

" DETERMINACION DE LAS DOSIS OPTIMAS ECONOMICAS PARA
DIFERENTES NIVELES DE NITROGENO, FOSFORO Y DENSIDAD-
DE POBLACION PARA EL CULTIVO DEL MAIZ EN LA REGION -
DEL PLAN LOS LLANOS EN CD. SERDAN, PUEBLA.

TESIS

Sometida a la consideracion de la
Escuela de Agricultura y Ganaderia

de la

Universidad de Sonora

por

Alfredo Alvarez Fuentes

Como requisito parcial para obtener
el título de Ingeniero Agronomo con
especialidad en Fitotecnia.

Octubre de 1978

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

A MIS PADRES:

SR. ALFREDO ALVAREZ APODACA

SRA. ADELINA FUENTES DE ALVAREZ

A MI ABUELA:

SRA. FELIPA VALDEZ VDA. DE
FUENTES

INTRODUCCION - - - - -	I
LITERATURA REVISADA - - - - -	4
MATERIALES Y METODOS - - - - -	18
RESULTADOS Y DISCUCION - - - - -	30
CONCLUSIONES - - - - -	55
RECOMENDACIONES - - - - -	56
RESUMEN - - - - -	57
LITERATURA CITADA - - - - -	61
APENDICE - - - - -	63

INDICE DE CUADROS.

- Cuadro 1.- Relación de los tratamientos ensayados en los experimentos tipo N-P-D para maíz en Cd. Serdán, Pue. 1977.
- 2.- Localización, agricultor cooperante y agrosistema al que pertenecen los experimentos tipo N-P-D para maíz en el Plan los Llanos de Cd. Serdán, Pue. 1977
- 3.- Fecha en que se realizaron las labores en los experimentos tipo N-P-D para maíz en el Plan los Llanos de Cd. Serdán, Pue. 1977
- 4.- Densidades reales de población obtenidas en los distintos tratamientos de los experimentos tipo N-P-D para maíz en el Plan los Llanos de Cd. Serdán, Pue. 1977.
- 5.- Rendimiento de grano obtenido en los distintos tratamientos de los experimentos tipo N-P-D para maíz en el Plan los Llanos de Cd. Serdán, Pue. 1977
- 6.- Precipitaciones medias mensuales para los períodos indicados y para 1976, en Cd. Serdán, Tlachihuca, Zacatepec, San Salvador el Seco, y Guadalupe Victoria, Pue. 1977.

Cuadro 7.- Temperaturas y precipitaciones medias mensuales en Cd. Serdán, Tlachichuca, y Zacatepec, Pue., para el período 1961-1975.

- 8.- Rendimientos ajustados de grano de maíz -- (Kg/ha) al 14% de humedad) usados para realizar el análisis económico de los tratamientos de los experimentos tipo N-P-D en Cd. Serdán, Pue. 1977.
- 9.- Costos de adquisición y manejo de los insumos y costo del producto que se utilizaron para realizar el análisis económico de los experimentos tipo N-P-D para maíz en el programa Plan los Llanos de Cd. Serdán, Pue.
- 10.- Tratamientos óptimos económicos obtenidos usando el método gráfico en los experimentos tipo N-P-D para maíz conducidos en -- 1977 en la región del Plan los Llanos de Cd. Serdán, Pue.

INDICE DE FIGURAS.

- Figura 1.- Representación esquemática de los 14 tratamientos de la Matriz Plan Puebla I, usada en los experimentos tipo N-P-D en maíz Cd. Serdán, Pue. 1977.
- 2.- Localización de los sitios donde se llevaron a cabo los experimentos tipo N-P-D para maíz. Cd. Serdán, Pue. 1977.
- 3.- Precipitaciones medias mensuales registradas en Cd. Serdán, Pue. en el período 1961-1977 y el año 1977.
- 4.- Precipitaciones medias mensuales registradas en San Salvador el Seco, Pue. en el período 1967-77 y el año 1977.
- 5.- Precipitaciones medias mensuales registradas en Guadalupe Victoria, Pue. en el período de 1967-77 y el año 1977.
- 6.- Estimación gráfica de las dosis óptimas - de nitrógeno, fósforo y densidad de población para el experimento 1 en maíz. Cd. Serdán, Pue. 1977.
- 7.- Estimación gráfica de las dosis óptimas - de nitrógeno, fósforo y densidad de población para el experimento 2 en maíz. Cd. Serdán, Pue. 1977.

Figura 8.- Estimación gráfica de las dosis óptimas -
de nitrógeno, fósforo y densidad de poblaci
ción para el experimento 3 en maíz. Cd. -
Serdán, Pue. 1977.

