% . Ciclo 1976. 65
- 16 Tratamiento Optimo Económico (TOE) de N, $P_2 O_5$ y D.P. obtenidos para cada sitio experimental en condiciones de humedad residual en suelos de ladera con una pendiente mayor de 4% y menor de 12%. Ciclo 1976. 66

- 17 Tratamientos Optimos Económicos (TOE) de N, P₂ O₅ y G. obtenidos para el sitio experi_ mental en condiciones de humedad residual - en suelos planos aluviales y con pendientes - menores del 4%. Ciclo 1976.

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Mapa de la Región.	5
2	Matriz de tratamientos "Plan Puebla I" para 1976.	26
3	Respuesta promedio del Maíz a N, P ₂ O ₅ y D.P. en suelos planos en el Area de la Sierra Tarasca. Ciclo 1976.	60
4	Respuesta promedio del Maíz a N, P ₂ O ₅ y D.P., en suelos de ladera en el Area de la Sierra Tarasca. Ciclo 1976.	61
5	Respuesta promedio del Maíz a N, P ₂ O ₅ y G, en suelos planos en el Area de la Sierra Tarasca. Ciclo 1976.	62

I. INTRODUCCION.

México es un país donde la agricultura de temporal comprende aproximadamente el 80% de los 14.35 millones de hectáreas que se cultivaron en 1976 (1). Cerca del 80% de la población rural de México, que representa más de 20 millones de la población nacional, practica este tipo de agricultura (13). Y es en esta parte, donde se encuentra la población agrícola de más bajos recursos económicos y sociales. Esto obedece principalmente a dos clases de motivos:

1. Motivos Sociales.

El cambio de las diferentes formas de actuación de una sociedad, es el resultado que se logre conseguir en cada uno de los individuos que la integran. Por lo tanto, si se pretende cambiar a la sociedad, debemos cambiar al hombre y ante la urgencia a que estamos enfrentados debemos hacerlo sobre la marcha, integrándolo al desarrollo y tomándolo como sujeto activo del mismo. No basta planear los servicios "por" el campesino ni "para" el campesino, es necesario hacerlo con él mismo.

2. Motivos Económicos.

El esfuerzo del hombre del campo, en la mayoría de los

casos, no se traduce en un adecuado nivel de ingresos por deficiencia en cuanto a: (8).

- a) Estructura de tenencia de la tierra.
- b) Asistencia a los campesinos para aumentar su productividad y en consecuencia sus rendimientos económicos.
- c) Prácticas adecuadas de mercado que eliminen a los intermediarios nocivos y garanticen la comercialización total de las cosechas.
- d) Crédito oportuno.

En la región de la Sierra Tarasca se practica una agricultura de subsistencia de baja productividad, debido a que los campesinos de esa región no cuentan con una tecnología adecuada a la situación fisiográfica y económica, que les permita aprovechar al máximo los recursos de que disponen, para aumentar sus ingresos y por consiguiente mejorar su nivel de vida.

De acuerdo con West, C.R. citado por Cortés (4) la extensión de la Sierra Tarasca es de aproximadamente 3,500 Km².

En 6 municipios de la Sierra Tarasca en la cual se está realizando investigación, la superficie cultivable de humedad resi-

dual es de 38,000 ha., aproximadamente (5).

Tomando en cuenta lo anterior se planeó este trabajo -- con el objetivo de contar con una tecnología que vaya de acuerdo a la situación fisiográfica y económica de los agricultores de la Sierra - Tarasca.

La investigación realizada fue auspiciada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas dentro de los programas, - - PRONDAAT (Programa Nacional de Desarrollo Agrícola en Areas - de Temporal).

II. DESCRIPCION DEL AREA, SU TECNOLOGIA.

1. El área de estudio.

1.1. Localización.

De acuerdo a West, citado por Cortés (4), el área de = trabajo se encuentra situada en la parte alta del estado de Michoa--cán entre los $19^{\circ} 15'$ y $19^{\circ} 45'$ latitud Norte y los meridianos $101^{\circ} 20'$ y $101^{\circ} 45'$ latitud Oeste del meridiano de Greenwich. En la Figura 1, se presenta en forma esquemática el área comprendida en este estudio.

Desde el punto de vista fisiográfico es una región formada principalmente por laderas, valles y colinas someras. Uno de los rasgos físicos más característicos de la zona es el escaso número - de arroyos y lagos permanentes.

1.2. Vegetación.

La altura varía entre 1,000 y 2,800 msnm. La vegetación que se desarrollo en la región estudiada es del tipo de coníferas (Pinus sp), encinos (Quercus sp) y abetos (Abies sp). Los pinos- y los encinos forman la asociación predominante, sin embargo, en la generalidad de la región las coníferas dominan fuertemente sobre los encinos, solo en las partes más bajas los encinos dominan sobre

los pinos. Existen otras asociaciones pero son de menor importancia por la localización específica y el área que ocupan.

1.3. Suelos.

Los suelos de la Sierra Tarasca se han formado a partir de material volcánico del Terciario y Cuaternario (2). Son suelos que poseen un alto contenido de material amorfo en su fracción arcillosa (10). Internacionalmente se les conoce como suelos de Ando (4).

De acuerdo con Robert C. West, citado por Cortés (4)- a partir de sus trabajos de campo en la Sierra Tarasca, los describe como suelos oscuros limo arenosos finos que ocurren en las partes bajas y valles de la Sierra y que localmente se les conoce como suelos "tupuri". La textura de la capa superior es fina. La superficie se seca hasta convertirse en un polvo fino que actúa como aislador, evitando la evaporación de la parte interior del suelo. Esta característica es lo que permite que en Abril y Mayo casi al final de la estación seca, el suelo está bien húmedo a 10 cm. de profundidad. No obstante sus características físicas permiten que el suelo sea fácilmente erosionable.

De acuerdo a Cortés los suelos se dividen en:

- a) Suelos que reciben aportes aluviales.
(problema nutricional leve)
- b) Suelos de ladera.
(problema nutricional severo)

En el Cuadro 1, se muestran algunas características físicas y químicas del suelo (0-20 cm.) de los sitios donde se condujeron experimentos; De acuerdo con estos datos para la región de estudio, el contenido de arena varía de 36 a 60.8%, el de arcilla 15 a 32.6% y el de limo 24.4 a 40.6%. El pH fluctúa entre 5.9 y 6.4, - la materia orgánica varía de 1.48 a 6.76%. El nitrógeno total fluctúa entre 0.07 y 0.32%, para el fósforo solo se encontraron trazas, por su parte el potasio varía de 74 a 417 partes por millón (p.p.m.), el calcio va de 774 a 2477 y el magnesio de 94 a 428 p.p.m.

1.4. Clima.

El clima predominante de acuerdo al investigador ya -- mencionado anteriormente, corresponde a los tipos Cwb Koppen, - que equivalen al clima de tierras frías denominado por los tarascos.

Tomando la modificación que hizo Enriqueta García en - 1964 al mismo sistema de Koppen (6), el clima de la Sierra Taras-

CUADRO 1. ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO (0-20cm.) EN LOS SITIOS DONDE SE CONDUJERON LOS EXPERIMENTOS.

No. Expto.	pH	Análisis Mecánico			Clasif. Textural	Total		P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca O	Mg O
		Arena %	Limo %	Arcilla %		M.O. %	N				
ST067604	6.2	61	24	15	Mig. Aren.	1.48	0.07	Trazas	176.6	774	200
ST067610	6.3	56	28	16	Mig. Aren.	3.38	0.17	Trazas	400	2024	428
ST067613	5.9	49	30	21	Fran. Aren.	4.45	0.21	Trazas	298	1364	185
ST067616	6.2	46	38	16	Franco	6.42	0.23	Trazas	137	1364	225
ST067619	6.2	40	40	20	Franco	6.76	0.29	Trazas	74	1276	180
ST067625	6.4	36	40	24	Franco	5.30	0.24	Trazas	392	2101	233
ST067628	6.2	26	41	33	Mig. Arc.	6.71	0.32	Trazas	417	2477	213
ST067631	6.2	44	31	25	Arc. Aren.	3.34	0.17	Trazas	319	1566	271
ST067634	6.3	46	32	22	Franco	3.81	0.19	Trazas	244	1357	175
ST067601	6.2	56	28	16	Mig. Aren.	2.31	0.11	Trazas	179	1034	251
ST067635	6.4	56	31	13	Mig. Aren.	3.92	0.20	Trazas	224	1100	166
ST067638	6.0	51	37	12	Franco	6.44	0.29	Trazas	139	832	94

ca es C(w2) (w) b(e) g, donde los símbolos significan lo siguiente:

C(w2): El más húmedo de los subhúmedos con lluvias - en verano, y un cociente precipitación temperatura mayor que 55.

(w): El porcentaje de lluvias invernal mayor que el 5% - de la total anual.

b: Templado con verano fresco y largo, temperatura -- media anual de 12°C a 18°C, temperatura media anual del mes más caliente entre 6,5°C y 22°C.

(e): La oscilación anual de las temperaturas medias - - mensuales es extrema y varía entre 7° y 14°C.

(g): El mes más caliente del año es antes de junio.

1.4.1. Precipitación.

La precipitación en el área como en la mayor parte de - México es estacional, el 80% de la total cae principalmente en for-- ma de chubasco convencionales en los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre. Las lloviznas por periodos de 3 a 4 días son comu nes, y esto sugiere un origen ciclónico local. Ocasionalmente, du-

rante los meses de Diciembre y Enero ocurren lluvias ligeras, que se conocen con el nombre de "cabañuelas".

La precipitación media anual en Pátzcuaro es de 1,000 a 1,250 mm.

La neblina es otro fenómeno meteorológico muy común que se presenta en los valles bajos, desde finales del verano hasta el inicio del invierno. Se forma en las primeras horas de la mañana (después de las 1.00 hrs.) y se evapora al medio día, su presencia baja las temperaturas medias diarias y evita la evaporación rápida de la humedad superficial (4).

1.5. Superficie de Labor.

En el Cuadro 2 se presenta la superficie en hectáreas - de labor, descanso y sembrado con maíz y otros cultivos, en humedad residual en 6 municipios de la Sierra Tarasca.

2. Tecnología de la Región.

2.1. Cultivos Principales.

La región desde el punto de vista agrícola se dedica - - principalmente al monocultivo del maíz y en segundo término a cul-

CUADRO 2 . SUPERFICIE DE LABOR SEMBRADA CON MAIZ Y OTROS CULTIVOS EN CONDICIONES DE HUMEDAD RESIDUAL EN EL AREA DE LA SIERRA TARASCA.

MUNICIPIO	DE LABOR	S U P E R F I C I E (HAS.)			MAIZ	OTROS CULTIVOS
		HUMEDAD RESIDUAL	SEMBRADA	EN DESCANSO		
ERONGARICUARO	4,971.2	1,424.4	1,904.5	3,066.7	1,116.8	787.7
NAHUATZEN	11,230.9	11,056.4	7,399.5	3,831.4	7,347.3	52.2
PATZCUARO	10,677.4	3,810.2	7,181.3	3,496.1	4,801.8	2,379.5
STA. CLARA	17,109.1	15,351.9	10,004.1	7,105.0	7,922.9	2,081.2
TINGAMBATO	4,045.4	3,979.0	1,474.8	2,570.6	1,445.9	28.9
QUIROGA	3,561.5	2,368.3	1,658.7	1,902.8	1,354.2	304.5
TOTALES	51,595.5	37,970.2	29,622.9	21,972.6	23,988.9	5,634.0

tivos como trigo, papa, avena y cebada.

2.2. Tecnología.

El agricultor conocedor de la capacidad productiva de sus suelos, ha identificado dos sistemas de producción.

Sistema I. Suelos planos aluviales, entendiéndose esto como suelos con pendientes no mayores de 4%. Estos suelos se siembran casi siempre un año y se dejan descansar otro, y se les conoce como suelos de "año y vez"; aunque también se siembran algunos de estos suelos año con año debido a que son más productivos por encontrarse en los abanicos aluviales, a estos últimos se les conoce como suelos de "año con año". En el sistema de "año y vez", el agricultor obtiene un rendimiento aproximado de 1,500 a 2,000 Kg/ha., la densidad de población que usa es de alrededor de 27,000 plantas/ha., a una distancia entre surcos de 78 cms. y con una fertilización de 10 Kg. de nitrógeno y 40 Kg. de fósforo/ha.

Sistema II. Suelos de ladera con una pendiente de 4 a 12%. Estos suelos se siembran un año y se dejan descansar dos y se les conoce como suelos de un año por dos de descanso. Son los menos productivos de la Sierra Tarasca y corresponden generalmente

te a las áreas recién abiertas al cultivo. El agricultor bajo este sistema obtiene un rendimiento de 1,000 a 1,500 Kg/ha., con una densidad de 25,000 plantas/ha. y una distancia entre surcos de 78 cm. aproximadamente. Y con una fertilización de 10 Kg. de nitrógeno - mas 50 Kg. de fósforo/ha., aplicando todo el fertilizante en la siembra, casi siempre mezclado con tierra.

Bajo estos dos sistemas, el agricultor inicia la preparación del terreno en el mes de Noviembre con cuatro meses de anticipación a la siembra, con la finalidad de obstruir los poros y evitar que la humedad se evapore de la superficie del suelo. Esta labor la realiza generalmente con arado egipcio, tirado por una yunta.

La siembra se inicia en la primera quincena de Marzo en las partes altas (de 2,650 a 2,800 msnm) y termina en la primera semana de Mayo en las partes más bajas (2,000 a 2,650 msnm). En esta práctica también se utiliza el arado egipcio y se realiza en forma simultánea la aplicación total de fertilizante en forma mateada.

Después de la siembra el agricultor dá dos escardas al cultivo con el objeto principal de aporcar el maíz y combatir las malezas. La primera escarda la efectúa cuando el cultivo tiene aproxi-

madamente 40 cm. de altura y generalmente no se hace antes de --
que se inicie el temporal, para conservar la humedad del suelo. -
La segunda escarda se realiza en la primera quincena de Julio.

Los principales problemas que afronta el agricultor en es-
ta región, son: la pérdida de plantas ocasionada principalmente por
daño de tuzas e insectos del suelo (gallina ciego, etc.).

La cosecha se realiza en Noviembre y Diciembre en las --
partes más bajas y se prolonga hasta el mes de Enero del año si- -
guiente en las partes más altas.

El grano cosechado es utilizado principalmente en la ali- -
mentación de la familia, en la alimentación de algunos animales co-
mo el cerdo y eventualmente lo comercializan para satisfacer otras
necesidades.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA.

Cortés (4). Menciona que en el área de la Sierra Tarasca se ha realizado investigación en el triángulo formado por los vértices de Ario de Rosales, Tácambaro y Pátzcuaro. Allí se ha hecho una intensa investigación de campo por diferentes instituciones tales como: INIA y CIMMYT. Con objeto de entender y resolver el problema nutricional de estos suelos. El CIMMYT durante 4 años (1969-1972) estudió la respuesta del maíz a dosis agronómicas de nitrógeno, fósforo y densidad de población.

De acuerdo con Sánchez, D.N. y Pérez M.J. citados por Cortés (4), trabajando en un sitio situado en las márgenes de la -- Sierra Tarasca, encuentran que tanto el nitrógeno como el fósforo aplicados solos y sin cal no aumentan significativamente los rendimientos, pero al aplicar 80 Kg. de N/ha. más 60 Kg. de $P_2 O_5$ /ha. sin cal, el rendimiento se duplica, este resultado, puso en duda la costeabilidad del encalado.

Turrent (10), considerando la posibilidad de que existiera una relación entre lo que causaba el atraso del desarrollo en las lechugas cuando se trasplantaban sobre suelos de la Sierra Tarasca y el problema nutricional que se presentaba en el campo, trabajó -

con la idea de eliminar la etapa inicial en que las lechugas no crecen apreciablemente.

Desde este punto de vista, el tratamiento que llevara el suelo a una condicióón en que las plantas crecieran normalmente, podría dar algunas indicaciones sobre el problema nutricional que limitaba la fertilidad de los suelos estudiados.

En base a tres tipos de experimentos llevado a cabo en el invernadero, este autor concluye:

- a) El índice de atraso en el crecimiento de las lechugas - está inversamente relacionado con la cantidad de fósforo disponible y directamente con el contenido de aluminio extraíble. (acetato de amonio 1 N pH 4.8).
- b) La cantidad de aluminio extraíble no se vió afectada con la aplicación de 6.25 ton de Ca CO_3 /ha., aún cuando - los incrementos de pH fueron sensibles.
- c) El efecto de la cal sobre la producción de materia seca fue nulo.
- d) El problema nutricional se corrige con una mezcla a base de gallinaza, más fósforo o bien con aplicaciones masivas de fósforo y parcialmente con aplicaciones de sili

cato de calcio.

- e) El atraso en el crecimiento se debe a la baja concentración de fósforo aprovechable presente o a una combinación de esa condición y a presencia de niveles tóxicos de aluminio.

De acuerdo con González, R.A. y Moreno, D.F. citados por Cortés (4), a través del Departamento de Suelos del INIA, durante 1963 trabajando a nivel de campo en cuatro suelos de la Sierra Tarasca, trataron de determinar hasta que grado son afectados los experimentos de maíz por las deficiencias del suelo en nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y otros nutrimentos que se encuentran presentes en los fertilizantes, comunmente utilizados en el maíz. Además hicieron un estudio comparativo de la eficacia de aprovechamiento por las plantas de maíz a distintas fuentes de fósforo, incluyendo a la gallinaza como fuente de este nutrimento. Los resultados obtenidos fueron:

- 1- Solamente en el sitio de Camémbaro hubo respuesta significativa al nitrógeno.
- 2- En los sitios de Casas Blancas y Sn. Gregorio, la respuesta a 60 Kg. de K_2O /ha. fué significativa al nivel de 5% de probabilidades.

- 3- No se obtuvo respuesta favorable a la aplicación de 180 Kg. de M /ha., asociados con el tratamiento 80-120-60.
- 4- La respuesta a los niveles de fósforo estudiados fue significativa en todos los suelos.
- 5- La gallinaza fue la fuente más eficiente del fósforo.

En base a lo anterior concluyen:

- a) Los suelos son muy deficientes en fósforo disponible.
- b) El efecto benéfico de la gallinaza, consiste en suministrar calcio, potasio y fósforo.
- c) El grado de eficacia relativa de las diferentes fuentes de fósforo, indica la existencia de una marcada influencia de la relación calcio: fósforo ($P_2 O_5$) presente en los mismos, haciéndose más crítica entre mayor sea la ácidez del suelo. Esta relación podría mejorarse aplicando yeso o piedra caliza.

Cortés condujo trabajos de campo durante 1971 y 1972 en la Sierra Tarasca en la parte considerada como el área crítica nutricional. El objetivo de estos trabajos fue:

Identificar con mayor precisión los sistemas de producción en los que es económicamente factible aumentar la producción del -

maíz.

Sistema I. Corresponde a los suelos planos ubicados casi siempre en los abanicos aluviales. Son los más productivos y por lo tanto estos suelos se siembran todos los años. A este sistema se le conoce localmente con el nombre de "año con año".

Sistema II. Aquí se encuentran los suelos localizados en ladera con una pendiente que varía entre 2% y 10%. Debido a su -- productividad estos suelos no se siembran todos los años, sino que se siembra un año y se dejan descansar también por un año, se les conoce como suelos de "año y vez".

Hay respuesta a 80 Kg/ha. de nitrógeno, 80 Kg/ha. de fósforo y 45,000 plantas/ha. para las siembras de maíz sobre planicies y laderas con pendiente menor que 6%. Para los sistemas de producción I y II.

Sistema III. Aquí se localizan suelos también de ladera pero con una pendiente mayor de 10%.

Estos suelos se siembran un año y se les deja descansar durante dos años. Se les conoce como de "un año por dos de descanso", estos suelos son los menos productivos de la Sierra Taras

ca y corresponden generalmente a las áreas recién abiertas al cultivo.

Hay respuesta a 50 Kg/ha. de nitrógeno, 100 Kg/ha. de fósforo y 35,000 plantas/ha., para este sistema.

Conclusiones sobre la revisión bibliográfica - .

1. Los suelos de la Sierra Tarasca presentan un problema nutricional que limita la producción de maíz en la zona.
2. El problema nutricional es causado por fijación de fósforo o toxicidad de aluminio.
3. En algunas ocasiones, los factores en estudio (N, P_2O_5 y DP), al estudiarlos aisladamente, no aumentaron significativamente los rendimientos, pero al estudiar conjuntamente dos o más, provocan interacciones que pueden duplicar el rendimiento.
4. Las fuentes de fertilizantes nitrogenado, fosfórico e incluyendo a la gallinaza pueden ser importantes en el rendimiento.

IV. OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS.

Posterior al recorrido por la zona de estudio, para conocer la tecnología local de producción, los factores extra-agronómicos y el problema en sí, se definieron los objetivos y se plantearon algunas hipótesis. Además se consideraron algunos supuestos.

OBJETIVOS.

1. Evaluar los diferentes sistemas de producción identificados en la zona.
2. Identificar los factores modificables y no modificables que afectan la respuesta a las variables estudiadas que limitan la producción.
3. Lograr una tecnología a corto plazo, que permita al agricultor de zonas temporaleras incrementar sus rendimientos en relación a su situación fisiográfica y económica.

HIPOTESIS.

1. Los nutrimentos nitrógeno, fósforo y densidad de población son factores que limitan la producción de - -

maíz en la mayoría de las condiciones de producción del área.

2. La respuesta del maíz a estos factores está influenciada por factores incontrolables de la producción, relacionados con la posición fisiográfica, con elementos del clima y con propiedades físicas y químicas -- del horizonte A de los suelos.

Para considerar dichas hipótesis se consideraron los siguientes supuestos:

- a). Dejando constante los demás factores controlables de la producción, al variar simultáneamente las dosis -- de nitrógeno, fósforo y densidad de población, puede extrapolarse una gran parte de la capacidad productiva intermedia del sistema.
- b). La fecha de siembra y el manejo del suelo son elementos que integran la experiencia del agricultor local.
- c). En el espacio de exploración estudiado, se encuentran las dosis óptimas económicas de nitrógeno, fósforo y densidad de población que permiten elevar económicamente la producción de maíz hasta un nivel intermedio, entre la producción actual y una potencialidad --

agroecológica conocida.