9.- Estimación gráfica de las dosis óptimas -
de nitrógeno, fósforo y densidad de poblaci
ción para el experimento 4 en maíz. Cd. -
Serdán, Pue. 1977.

10.- Estimación gráfica de las dosis óptimas -
de nitrógeno, fósforo y densidad de poblaci
ción para el experimento 5 en maíz. Cd. -
Serdán, Pue. 1977.

11.- Estimación gráfica de las dosis óptimas -
de nitrógeno, fósforo y densidad de poblaci
ción para el experimento 7 en maíz. Cd. -
Serdán, Pue. 1977.

12.- Estimación gráfica de las dosis óptimas -
de nitrógeno, fósforo y densidad de poblaci
ción para el experimento 9 en maíz. Cd. -
Serdán, Pue. 1977.

INTRODUCCION

La tierra de labor en la que se desarrolla la Agricultura Mexicana, incluye a un 3% de terrenos de jugo o humedad, un 82% de terrenos de temporal variable y un 15% de terrenos de riego. La forma en que se encuentra distribuída esta superficie, muestra algunas de las características importantes que influyen en la problemática agraria del país.

De acuerdo a los datos obtenidos del Censo Agrícola y Ganadero de 1970, la agricultura moderna dispone del 97% de la superficie de riego, y en ella se concentra el 91% del valor total de la maquinaria; la producción está destinada principalmente para el mercado industrial y no se presta importancia a la producción de granos básicos para la alimentación. En los terrenos de temporal, que comprende el 82% de la superficie total de labor en México, se concentra el 9% del valor total de la maquinaria y se genera el 4% del total de producto Agrícola nacional, lo cual significa, que se practica una agricultura tradicional en su operación y su producción está destinada al consumo familiar. Esta superficie está distribuída entre ejidatarios y pequeños propietarios que carecen de capital, emplean equipo rudimentario y dedican sus actividades a la producción de granos básicos.

Frente a esta situación estructural de la agricultura de México, en noviembre de 1973 nació el Programa Nacional de Desarrollo Agrícola para las Areas de Temporal (PRONDAAT) cuyo objetivo central es impulsar el desarrollo agrícola de las regiones de subsistencia y minifundio con el fin de producir más alimentos para la población creciente de México. El PRONDAAT consiste en la acción coordinada de la Dirección General de Producción

y Extensión Agrícola, el Instituto Nacional de investigaciones Agrícolas y el Colegio de Postgraduados de Chapingo, para llevar a cabo labores de investigación en desarrollo agrícola regional, capacitación, coordinación, evaluación, investigación aplicada y divulgación, en diferentes estados del país. La estrategia de trabajo de este programa está contemplada en el conjunto de acciones que llevan a la práctica los equipos técnicos-regionales constituidos por 4 áreas con funciones específicas para cada una de ellas y que son: Investigación Agronómica, Divulgación Agrícola, Coordinación Institucional y Evaluación Socio-Económica. Los objetivos particulares de cada una de estas áreas son:

Investigación Agronómica: Generar tecnología agrícola que complemente la que actualmente usan los agricultores de la región, con la que se pueda aumentar la producción y los ingresos netos unitarios. Esta tecnología debe considerar la variabilidad ecológica regional para la producción de los principales cultivos de la zona de estudio.

Divulgación Agrícola: Promover el uso de la tecnología generada por los técnicos de la investigación agronómica, promover la organización de los campesinos y un mejor uso de las instituciones al servicio del agricultor.

Coordinación Institucional: Integrar acciones entre los miembros del equipo técnico, los campesinos y las instituciones participantes para lograr los objetivos del programa.

Evaluación Socio-económica: Su objeto es establecer un marco de referencia de las condiciones socio-económicas.

nómicas existentes en la región, medir constantemente - los logros de los objetivos generales del programa y de tectar los factores que limitan la operación del mismo.

Con este esquema de organización y de acuerdo con los objetivos del PRONDAAT, en 1975 surge el Plan los Llanos en la región de Cd. Serdán en el Estado de Puebla. El area de operación de este programa, comprende - alrededor de 80,000 hectáreas y de los agricultores que participan en el, el 95% son ejidatarios y algunos de ellos disponen de pequeñas porciones de tierra en pequeña propiedad. La producción agrícola depende fundamentalmente de las lluvias que se presentan en la región.