- d). Las fuentes de fertilizantes empleados se continuarán usando a nivel comercial.
- e). La selección de los sitios experimentales capta la variabilidad regional de los factores inmodificables de la producción.

V. MATERIALES Y METODOS.

Para probar la validez de las hipótesis planteadas y lograr los objetivos de este trabajo, se instalaron en el año de 1976 un total de 12 experimentos de campo, 10 en plano y 2 en ladera, algunas características de éstos se presentan a continuación:

1. Características de los experimentos.

1.1. Selección de sitios experimentales.

Para la selección de sitios experimentales se procedió a recorrer el área, pláticas con los agricultores, recopilación de información con personas que en años anteriores trabajaron en investigación en esta zona, e instituciones, para poder detectar los diferentes sistemas de producción existentes en el área.

1.2. Factores de Estudio.

En estos experimentos se estudió la respuesta del maíz - al nitrógeno, fósforo y densidad de población (N, P₂ O₅ y DP), respectivamente.

1.3. Espacios de Exploración.

De acuerdo con la información obtenida se determinaron los espacios de exploración para cada factor. En el sistema de - - siembra de humedad residual se usaron los siguientes niveles:

N 30-60-90-120 Kg/ha.

P₂ O₅ 40-70-100-130 Kg/ha.

DP 25-37.5-50-62.5 miles de plantas/ha.

CONT. ↓

AQUI MATRIZ-10-84

1.4. Matriz Experimental.

En los 12 experimentos se empleó la matriz experimental Plan Puebla I para 3 factores (11) que dá un total de 14 tratamientos. Un esquema de esta matriz se presenta en la Figura 2. Además de esos tratamientos se incluyeron dos adicionales, un testigo absoluto y un tratamiento potencial. En el Cuadro 3 se presenta la lista de tratamientos probados en el campo.

1.5. Diseño Experimental.

En todos los sitios, la distribución de los tratamientos -- fué hecha empleando el diseño experimental de bloques completos al azar. En todos los sitios los tratamientos se repitieron 5 veces. - El tamaño de la parcela experimentada fué de 4 surcos de 5 m. de -

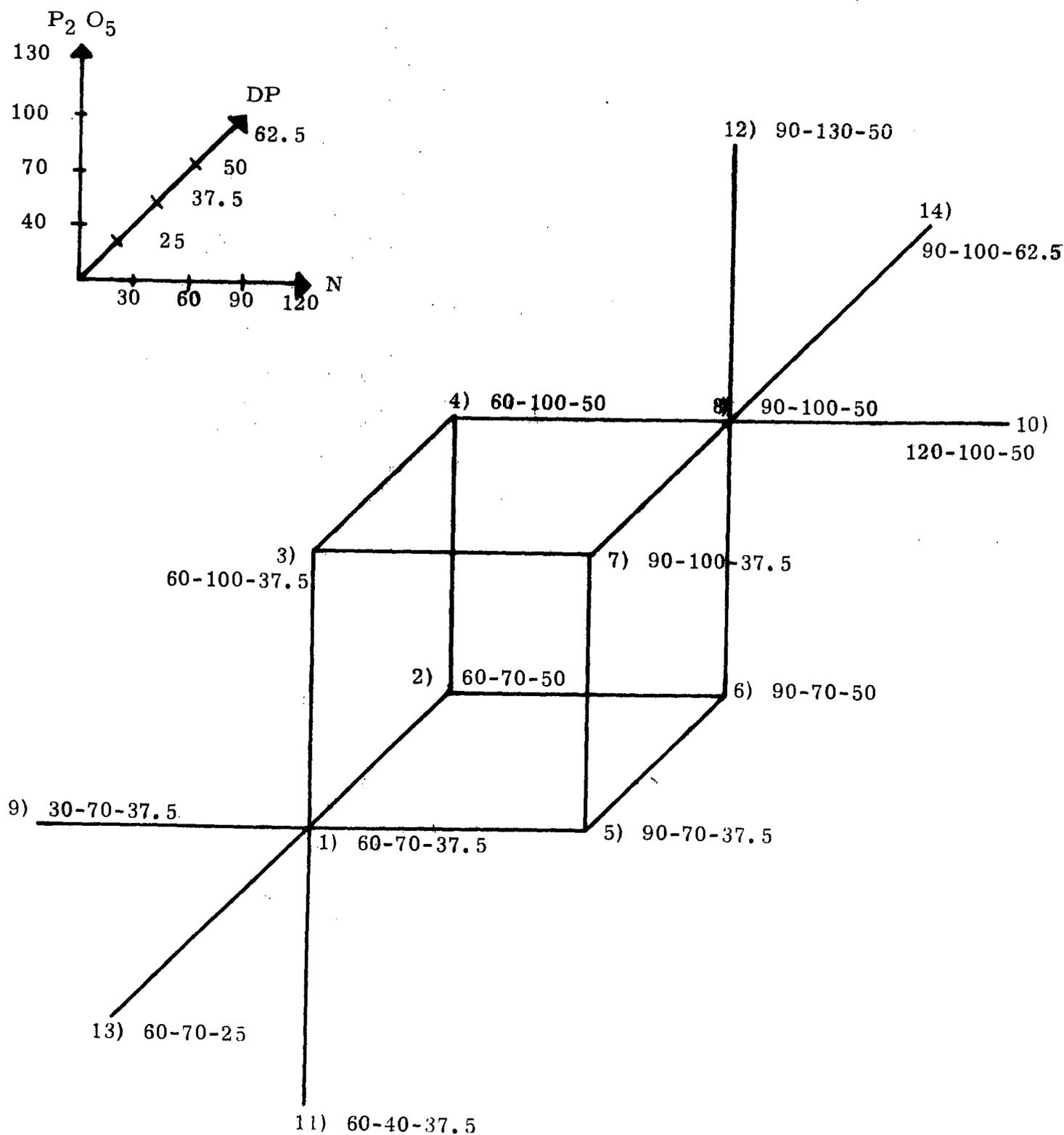


FIG. (2) MATRIZ DE TRATAMIENTOS "PLAN PUEBLA 1" PARA 1976 .

CUADRO 3. LISTA DE TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES QUE FUERON ENSAYADOS EN EL AREA DE LA SIERRA - TARASCA BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD RESIDUAL. CICLO AGRICOLA 1976.

Trat.	N Kg/ha.	P ₂ O ₅	DP Miles plantas/ha.
1	60	70	37.5
2	60	70	50
3	60	100	37.5
4	60	100	50
5	90	70	37.5
6	90	70	50
7	90	100	37.5
8	90	100	50
9	30	70	37.5
10	120	100	50
11	60	40	37.5
12	90	130	50
13	60	70	25
14	90	100	62.5
15*	90	100	62.5 + 20 ton. de gallinaza/ha.
16*	0	0	25

* En forma adicional en todos los sitios experimentales se concluyeron un tratamiento "potencial" (No. 15) al cual se le adicionaron 20 toneladas de gallinaza, y un tratamiento testigo (No. 16).

largo. La distancia entre surcos planeada fué de 0.8 m., la distancia entre matas fué de 0.5 m.

1.6. Manejo de los Experimentos.

Los experimentos se instalaron con agricultores cooperantes del área.

a). Preparación del Terreno.

La preparación del terreno consistió en un barbecho y cruza con arado egipcio hecho por la mayoría de los agricultores, ya que son muy pocos los que realizan esta labor con maquinaria.

b). Siembra.

Antes de sembrar se muestreó el suelo a una profundidad de 0-20 cm. en cada sitio experimental, se sacaron 5 muestras y se mezclaron para obtener una muestra compuesta que se envió al laboratorio para practicarle algunos análisis físicos y químicos.

La fecha de siembra se realizó cuando tradicionalmente la efectúan los agricultores, que es en los meses de Marzo y Abril, depositando de 4 a 5 semillas por golpe, a una separación entre matas de 0.5 m. La semilla empleada fué la criolla del agricultor.

Se aplicó 1/3 de nitrógeno y todo el fósforo en la siembra y el resto del nitrógeno en la segunda escarda, la aplicación fué a chorri - llo.

Se usaron las siguientes fuentes de fertilizantes: sulfato de amonio (20.5% N) y super-fosfato simple (20.0% P₂ O₅).

La germinación ocurrió entre los 13 y 16 días. En algunos experimentos se resembró debido a fallas ocasionadas principalmente por la plaga de tuza. Ya que el porcentaje de germinación de la semilla criolla, fué de un 95% aproximadamente.

Cuando la planta tenía una altura de 20 cm. se efectuó el aclareo, dejando en cada parcela el número de plantas de acuerdo a la densidad de población planeada.

Las malezas se controlaron con la 1a. y 2a. escarda - las cuales las realiza el agricultor en los meses de Mayo y Junio y de Junio a Julio respectivamente. En algunos experimentos se deshierbó en el mes de Agosto.

c). Cosecha.

La cosecha se realizó en los meses de Noviembre y Diciembre. Previo a la cosecha se contó el número de mazorcas to-

tales y el número de plantas estériles, después se procedió a cosechar el maíz y se clasificaron las mazorcas por daño de plaga, daño de pudrición y polinización en %. Se sacaron muestras de mazorcas para estimar el factor de desgranado y muestra de grano para conocer el % de humedad a la cosecha, factores con los cuales se ajustó el rendimiento de grano.

1.7. Observaciones Experimentales.

Se visitaron los experimentos periódicamente para tomar observaciones durante todo el ciclo del cultivo que posteriormente sirvieron para interpretar mejor los resultados. En general en todos los experimentos hubo una buena germinación, en la mayoría se tuvo problema de plaga (tuza) no hubo incidencia de enfermedades.

En el Cuadro 4 se presentan algunas características anotadas para cada uno de los sitios experimentales.

2. Análisis Estadístico.

2.1. Cálculo del Rendimiento en Kg/ha.

CUADRO 4. OBSERVACIONES COMPLEMENTARIAS DE CAMPO DE LOS ENSAYOS DE PRODUCTIVIDAD EN MAIZ CONDUCTOS EN-1976 EN LA SIERRA TARASCA.

Sitios	Localidad	msnm	Fecha de Siembra	Fecha de Aclareo	Fecha de Escardas		Fecha de Deshierbes	Fecha de Cosecha
					1a.	2a.		
ST067601	Arantepacua	2,320	Abril/1	Mayo/27	Junio/17	Julio/2	Junio/30	Nov./25
ST067604	Arantepacua	2,320	Marzo/30	Mayo/20	Junio/18	Julio/2	Junio/30	Nov./26
ST067610	Sta. Ma. Sevina	2,390	Marzo/23	Mayo/20	Junio/7	Junio/30	Junio/28	Nov./29
ST067613	Nahuatzen	2,410	Marzo/31	Mayo/20	Junio/21	Julio/2	Agto./16	Nov./29
ST067616	Sn. Isidro	2,600	Marzo/5	Mayo/12	Mayo/26	Julio/7	Agto./11	Dic./15
ST067619	Mojonera	2,650	Marzo/11	Mayo/19	Julio/7	Julio/13	Agto./8	Dic./28
ST067625	Pichátaro(llano)	2,325	Abril/27	Mayo/20	Julio/10	Julio/26	Agto./31	Dic./20
ST067628	Pichátaro	2,310	Abril/22	Mayo/25	Julio/2	Julio/18	Agto./2	Dic./22
ST067631	Huiramangaro	2,300	Abril/10	Mayo/12	Junio/20	Julio/8	Agto./12	Dic./18
ST067634	Ajuno	2,200	Abril/12	Mayo/18	Julio/9	Julio/17	Julio/8	Dic./21
ST067635	Piaje	2,260	Abril/20	Mayo/23	Junio/16	Julio/14	Julio/12	Dic./27
ST067638	Los Tanques	2,390	Mayo/4	Mayo/31	Junio/18	Julio/5	Julio/4	Dic./31

Con los datos del campo codificados de la cosecha, se procedió a calcular el rendimiento en Kg/ha., tomando en cuenta los factores: área cosechada, peso de campo de la cosecha, factor desgranado, % de humedad del grano, etc.

2.2. Análisis de Varianza.

Con los datos obtenidos en los experimentos se realizó el análisis de varianza para conocer el efecto de repeticiones y tratamientos, así como la precisión obtenida en cada uno de los en cada uno de los ensayos, estimada a través del valor del cuadrado me dio del error experimental (CMEE).

2.3. Código de Yates.

Para conocer el efecto de cada uno de los factores de es tudio sobre el rendimiento, se empleó el Código de Yates, el cual se describe utilizando los datos del experimento ST067604 que se presentan en el Cuadro 5.

10.- Escribir la combinación de tratamientos en el orden sistemático mostrado, las letras minúsculas indican que esos factores en estudio están en el nivel superior de los dos niveles con que se forma el factorial, el (1) indica que todos los factores es-

CUADRO 5. APLICACION DEL METODO DE YATES A LOS DATOS DEL EXPERIMENTO ST067604.

Trat.	N Kg/ha.	P ₂ O ₅	DP Miles/ha.		Totales de Trat. /parc.	(1)	(2)	Efec. facto riales totales (3)	Efec. prom. Ton/ha.	Efecto Factorial
1	62	73	- 37.5	(1)	10.66	20.20	38.35	86.0	2.790	Media
2	62	73	- 48	d	9.54	18.15	47.65	-1.70	-0.110	D
3	62	104	-37	p	8.95	23.20	-0.87	-0.80	-0.052	P
4	62	104	-50	dp	9.20	24.45	-0.83	1.86	0.121	DP
5	93	73	37.5	n	11.93	-1.12	-2.05	9.30	0.604 *	N
6	93	73	49	dn	11.27	0.25	1.25	0.04	0.003	DN
7	93	104	37.5	pn	12.31	-0.66	1.37	3.30	0.214	PN
8	93	104	49	npd	12.14	-0.17	0.49	-0.88	-0.057	DPN

E.M.S. 10% (Ton/Ha.) = .320

tán en el nivel inferior del factorial. Se escribe primero al "d" -- porque en el tratamiento 2 es la que se encuentra en el nivel superior, después "p" porque es el fósforo el que está en el nivel superior en el tratamiento 3, la combinación "dp" corresponde al tratamiento 4 (niveles altos de D y P), sigue "n", "dn", "pn" y "dpn", -- dándonos los tratamientos del factorial 2^3 . Se puede observar que las letras "d", "p" y "n", se introducen por turno, la interacción de cualquiera de las letras es seguida por sus combinaciones con todas las combinaciones anteriores de tratamientos. Así la "n" será seguida por "dn", "pn" y "dpn", por turno. Colóquense los correspondientes totales de tratamientos en la siguientes columna.

2o.- En la mitad superior de la columna (1) súmense los rendimientos por pares: $10.66 + 9.54 = 20.20$; $8.95 + 9.20 = 18.15$; etc., en la mitad inferior de la columna (1) réstese el primer miembro de cada par del segundo: $9.54 - 10.66 = -1.12$; $9.20 - 8.95 = 0.25$; etc.

3o.- Aplíquese el mismo proceso a la columna (1) y finalmente a la columna (2), obteniendo la columna (3) . Los efectos factoriales subsecuentes salen en el orden en el cual las combinaciones de tratamiento se han escrito. Cuando hay "n" factores se continúa el proceso hasta que se alcanza la columna (n) para este ejem-

plo, $n=3$ factores, por lo que hay 3 columnas para obtener las medias de los efectos factoriales ó efectos promedio, se divide entre 2^{n-1} x en este caso = 20. Y finalmente para llegar al efecto promedio en Ton/ha. se multiplica por un factor que se obtiene de la siguiente manera:

$$F = \frac{1}{1000} \times \frac{10,000}{N^2 \text{ MSDM} \times \text{DS}} \times .8$$

Donde

F = factor

N^2 M = Número de matas cosechadas

DM = Distancia entre Matas en mt.

DS = Distancia real entre surcos en mt.

Para el cálculo del EMS (efecto mínimo significativo), se utiliza la fórmula:

$$\text{EMS} = t_{\alpha} \sqrt{\frac{S^2}{2^{n-2} r}} \quad F$$

Donde

t_{α} = t de student con los grados de libertad del error experimental.

S^2 = Valor de la varianza.

$n-2$ = Número de factores menos 2

r = Número de repeticiones

F = Factor.

$$F = \frac{1}{1000} \times \frac{10,000}{16 \times .5 \times .77} \times .8$$

$$F = 1.30$$

$$\text{EMS } 10\% = 1.671 \sqrt{\frac{217419.78}{10}} \times 1.3$$

$$\text{EMS} = (1.671) (147.45) (1.3) = 0.320$$

$$\text{EMS } 10\% = .320 \text{ Ton/ha.}$$

Para calcular la DMS se usó la fórmula

$$\text{DMS} = t \propto \text{gl.} \sqrt{\frac{2 S^2}{r}} = t \propto \sqrt{\frac{(2) (217419.78)}{5}}$$

$$\text{DMS } 5\% = (2.01) (294.9) = 0.592 \text{ Ton/ha.}$$

Una vez obtenidos los valores de los efectos factoriales con el método de Yates, podemos decidir si se realiza el análisis gráfico ordinario ó el análisis gráfico modificado. Si algún factor de los estudiados no alcanza significancia estadística en ninguno de los efectos factoriales, se puede promediar los rendimientos de los tratamientos que continen los mismos niveles de los factores restantes y que además difieren únicamente en los dos niveles centrales del factor que no causa respuesta.

40.- El siguiente paso es un análisis económico de los tratamientos en los que hubo efecto factorial significativo en los tratamientos restantes de la matriz.

Para esto se hace un listado de los tratamientos mencionados en el punto anterior y se calcula el incremento en rendimiento (ΔY) dado por la diferencia entre el rendimiento promedio de cada tratamiento y el rendimiento promedio del testigo; también se calcula el incremento en ingreso neto (IN) dado por la función.

$IN = (C \text{ y } m. \Delta Y) - C.V.$, en donde C y m = a valor real de un Kg. de maíz producido; ΔY = incremento en rendimiento y C.V. = costos variables. Finalmente se obtiene la relación --

$\frac{\Delta IN}{C.V.} = r$ (r= tasa de retorno) y el tratamiento que presente el valor máximo de esta relación se considera como la DOE (Dosis Optima Económica), para capital limitado. Y el tratamiento que -- que dá el ingreso neto más alto, aproximado por el método gráfico, se considera la DOE para capital ilimitado.

2.4. Análisis Económico.

La matriz utilizada permite llegar a la obtención de las - dosis óptimas económicas tanto matemáticamente como gráficamente.

te, como se describe a continuación:

2.4.1. Determinación de las Dosis Óptimas Económicas (DOE) para los Factores de Estudio.

Se calculó el costo de cada uno de los insumos de acuerdo con el precio actual que tienen en el mercado y los gastos que implica su aplicación, como se detalla a continuación:

Los precios actuales del sulfato de amonio (20.5% de N) y del superfosfato de calcio simple (20.0% de $P_2 O_5$) son de - - - \$ 1,370.00 y \$ 1,350.00 por tonelada respectivamente, las cuales dan un costo de 6.68 por cada Kg. de nitrógeno y 6.75 por Kg. de fósforo.

Con la información recabada con los agricultores que siembran maíz, se determinó que los costos de aplicación de fertilizante nitrogenado eran de 0.81 por Kg. y los de fertilizante fosfórico de 0.83 por Kg. El acarreo de la bodega a la parcela tiene un costo aproximado de \$ 0.49 por Kg. de N y \$ 0.50 por Kg. de $P_2 O_5$, por concepto de Seguro Agrícola e interés sobre el crédito, se estimó \$ 1.19 por Kg. de N y 1.21 por Kg. de $P_2 O_5$, por lo tanto el -- Kg. de nitrógeno tiene un costo global de \$ 9.17, mientras que el -

Kg. de fósforo cuesta \$ 9.29.

La semilla que siembra el agricultor de esa zona es criollo y tiene un valor de \$ 5.00 por Kg. Si un Kg. de maíz tiene aproximadamente 3,000 semillas, de esas germinan unas 2,700 o sea - 1,000 semillas cuestan \$ 1.85, el costo por sembrar varía de acuerdo a la densidad, ya que al sembrar una densidad alta el costo es -- más bajo, la siembra cuesta \$ 100.00 independientemente de la densidad, puesto que se cobra la superficie, mientras que para una densidad de 62,500 plantas/ha. cuesta sembrar 1,000 plantas \$ 3.45.

El precio de garantía del maíz actualmente es de \$ 2.90 por Kg., descontando los gastos que implica la cosecha, acarreo y desgrane que son de \$ 0.43 ; dá un valor de \$ 2.47 ésto es lo que - realmente el agricultor recibe por cada kilogramo de maíz.

Costo de aplicar 1 Kg. N (sulfato de amonio) \$ 9.17

Costo de aplicar 1 Kg. P_2O_5 (super fosfato simple) 9.29

Costo de sembrar 1,000 plantas de maíz criollo 3.45

Precio de 1 Kg. de maíz descontando gastos de co 2.47

secha.

Dosis Optima Económica para Capital Ilimitado (DOECI).

Esta se puede obtener por el método gráfico (11) o por el máximo ingreso neto, el primero es usado cuando las gráficas de los factores estudiados presentan un máximo en las curvas de respuesta.

Dosis Óptima Económica para Capital Limitado (DOECL).

Es el tratamiento que dá la máxima tasa de retorno a Capital Variable, el procedimiento para obtenerlo se dá en el Cuadro 6.

2.4.2. Método Gráfico.

Se determinó el tratamiento óptimo económico por el método gráfico en aquellos experimentos en que las curvas de respuesta eran convexas y presentaban un máximo. Por este método para llegar a una recomendación se debe usar la metodología siguiente:

- 1o. Las medias de rendimiento de cada tratamiento se grafican para encontrar la función de respuesta a cada factor estudiado.

- 2o. Se obtiene la relación inversa de precios insumo-producto, el cociente que resulta se multiplica por el número de --

CUADRO 6. INGRESOS NETOS Y TASA DE RETORNO A CAPITAL VARIABLE EN EL CULTIVO DEL MAIZ PARA LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS EN EL EXPERIMENTO ST067604.