Al iniciarse este Plan, los agricultores seguían las recomendaciones técnicas del Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central (CIAMEC) que en relación a la aplicación de fertilizante, la fórmula recomendada era de 80 Kgs. de nitrógeno, 40 Kgs. de fósforo y cero Kgs. de potasio por Hectárea. Tomando en consideración la extensión de su superficie y la variabilidad de las condiciones ecológicas presentes, se pudo anticipar que esta recomendación no iba a ser válida para algunas zonas comprendidas dentro del área de operación del programa; en consecuencia se procedió a localizar esas zonas y generar prácticas de producción que correspondieran a esa variabilidad. El objetivo de esta investigación es afinar las prácticas de producción en la región de Los Llanos en Cd. Serdán, Puebla, definiendo -- una fórmula de fertilización nitrogenada y fosfatada -- así como una densidad de población para el ciclo Primavera - verano de 1977.

LITERATURA REVISADA.- .

Localización Geográfica.

La región de los Llanos, ubica en la parte central del Estado de Puebla. Limita al norte con el Distrito de San Juan de los Llanos y el Estado de Veracruz al oriente por la cadena montañosa que culmina con el Pico de Orizaba y el Cofre de Perote en el estado de Veracruz, al sur con el Distrito de Tehuacán, Pue., y al poniente con los Distritos de Tecamachalco y Tepeaca Pue., respecto a su altitud, se encuentra desde los 2,000 msnm. en las partes bajas de San Salvador el Seco hasta los 3,000 msnm. en la región de Guadalupe Victoria y Saltillo la Fragua. Comprende un total de 10 municipios con 103 comunidades. (Ver figura 2).

Clima

De acuerdo a la carta de climas de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional y en base al sistema de clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García (5), existen 4 tipos de climas en esta región de trabajo.

a).- Templado subhúmedo, con lluvias en verano y coeficiente Precipitación (P) / Temperatura (T) mayor de 55, localizado en la parte oriental del área, recorriéndola de norte a sur y representa aproximadamente el 30% de la superficie total.

b).- Templado subhúmedo, con lluvias en verano, con un coeficiente P/T menor de 43. Se localiza en el extremo sur occidental del área de estudio y representa solo un 5% de la superficie total.

c).- Templado subhúmedo, con lluvias en verano y un coeficiente P/T entre 43 y 55. Se localiza en la mitad occidental del área excluyendo los extremos norte y sur; comprende aproximadamente un 50% de la superficie total.

d).- Templado semiseco, con lluvias en verano, coeficiente P/T mayor de 23 y localizado en la esquina -- noroccidental del área, comprendiendo un 15% del área total.

En la región existen 5 estaciones meteorológicas cuyos registros de precipitación datan desde 1961. En Cd. Serdán el promedio anual de lluvia es de 811 mm. Dos estaciones localizadas en el municipio de Tlachichuca, han observado 732 mm. de precipitación media anual. En el municipio de Zacatepec el promedio anual de precipitación es de 455 mm. y finalmente en Guadalupe Victoria llueve 480 mm. en promedio al año. De los municipios anteriores el de Cd. Serdán y Tlachichuca pertenecen a la zona sur de la región en tanto que Guadalupe Victoria y Zacatepec se encuentran ubicados en la parte norte de la misma. Durante los meses de mayo a septiembre que coinciden con las etapas más importantes de requerimiento de humedad por la planta del maíz, se concentra el 70% de la precipitación total anual.

Las temperaturas medias mensuales registradas en el periodo 1961 - 75, en tres de las estaciones meteorológicas, dan un media anual de 13.6°C las mínimas se presentan en el mes de enero y se ha registrado una media de 10.5°C, las máximas en el mes de junio, habiéndose observado una media de 16.8°C. El 58% de las heladas en el año, se presentan en los meses de marzo y abril, otro 29% de las mismas se presentan en la época en que

la planta está próxima a cosecharse en el mes de octubre; sin embargo, se han presentado heladas en los meses de julio y agosto, justamente en las épocas de floración del grano en el maíz, las cuales originan considerables bajas en la producción, pero son poco frecuentes. En general se calcula un período libre de heladas de 150 días aproximadamente, tiempo comprendido entre los meses de mayo a septiembre.

Suelos.

Los suelos de la región varían de color café claro a café oscuro, siendo los claros los dominantes en el área. Son profundos y con reacción alcalina a neutra aún cuando se han localizado presencia de suelos ácidos pero la superficie que ocupa no es significativa. Respecto ala posición fisiográfica que ocupan, la más común es la de planicie; cerca de los cerros se observan lomeríos que en las partes cultivables, presentan pendientes mayores de 5%.