Trat.	N Kg/ha.	P ₂ O ₅	DP Miles/ha.	Rend. Comercial (Ton/ha.)	Valor de la Producción (\$/ha.)	Costo Variable (\$/ha.)	Ingreso Neto (\$/ha.)	Rend./ Testigo (Ton/ha.)	Y/ Neto (\$/ha.)	Tasa de Retorno
1	62.0	73.0	37.5	2.49	6,150	1,417	4,733	1.73	4,273	3.02
2	62.0	73.0	48.0	(\bar{X} de los Trats.						
3	62.0	104.0	37.0	del 1 al 4)						
4	62.0	104.0	50.0	3.09	7,632	1,702	5,930	2.33	5,755	3.38
5	93.0	73.0	37.5	(\bar{X} de los Trats.						
6	93.0	73.0	49.0	del 5 al 8)						
7	93.0	104.0	37.5							
8	93.0	104.0	49.0							
16	0	0	25	0.76						

unidades entre niveles de factores estudiados y se dibuja en la gráfica en el eje de las ordenadas, dejando el eje de las abscisas el número de las unidades del factor en cuestión, esta relación da la pendiente que ha de originar la dosis óptima económica.

30. Teniendo ya la pendiente con un juego de escuadras, ésta se corre en el sentido de las curvas de respuesta, la cual al tocar la curva dá el punto donde se hace máxima la ganancia y se obtiene la DOECI. (Turrent, A. y R J. Laird, 1975).

VI. RESULTADOS Y DISCUSION:

1. Análisis Estadístico.

1.1. Sistema de Producción de suelos planos-aluviales.

En el Cuadro 7 se presenta los rendimientos de grano - en Ton/ha., al 14% de humedad de los experimentos localizados en suelos planos-aluviales. En estos resultados se puede apreciar que el rendimiento del tratamiento testigo (0-0-25 miles de plantas/ha.), varió desde 0.762 a 2.520 Ton/ha., la media de este tratamiento - fue de 1.67 Ton/ha., el tratamiento potencial con 20 Ton/ha. de gallinaza varió desde 3.47 a 7.62 Ton/ha., con una media de 5.54 - - Ton/ha.

En los tratamientos correspondientes a la matriz experimental se pueden apreciar también las diferencias en rendimientos-entre ellos, el rendimiento promedio para todos los tratamientos varió de 2.45 a 5.15 Ton/ha., el rendimiento medio general, comprendiendo todos los tratamientos y todos los sitios experimentales fue - de 3.53 Ton/ha.

La diferencia mínima significativa (DMS) al 5% varió- de 0.494 a 0.937 Ton/ha. El cuadrado medio del error experimental varió de 152,735 a 548,957 con una media de 318,013, expresado

CUADRO 7. RENDIMIENTO PROMEDIO COMERCIAL* DE GRANO EN TON/Ha. AL 14% DE HUMEDAD PARA CADA UNO DE -- LOS TRATAMIENTO ENSAYADOS (ajustados), EN SIEMBRAS DE HUMEDAD RESIDUAL EN SUELOS PLANOS-- ALUVIALES. CICLO 1976.

No.	TRATAMIENTO			SITIO EXPERIMENTAL				
	N Kg/ha.	P ₂ O ₅	DP Miles/ha.	ST067604	ST067610	ST067616	ST067613	ST067619
1	61	71	37.5	2.77	3.00	4.16	2.56	2.25
2	61	71	49	2.48	2.66	3.84	2.79	2.28
3	61	101	37.5	2.32	2.74	4.26	2.88	2.25
4	61	101	48	2.39	2.85	4.07	2.60	2.33
5	91	71	37.5	3.10	2.69	4.22	3.03	2.59
6	91	71	49	2.92	3.07	4.61	3.63	2.48
7	91	101	37.5	3.20	3.02	4.16	3.10	2.72
8	91	101	50	3.15	2.96	4.14	3.30	2.41
9	30	71	37.5	1.95	2.54	3.39	2.64	2.02
10	121	101	49	3.25	3.41	4.41	3.28	2.82
11	61	40	37.5	2.46	2.95	4.11	2.53	2.21
12	91	131	47	3.13	3.26	4.10	3.44	2.10
13	61	71	25	2.38	2.72	3.38	2.92	2.62
14	91	101	54	2.87	3.17	4.88	2.93	3.17
15**	91	101	57	4.58	4.35	5.14	3.47	3.62
16	00	00	25	.76	1.30	2.36	1.51	1.30
			Promedio	2.73	2.91	4.07	2.91	2.44
			C. M. E. E.	217420	241451	342279	152735	203313
			D. M. S. 5%	0.590	0.622	0.740	0.494	0.570
			C. V. %	17	17	14	13	18

* Rendimiento experimental multiplicado por 0.8.

** Tratamiento potencial con 20 Ton. de Gallinaza.

CUADRO 7. Continuación.

No.	TRATAMIENTO			SITIO EXPERIMENTAL				Promedio
	N	P ₂ O ₅	DP	ST067625	ST067628	ST067631	ST067634	
	Kg/ha.		Miles/ha.					
1	61	71	37.5	5.40	4.40	3.04	2.99	3.39
2	61	71	49	5.15	5.11	2.36	2.89	3.28
3	61	101	37.5	4.85	5.34	3.16	3.24	3.45
4	61	101	48	5.11	5.62	2.77	3.32	3.45
5	91	71	37.5	5.35	4.91	3.27	3.54	3.63
6	91	71	49	5.50	5.41	3.40	3.15	3.80
7	91	101	37.5	5.38	5.27	3.57	3.57	3.88
8	91	101	50	5.56	5.63	3.58	3.63	3.82
9	30	71	37.5	4.48	4.54	2.39	2.13	2.90
10	121	101	49	4.56	3.89	3.99	4.21	3.86
11	61	40	37.5	4.48	5.42	2.94	2.80	3.32
12	91	131	47	4.80	6.02	3.07	3.86	3.75
13	61	71	25	4.42	4.27	3.07	2.85	3.18
14	91	101	54	4.36	6.35	3.52	4.13	3.93
15	91	101	57	7.01	7.62	5.18	6.87	5.32
16	00	00	25	2.43	2.52	1.57	1.32	1.67
Promedio			4.98	5.15	3.18	3.40	3.53	
C.M.E.E.			526569	548957	251556	377834	318013	
D.M.S. 5%			0.918	0.937	0.636	0.778	0.698	
C.V. %			15	14	16	18	16	

CUADRO 8. RENDIMIENTO PROMEDIO COMERCIAL* DE GRANO EN TON/Ha. AL 14% DE HUMEDAD PARA CADA UNO DE -- LOS TRATAMIENTOS ENSAYADOS (ajustados), EN SIEMBRAS DE HUMEDAD RESIDUAL EN SUELOS DE LADERA. CICLO 1976.

No.	TRATAMIENTO			SITIO EXPERIMENTAL		Promedio	
	N	P ₂ O ₅	DP	ST067635	ST067638		
	Kg/ha.		Miles/ha.				
1	65	76	37.5	1.67	2.08	1.88	
2	65	76	48	1.58	1.98	1.78	
3	65	108	47.5	1.87	2.44	2.15	
4	65	108	49	1.42	2.28	1.85	
5	97	76	37.5	2.14	2.46	2.30	
6	97	76	48	2.11	2.80	2.46	
7	97	108	37.5	2.32	2.92	2.62	
8	97	108	50	2.72	2.95	2.83	
9	32	76	37.5	1.53	1.80	1.67	
10	129	108	49	2.48	2.87	2.67	
11	65	43	37.5	2.11	2.17	2.14	
12	97	140	50	2.63	3.06	2.85	
13	65	76	25	1.80	2.26	2.02	
14	97	108	54	2.34	2.38	2.36	
15**	97	108	60	6.71	5.71	6.21	
16	00	00	25	0.40	0.86	0.63	
			Promedio	2.239	2.56	2.40	
			C. M. E. E.	3111.32	165876	238504	
			D. M. S.	5%	0.706	0.515	0.610
			C. V. %	25	16	20	

* Rendimiento experimental multiplicado por 0.8

** Tratamiento potencial con 20 ton. de gallinaza.

en Kg/ha. Los coeficientes de variación para este sistema de producción fueron menores del 20%.

En este sistema de producción un 60% de los agricultores aplica gallinaza y comprende unas 10,000 ha. aproximadamente de suelos planos. En este mismo sistema de producción se instaló un experimento donde se estudiaron los factores nitrógeno, fósforo y gallinaza. En el Cuadro 9 se presentan los rendimientos de grano en Ton/ha. al 14% de humedad. Aquí el testigo produjo 1.17 Ton/ha. y el tratamiento potencial 4.11 Ton/ha., la media general de este experimento fue de 3.11 Ton/ha.

En el Cuadro 10 se presentan los análisis de varianza para los experimentos localizados en este sistema de producción. Con los rendimientos de grano del maíz se procedió a efectuar el análisis de varianza para cada sitio experimental en suelos planos aluviales. Analizando esta información se observa que en 4 experimentos el factor repeticiones no resultó significativo al 10% de probabilidad, en 3 experimentos fue significativo con una probabilidad de cometer error de tipo I del 5% y en 2 experimentos fue significativo con una probabilidad de cometer error de tipo I del 10%. Estos resultados indican que el factor repeticiones eliminó una porción significativa de la variación total, en los sitios ST067601, ST067604,

CUADRO 9 . RENDIMIENTO PROMEDIO COMERCIAL DE GRANO EN TON/Ha. AL 14% DE HUMEDAD PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS ENSAYADOS (ajustados) EN CONDICIONES DE HUMEDAD RESIDUAL EN SUELO PLANO ALUVIAL. CICLO 1976.

No.	TRATAMIENTO		Gallinaza Ton/ha.	SITIO EXPERIMENTAL ST067601
	N Kg/ha.	P ₂ O ₅		
1	62	73	0.595	2.88
2	62	73	1.039	3.29
3	62	104	0.595	3.04
4	62	104	1.039	3.20
5	94	73	0.595	3.73
6	94	73	1.039	3.28
7	94	104	0.595	3.26
8	94	104	1.039	3.60
9	31	73	0.595	2.29
10	125	104	1.039	3.48
11	62	42	0.595	2.89
12	94	135	1.039	3.53
13	62	73	0.000	2.46
14	94	104	1.558	3.56
15	94	104	5.195	4.11
16	00	00	0.000	1.77
Promedio				3.11
C.M.E.E.				191307
D.M.S. 5%				0.553
C.V. %				14

CUADRO 10. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE GRANO DE MAIZ EN CADA SITIO EXPERIMENTAL.

Sitio No.	Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios x 10 ⁵		C. V. (%)
ST067601	Repeticiones	4	.17139	NS	14
	Tratamientos	15	23.98361	***	
	Error	60	1.91307		
ST067604	Repeticiones	4	3.03534	NS	17
	Tratamientos	15	31.52427	***	
	Error	60	2.17419		
ST067610	Repeticiones	4	6.79509	**	17
	Tratamientos	15	18.23446	***	
	Error	60	2.41450		
ST067613	Repeticiones	4	4.38082	**	13
	Tratamientos	15	12.84079	***	
	Error	60	1.52734		
ST067616	Repeticiones	4	10.17652	**	14
	Tratamientos	15	20.24877	***	
	Error	60	3.42279		
ST067619	Repeticiones	4	.50097	NS	18
	Tratamientos	15	13.17445	***	
	Error	60	2.03312		
ST067625	Repeticiones	4	12.32831	*	15
	Tratamientos	15	44.07586	***	
	Error	60	5.26569		
ST067628	Repeticiones	4	12.01519	*	14
	Tratamientos	15	64.25718	***	
	Error	60	5.48956		
ST067631	Repeticiones	4	4.92454	NS	16
	Tratamientos	15	31.04722	***	
	Error	60	2.51556		

* La F asociada resulta significativa al 10%

** La F asociada resulta significativa al 5%

*** La F asociada resulta significativa al 1%

NS No significativo .

CUADRO 10. CONTINUACION.

Sitio No.	Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios $\times 10^5$	C. V. (%)	
ST067634	Repeticiones	4	10.56484	**	18
	Tratamientos	15	68.85113	***	
	Error	60	3.77834		
ST067638	Repeticiones	4	7.5708	***	16
	Tratamientos	15	50.0371	***	
	Error	60	1.6587		
ST067635	Repeticiones	4	19.0708	***	25
	Tratamientos	15	87.1433	***	
	Error	60	3.1113		

* La F asociada resulta significativa al 10%

** La F asociada resulta significativa al 5%

*** La F asociada resulta significativa al 1%

NS No significativo .

ST06719 y ST06731. La no significancia de repeticiones puede ser debido a la poca heterogeneidad del suelo o a que el acomodo de las repeticiones en el campo no fue el más adecuado.

Respecto al efecto de tratamientos estos análisis indican que en los 10 sitios experimentales hubo efecto de tratamientos con probabilidad de cometer error de tipo I del 1%.

1.2. Sistema de Producción de Suelos de Ladera.

En el Cuadro 8 se presentan los rendimientos de grano en Ton/ha. al 14% de humedad, de los experimentos en suelos de ladera, en donde el tratamiento testigo varió de 0.40 a 0.86 Ton/ha., -- con un promedio de 0.63 Ton/ha., el tratamiento potencial con 20 -- Ton/ha. de gallinaza varió de 5.71 a 6.71 Ton/ha., con una media -- de 6.21 Ton/ha., el rendimiento medio general comprendiendo todos los tratamientos y los sitios experimentales fue de 2.40 Ton/ha.

La diferencia mínima significativa al 5% varió de 0.515 a 0.706 Ton/ha. Los coeficientes de variación fueron de 16 y 25%.

En el Cuadro 11 se presentan los análisis de varianza para los experimentos localizados en este sistema de producción. Analizando esta información se observa que el efecto de repeticiones y -

CUADRO 11. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE
 RENDIMIENTO DE GRANO DE MAIZ EN SUE--
 LOS DE LADERA.

Sitio No.	Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios $\times 10^5$	C. V. (%)
ST067638	Repeticiones	4	7.5708 ***	16
	Tratamientos	15	50.0371 ***	
	Error	60	1.6587	
ST067635	Repeticiones	4	19.0708 ***	25
	Tratamientos	15	87.1433 ***	
	Error	60	3.1113	

* La F asociada resulta significativa al 10%

** La F asociada resulta significativa al 5%

*** La F asociada resulta significativa al 1%

NS No Sifnigicativo.

tratamientos en los dos sitios experimentales, la significancia fue al 1% de probabilidad de cometer error de tipo I.

2. La Respuesta a los Factores Estudiados.

La respuesta a los factores de estudio se hará en base a los resultados obtenidos con el uso del "Código de Yates" aplicando a cada uno de los ocho tratamientos correspondientes al cubo de la Matriz Plan Puebla I.

2.1. Sistema de Producción Suelos planos-aluviales.

2.1.1. Respuesta al Nitrógeno.

En los Cuadros 12 y 14 se presentan los resultados de la aplicación del Código de Yates, que corresponden a diez experimentos de suelos planos, en 4 experimentos al pasar la aplicación de 61 a 91 Kg/ha. de nitrógeno, el efecto a este factor fué significativo, con 71 Kg/ha. de fósforo y 37,500 plantas por ha. En los otros 6 experimentos no hubo respuesta a nitrógeno después de 61 Kg/ha.

2.1.2. Respuesta al Fósforo.

CUADRO 12. EFECTOS FACTORIALES PROMEDIO OBTENIDOS POR EL CODIGO DE YATES, PARA LOS FACTORES DE ESTUDIO - EN LOS EXPERIMENTOS DEL SISTEMA DE PRODUCCION DE SUELOS PLANOS ALUVIALES.

No.	TRATAMIENTO				E F E C T O F A C T O R I A L					Prom
	N Kg/ha.	P ₂ O ₅	DP Miles/ha.		ST067604	ST067610	ST067613	ST067616	ST067619	
1	61	71	37.5	1	+ 2.79	+ 2.87	+ 2.99	+ 4.18	+ 2.41	M
2	61	71	49	d	- 0.11	+ 0.121	+ 0.172	+ 0.139	- 0.017	D
3	61	101	37.5	p	- 0.052	+ 0.137	- 0.027	+ 0.121	- 0.014	P
4	61	101	48	pd	+ 0.121	- 0.101	- 0.226	- 0.298	+ 0.016	PD
5	91	71	37.5	n	+ 0.0604*	+ 0.222	+ 0.556*	+ 0.374	+ 0.236	N
6	91	71	49	nd	+ 0.003	+ 0.035	+ 0.212	- 0.001	- 0.006	ND
7	91	101	37.5	np	+ 0.214	- 0.032	- 0.094	- 0.446*	- 0.042	NP
8	91	101	50	npd	- 0.057	- 0.118	+ 0.023	+ 0.034	- 0.035	NPD
E. M. S. 10% Ton/ha.					0.320	0.345	0.295	0.408	0.288	

CUADRO 12. CONTINUACION.

No.	TRATAMIENTO				EFECTO FACTORIAL				Prom.
	N Kg/ha.	P ₂ O ₅	DP Miles/ha.		ST067625	ST067628	ST067631	ST067634	
1	61	71	37.5	1	+ 5.29	+ 5.22	+ 3.14	+ 3.29	M
2	61	71	49	d	- 0.036	+ 0.435	- 0.232	- 0.084	D
3	61	101	37.5	p	- 0.121	+ 0.533	+ 0.253	+ 0.298	P
4	61	101	48	pd	+ 0.136	- 0.164	- 0.044	- 0.084	PD
5	91	71	37.5	n	+ 0.316	+ 0.211	+ 0.625*	+ 0.365	N
6	91	71	49	nd	+ 0.206	- 0.058	+ 0.305	- 0.077	ND
7	91	101	37.5	np	+ 0.168	- 0.192	- 0.010	- 0.043	NP
8	91	101	50	npd	- 0.120	+ 0.050	- 0.100	- 0.077	NPD
E. M. S. 10% Ton/ha.					0.387	0.540	0.336	0.442	

Volviendo a los Cuadros 12 y 14 la aplicación de 71 a - 101 Kg/ha. de fósforo, con 61 Kg/ha. de nitrógeno y 37,500 plantas por ha., no presentó efecto significativo para este factor en ningún ensayo llevado a cabo en este sistema de producción.

2.1.3. Respuesta a la Densidad de Población.

En los diez experimentos no se encontró efecto significativo a densidad de población, a las densidades de población de -- 37,500 a 49,000 plantas por ha., con 61 Kg/ha. de nitrógeno y 71 - Kg/ha. de fósforo. Esto se puede apreciar en los Cuadros 12 y 14.

2.1.4. Respuesta a las Interacciones.

En los experimentos bajo este sistema de producción so lamente en un experimento, hubo efecto significativo negativo a la - interacción nitrógeno-fósforo (NP) esto ocurrió cuando el nitrógeno se aplicó a un nivel de 61 a 91 Kg/ha., fósforo de 71 a 101 Kg/ha. y con una densidad de 37,500 plantas/ha.

En las Figuras 3 y 5 se presenta la respuesta promedio al nitrógeno, fósforo y densidad de población para este sistema de - producción.

2.2. Sistema de Producción en Suelos de Ladera.

2.2.1 Respuesta al Nitrógeno.

En el Cuadro 13 que corresponde a dos experimentos - en suelo de ladera, al pasar la aplicación de 65 a 97 Kg/ha. de nitrógeno, con 76 Kg/ha. de fósforo y 37,500 plantas por ha. hubo efecto significativo positivo a nitrógeno en los dos experimentos.

2.2.2. Respuesta al Fósforo.

En un experimento se presentó efecto significativo a fósforo de 76 a 108 Kg/ha. con 65 Kg/ha. de nitrógeno y 47,500 plantas por ha.

2.2.3. Respuesta a la Densidad de Población.

En los 2 experimentos no se encontró efecto significativo a Densidad de Población, de 37,500 a 50,000 plantas/ha. con 65 Kg/ha. de Nitrógeno y 76 Kg/ha. de P_2O_5 . Esto se puede apreciar en el Cuadro 13.

2.2.4. Respuesta a las Interacciones.

No se presentó ningún efecto factorial promedio significa

CUADRO 13. EFECTOS FACTORIALES PROMEDIO OBTENIDOS PARA EL CODIGO DE YATES PARA LOS FACTORES DE ESTUDIO EN LOS EXPERIMENTOS DEL SISTEMA DE PRODUCCION DE SUELOS DE LADERA.

No.	TRATAMIENTO				EFECTO FACTORIAL		Promedio
	N Kg/ha.	P ₂ O ₅	DP Miles/ha.		ST067635	ST067638	
1	65	76	37.5	1	+ 1.99	+ 2.49	M
2	65	76	48	d	- 0.044	+ 0.031	D
3	65	108	47.5	p	+ 0.354	+ 0.314*	P
4	65	108	49	pd	+ 0.015	- 0.088	PD
5	97	76	37.5	n	+ 0.537*	+ 0.584*	N
6	97	76	48	nd	+ 0.228	+ 0.162	ND
7	97	108	37.5	np	+ 0.334	- 0.009	NP
8	97	108	50	npd	+ 0.193	- 0.061	NPD
E.M.S. 10% Ton/ha.					0.448	0.314	



cativo a las interacciones en este sistema.

En la Figura 4 se presenta la respuesta promedio al nitrógeno, fósforo y densidad de población para este sistema de producción.

3. Análisis Económico.

Se practicó un análisis económico a aquellos tratamientos que resultó significativo su efecto factorial, en los casos que este efecto factorial no fue significativo a ninguno de los factores de estudio, este análisis económico se efectuó con la media (el valor más bajo de cada factor dentro del cubo; en este caso corresponde al tratamiento No. 1). Con los 6 tratamientos restantes de la matriz (las prolongaciones) se les practicó una prueba de comparación de medias (Diferencia Mínima Significativa al 5%) y en aquellos en que la diferencia en rendimiento fue significativa a algunos de los 8 tratamientos del cubo, también se les efectuó el análisis económico.

El Análisis Económico se hizo de acuerdo con la técnica descrita en Materiales y Métodos.

Se tomó como tratamiento óptimo económico para capi-

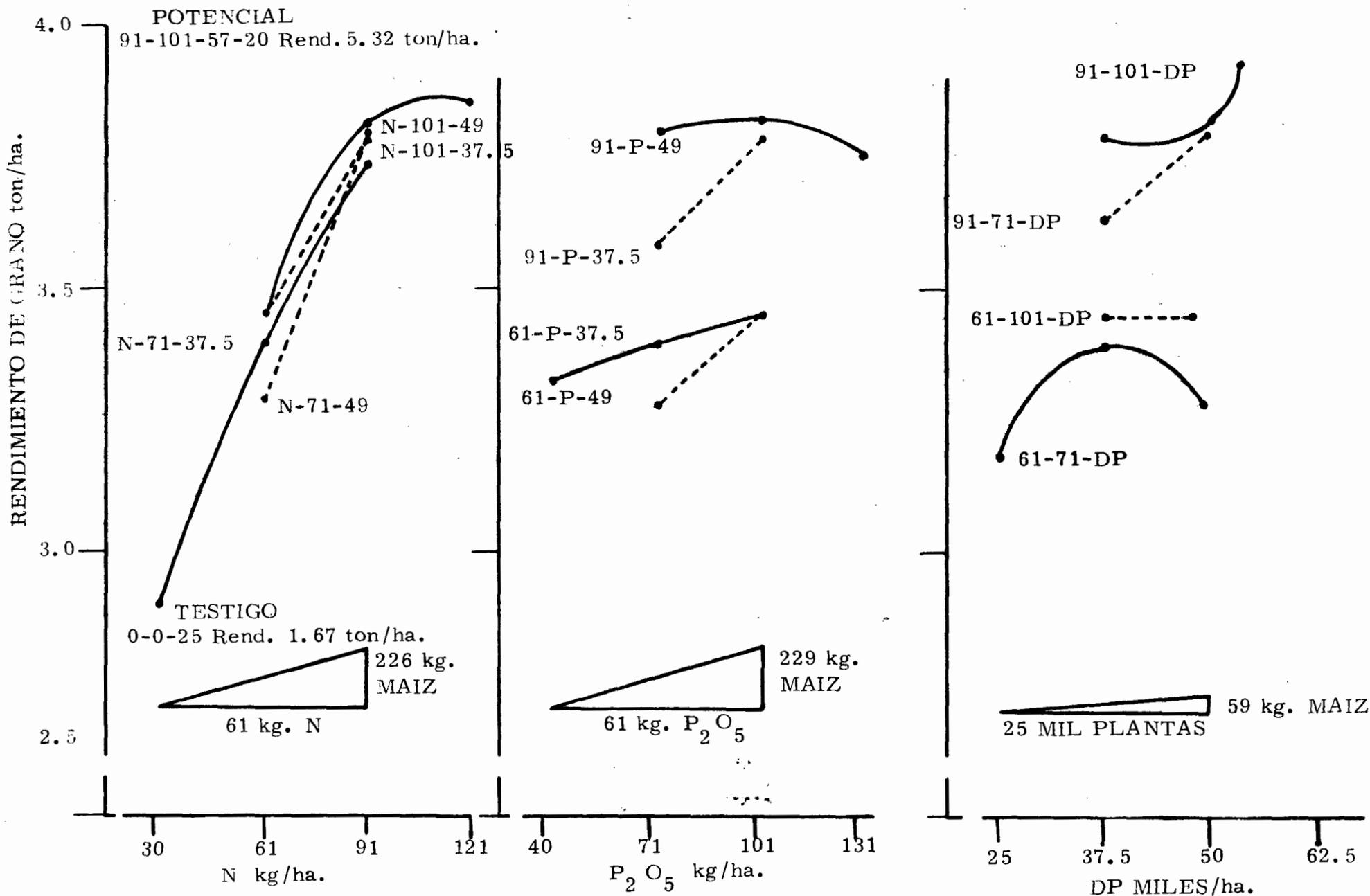


FIGURA 3. RESPUESTA PROMEDIO DEL MAIZ A N, P_2O_5 y DP, EN SUELOS PLANOS EN EL AREA DE LA SIERRA TARASCA. CICLO 1976.

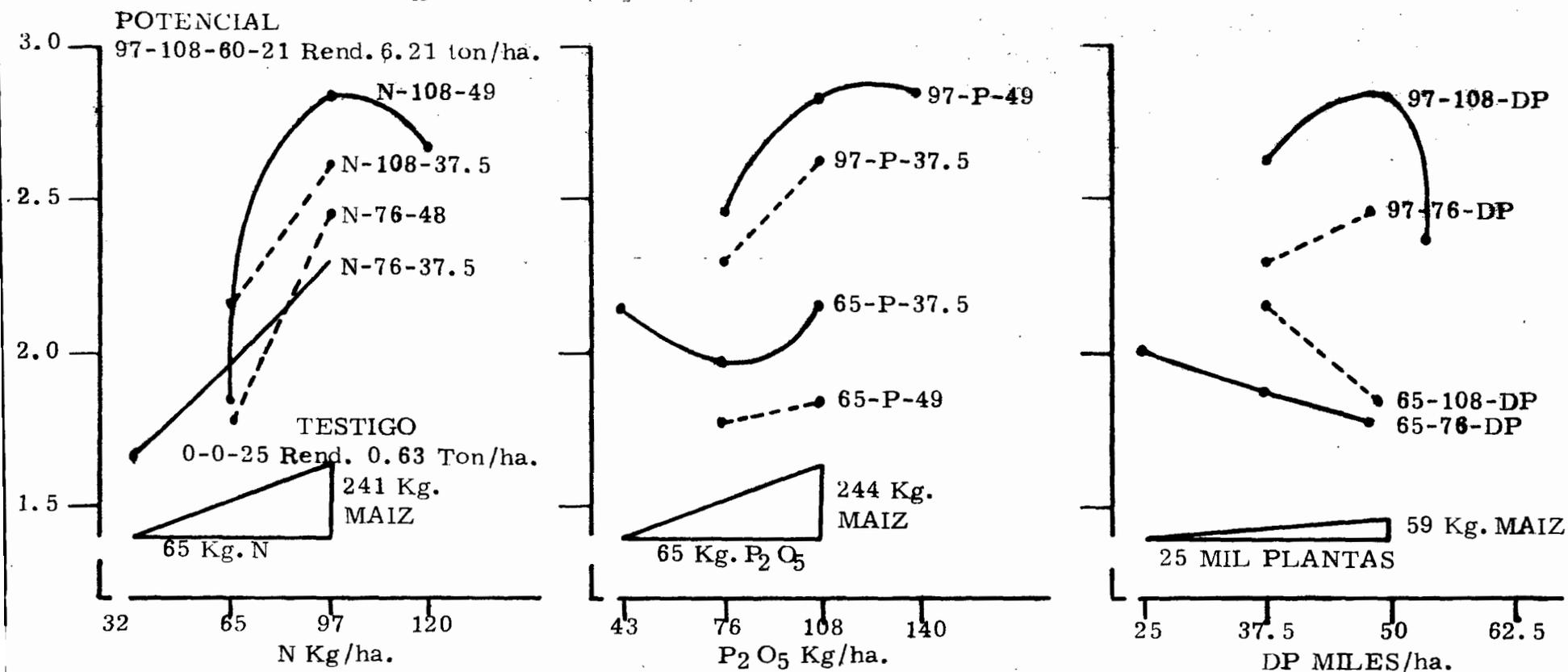


FIGURA 4. RESPUESTA PROMEDIO DEL MAIZ A N, P₂O₅ y DP, EN SUELOS DE LADERA EN EL AREA DE LA SIERRA TARASCA. CICLO 1976.

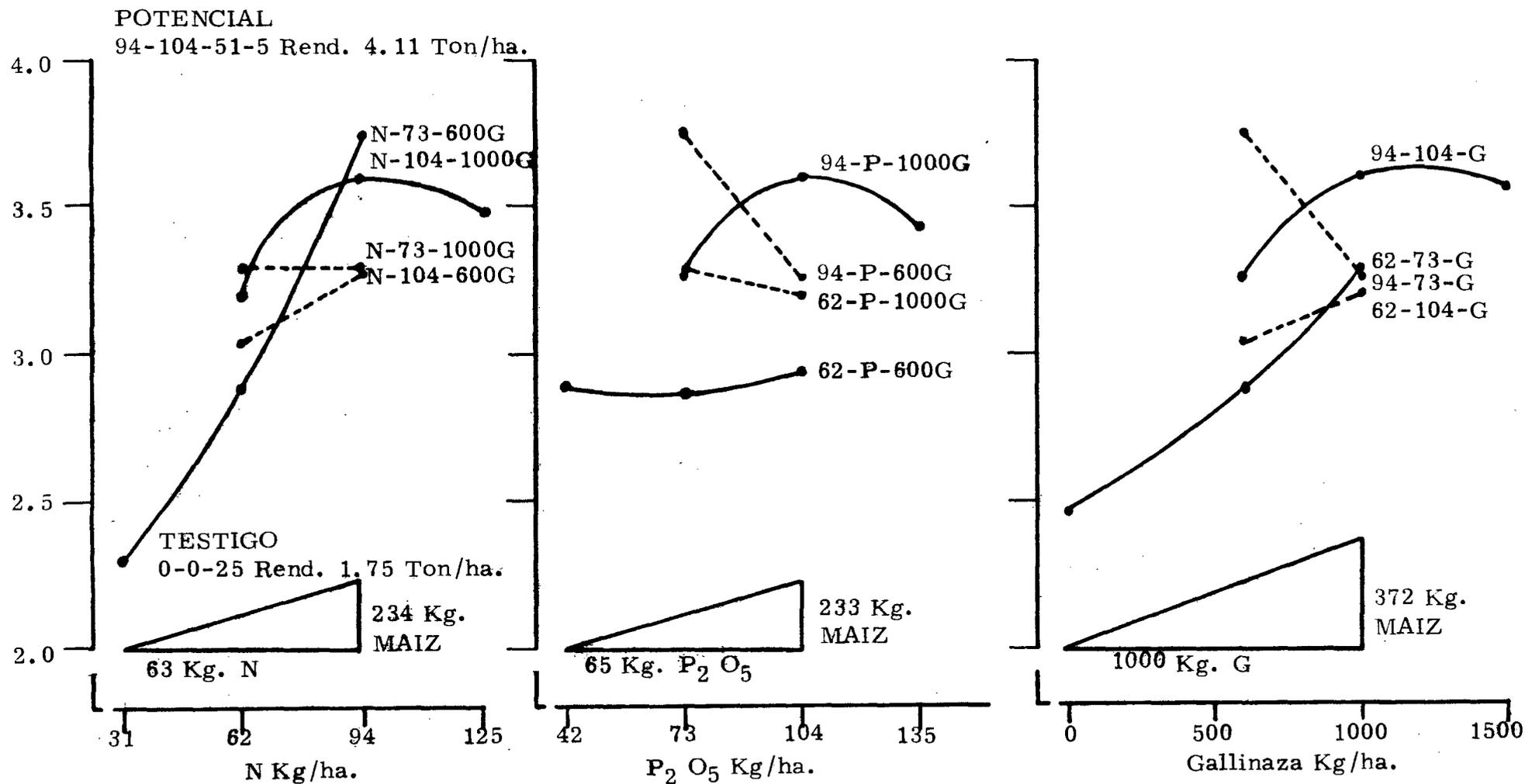


FIGURA 5. RESPUESTA PROMEDIO DEL MAIZ A N, P₂ O₅ y G, EN SUELOS PLANOS EN EL AREA DE LA SIERRA TARASCA. CICLO 1976.

CUADRO 14 . APLICACION DEL CODIGO DE YATES AL EXPERIMENTO NITROGENO, FOSFORO Y GALLINAZA, EN SUELOS PLANOS-ALUVIALES. CICLO 1976.

No.	TRATAMIENTO		<u>Gallinaza</u> Ton/ha.	Efecto Factorial	ST067601	Promedio
	<u>N</u> Kg/ha.	<u>P₂ O₅</u>				
1	62	73	0.595	1	+ 3.290	M
2	62	73	1.039	g	+ 0.120	G
3	62	104	0.595	p	- 0.016	P
4	62	104	1.039	pg	+ 0.134	PG
5	94	73	0.595	n	+ 0.364	N
6	94	73	1.039	ng	- 0.168	NG
7	94	104	0.595	np	- 0.053	NP
8	94	104	1.039	npg	+ 0.260	NPG
E. M. S. 10% Ton. /ha.					0.300	

tal ilimitado aque que presentó el ingreso neto más alto, y para capital limitado el que tuvo la tasa de retorno al capital más alto. -- En los Cuadros 16 y 17 se presentan los tratamientos óptimos económicos para capital ilimitado y capital limitado, para cada uno de -- los experimentos en los sistemas de producción.

En el Cuadro 15 se muestran los tratamientos óptimos-económicos (TOE) de Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Población obtenidos para cada sitio experimental en suelos planos-aluviales - ciclo 1976. El Nitrógeno varió de 64 a 121 Kg/ha., el Fósforo varió de 72 a 104 Kg/ha. y la Densidad de Población de 37,500 a - - 62,500 plantas/ha., con un promedio de 98 Kg/ha. de N, 90 Kg. de $P_2 O_5$ y 50,000 plantas por ha., esta fue la recomendación para capital ilimitado. Para capital limitado el Nitrógeno varió de 60 a 90 Kg/ha., el Fósforo varió de 40 a 102 Kg/ha. y la Densidad de Población de 35,000 a 62,500 plantas/ha., con un promedio de 70 Kg. de N, 67 Kg. de Fósforo y 43,000 plantas/ha. de Densidad de Población.

En el Cuadro 16 se muestra los (TOE) para capital ilimitado de Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Población, obtenidos para los dos sitios en condiciones de suelos de ladera. El N varió de 96 a 131 Kg/ha., el Fósforo de 109 a 129 Kg./ha., en los dos sitios -

CUADRO 15. TRATAMIENTOS OPTIMOS ECONOMICOS (TOE) DE N, P₂ O₅ y D.P. OBTENIDOS PARA CADA SITIO EXPERIMENTAL EN SIEMBRAS DE HUMEDAD RESIDUAL EN SUELOS PLANOS-ALUVIALES Y CON PENDIENTES MENOR DE 4%. CICLO 1976.

Expto.	Capital Ilimitado			Capital Limitado		
	N Kg/ha.	P ₂ O ₅	DP Miles/ha.	N Kg/ha.	P ₂ O ₅	DP Miles/ha.
ST067604	93	73	37.5	62	41	37.5
ST067610	120	100	49	60	70	37.5
ST067613	90	70	47	90	70	47
ST067616	95	74	50	62	74	37.5
ST067619	92	102	62.5	92	102	62.5
ST067625	64	72	46	64	72	46
ST067628	93	104	58	62	41	37.5
ST067631	121	101	48	61	40	35
ST067634	82	91	49	82	91	49
Promedio	94.4	87.4	49.6	70.7	66.8	43.3

CUADRO 16. TRATAMIENTO OPTIMO ECONOMICO (TOE) DE N, - P₂ O₅ y DP, OBTENIDOS PARA CADA SITIO EXPERIMENTAL EN CONDICIONES DE HUMEDAD RESIDUAL EN SUELOS DE LADERA CON UNA PENDIENTE MAYOR DE 4% Y MENOR DE 12%. CICLO 1976.

Expto.	Capital Ilimitado			Capital Limitado		
	<u>N</u> Kg/ha.	<u>P₂ O₅</u>	<u>DP</u> Miles/ha.	<u>N</u> Kg/ha.	<u>P₂ O₅</u>	<u>DP</u> Miles/ha.
ST067635	96	139	50	64	43	37.5
ST067638	131	109	50	66	44	37.5
Promedio	113	124	50	65	43	37.5

experimentales la Densidad de Población óptima fue de 50,000 plantas por ha., Para capital limitado el N varió de 64 a 66 Kg/ha., - Fósforo de 43 a 44 Kg/ha., y la misma densidad de población de - 37,500 plantas/ha.

En el Cuadro 17 muestra los (TOE) de Nitrógeno, Fósforo y Gallinaza. (G); en esta localidad de Arantepacua se instaló un experimento con diferentes niveles de Nitrógeno, Fósforo y Gallinaza y otro de Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Población, donde se encontró que al aplicar 500 Kg/ha. de Gallinaza se reduce 30 Kg/ha. de N y 30 Kg/ha. de Fósforo ya que el tratamiento óptimo económico de Nitrógeno, Fósforo y Gallinaza fue de 94-75-500 respectivamente, con 50,000 plantas por ha., y en el de Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Población fue de 125-104 y 40,000 plantas por ha. respectivamente.

CUADRO 17. TRATAMIENTO OPTIMO ECONOMICO (TOE) DE N, P₂ O₅ y G. OBTENIDO PARA EL SITIO EXPERIMENTAL EN CONDICIONES DE HUMEDAD RESIDUAL EN SUELOS PLANOS ALUVIALES Y CON PENDIENTE MENOR DEL 4%. CICLO 1976.

LOCALIDAD. LA ARANTEPACUA.

Expto.	N Kg/ha.	P ₂ O ₅	DP Miles/ha.	G Kg/ha.
ST067601	94	75	50	500
ST067604	125	104	48	

VIII. CONCLUSIONES.

De acuerdo a las hipótesis planteadas en este trabajo, - se puede concluir lo siguiente:

De acuerdo a los rendimientos de grano de maíz obtenidos en los ensayos conducidos, al aplicar diferentes niveles de Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Población y diferentes niveles de Nitrógeno, Fósforo y Gallinaza y una misma densidad de población, se concluye:

1. Que los niveles de fertilización que el agricultor utiliza para el cultivo de maíz en una parte del área de humedad residual en la región de la Sierra Tarasca, limitan la producción.

De acuerdo al Análisis de Varianza y D.M.S. realizado para la variable dependiente rendimiento de grano se puede concluir:

2. Que el cultivo del maíz, responde a las aplicaciones de Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Población en los dos sistemas de producción identificados en el área de estudio.

3. No se tiene evidencia para rechazar la hipótesis que menciona que Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Población son facto

res que limitan la producción ya que en todos los experimentos hubo efectos de tratamientos con probabilidad de cometer error de tipo I del 1%.

4. Igualmente no se tiene evidencia para rechazar la hipótesis 2 que menciona que la respuesta del maíz a estos factores está influenciada por factores incontrolables de la producción relacionados con la posición fisiográfica con elementos del clima y con propiedades físicas y químicas del horizonte A de los suelos.

5. Todos los supuestos tomados en consideración durante el presente estudio resultaron válidos.

IX. RESUMEN.

En el ciclo de 1976 se llevaron a cabo 12 experimentos de maíz bajo condiciones de humedad residual en la región de la Sierra Tarasca del Edo. de Michoacán, once experimentos de Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Población y uno de Nitrógeno, Fósforo y Gallinaza, con el objeto de encontrar las dosis óptimas económicas para los sistemas de producción:

- 1) Siembras sobre suelos planos - aluviales.
- 2) Siembras sobre suelos de ladera.

Para lograr lo anterior se plantean las siguientes hipótesis:

1. Los nutrimentos Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Población son factores que limitan la producción de maíz.
2. La respuesta del maíz a estos factores está influenciada por factores incontrolables de la producción relacionados con la posición fisiográfica con elementos del clima y con propiedades físicas y químicas del horizonte A.

Para probar las hipótesis planteadas se condujeron 12 experimentos de campo para observar la respuesta a N, P₂O₅, D.P. y G. y encontrar las D.O.E. de estos factores en los siste-

mas de producción ya mencionados.

Se probaron 16 tratamientos, 14 correspondientes a la matriz Plan Puebla I y 2 tratamientos adicionales, un testigo (0-0-25,000 plantas/ha.) y un potencial (90-100-62,500 plantas/ha., -mas 20 ton. de Gallinaza).

El espacio de exploración fue el mismo para los 2 sistemas de producción, Para N; 30 a 120 Kg/ha., para fósforo de 40- a 130 Kg/ha. y Densidad de Población de 25,000 a 62,500 plantas - por ha.

El Análisis de Varianza y las gráficas de respuesta de la variable rendimiento de grano indicaron que la respuesta a los factores estudiados en suelos planos aluviales fueron: Nitrógeno, - respuesta mayor de 95 Kg/ha., fósforo a 90 Kg/ha. y Densidad de Población 50,000 plantas por ha. Mientras que en suelos de ladera la respuesta a Nitrógeno fue hasta 110 Kg/ha, Fósforo a 125 Kg/ha. y a Densidad de Población de 50,000 /ha. En el experimento de Nitrógeno, Fósforo y Gallinaza la respuesta a Nitrógeno fue de 95 Kg/ha., Fósforo 75 Kg/ha. y Gallinaza 500 Kg/ha. con una Densidad de Población de 50,000 plantas/ha.

Según el procedimiento empleado en este estudio, estas

son las D.O.E. que hacen máxima la ganancia, para condiciones de capital ilimitado.

X. BIBLIOGRAFIA.

1. Banamex 1977. México en Cifras.
2. Bonie, M.E. et al 1970 . Atlas of México.
3. Cochran, G.W. y Cox. C.G. 1971. Diseños Experimentales.
Editorial Trillas. México.
4. Cortés, F.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 de Maestro en Ciencias, Colegio de -- Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
5. Dirección General de Estadística (S.I.C.) 1975. Censo Agrícola y Ejidal del Estado de Michoacán, 1970. México.
6. García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación -- climática de Koppen. Instituto de Geografía. U.N.A.M. 246 p.
7. Ortíz, H.R. 1977. Aplicación práctica del enfoque de Agrosistemas para estratificar diferentes condiciones de producción de cultivos con el objeto de diseñar recomen-

- ciones para la aplicación de fertilizantes químicos y -
estiércoles al maíz de temporal en Totonicapan, Guatema
mala. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Cha-
pingo, México.
8. Rojas, J.G.E. 1972. Trabajos preliminares sobre mejoramiento
del maíz de temporal en la Meseta Tarasca, Tesis de
Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma de Chihuaua
hua, México.
9. Tornero, M.A. 1976. Determinación de las dosis óptimas econo
mías de Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Siembra
para el cultivo de la cebada en la región Nor-Oriental-
del Estado de México, Tesis de Ingeniero Agrónomo, -
Universidad de Guadalajara, Escuela de Agricultura, -
Guadalajara, Jal.
10. Turrent, F.A. 1962. Estudio de las formas de eliminar el atraso
del crecimiento en lechugas, cuando se transplantan
en el invernadero sobre suelos de la Sierra Tarasca. -
Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, -
México.

11. Turrent, F.A. y Laird, R.J. 1975. Matrices Plan Puebla. -
Escritos sobre la metodología de la Investigación en -
productividad de suelos. Rama de Suelos. Colegio de-
Postgraduados, Chapingo, México.
12. Vázquez, J.U. 1977. Respuesta del maíz a los fertilizantes y-
la densidad de población en la parte Oeste del Estado -
de Tlaxcala, para el ciclo agrícola 1976.
13. Villalpando , I.J.F. 1975. Desarrollo de un Método para ob-
tener Ecuaciones Empíricas Generalizadas del Rendi-
miento en una Región Agrícola, para uso de Diagnósti-
co. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Post--
graduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo,
México.