La mayor parte de los suelos, se han formado de material volcánico que ha sido en algunas partes interperizado y en otros se encuentra en forma de cenizas. En algunos lugares se han formado por "barrancadas" que son corrientes de agua violentas que descienden del Pico de Orizaba debido a las lluvias, depositando materia les finos en las partes bajas.

Uso del Suelo.

La región de estudio comprende una superficie total de 146,000 hectáreas, de las cuales el 55% está dedicada a la siembra de cultivos anuales y el 18% está cubierta por bosques que generalmente no son explotadas

Un 27% de la superficie total se dedica a la siembra de pastizales que en su mayor parte se encuentra en manos de pequeños y medianos propietarios. En los municipios de San Salvador el Seco y de Soltepec, el cultivo del durazno y la manzana adquieren gran importancia y apenas representa el 1.3% de la superficie total de la región.

Se observa que el carácter de la región es básicamente agrícola, destacando entre los cultivos más importantes: el maíz, el haba, la cebada, el frijol y el chícharo. En forma porcentual, el maíz ocupa el 74% de la superficie cultivable y se siembra bajo condiciones de temporal. Un 13% de la siembra cultivada, lo ocupa el haba, que se siembra bajo condiciones de humedad residual durante la segunda quincena de febrero. Otro 4% de la superficie se dedica al cultivo de la cebada, cuya siembra se efectúa cuando las lluvias están ya establecidas en el mes de mayo; y el 7% del área cultivada, lo ocupa el frijol y su siembra se lleva a cabo en los meses de abril y mayo. El chícharo, ocupa el 3% de la superficie cultivable, sembrándose bajo condiciones de temporal a fines del mes de marzo y principios de Abril.

Tecnología Local de Producción en el Cultivo del Maíz.

La tecnología local de producción, obedece, fundamentalmente a factores de orden ecológico de la región y a la economía de los agricultores. La siembra del maíz se hace generalmente con semillas de la región que presentan una gran diversidad en fenotipos que los agricultores asocian con el ciclo vegetativo de la planta y con el potencial productivo del grano. La longitud del ciclo de desarrollo tiende a asociarse por lo menos con

el tamaño de la planta, el color del grano, su forma y su textura.' Para las siembras tempranas que se realizan en el mes de marzo, los agricultores utilizan maíces de grano dentado, cristalino y de color claro cuya altura alcanza hasta los 3 metros, de ciclo biológico que demora de 90 a 110 días a la antesis; soporta condiciones de sequía en los dos primeros meses y suficiencia de humedad en el resto. Comparando con otros tipos locales de maíz, es el que obtiene mayor potencial de rendimiento cuando las condiciones de precipitación son benignas

Para siembras tardías de maíz, después de la segunda quincena de abril, los agricultores utilizan el tipo precoz de 130 días del ciclo biológico, generalmente harinoso y de color rojo o azul con grano grande; tiene aproximadamente 2 metros de altura, dura de 65 a 80 días a la antesis y requiere abundante humedad para su desarrollo. El potencial productivo de este maíz en un ambiente benigno es la mitad del correspondiente al primer tipo de maíz que se ha descrito.

Las condiciones de un temporal incierto impone a los agricultores la conservación de la humedad en el suelo.' Esta actividad se realiza básicamente con prácticas culturales y consiste en rastrear, barbechar y emparejar el suelo una vez que han concluido las labores de la cosecha, con el fin de reducir la compactación y aumentar las posibilidades de captación del agua de las lluvias que ocurren en los meses de enero y febrero, en el mes de marzo, se ara de nueva cuenta la tierra y se deja lista la cama de siembra para el ciclo en curso.'

La fecha de siembra está determinada por las condiciones de humedad que existen en el suelo, generalmente se siembra durante todo el mes de marzo y en la pri-

mera quincena de abril con maíces de 180 días de ciclo biológico y con un periodo de lluvias y libre de heladas críticas de 150 días. La siembra se hace a una distancia entre surcos que vá de 70 a 90 cms. y una separación entre metas de 60 a 85 cms., la densidad de población se controla con el número de semillas sembradas por mata, que puede ser de 2 a 4 por golpe para tener una población de 35 a 50 mil plantas por ha. El método es a "busca jugo" y consiste en hacer un corte sesgado en el fondo del surco con una pala a una profundidad de 5 a 7 cms. para depositar la semilla y después tapparla con el pié. La siembra de cultivos intercalados maíz - frijol, o maíz - haba, no es común encontrarla en grandes superficies.

Se realizan dos labores de cultivo con el fin de eliminar malezas y aplicar fertilizante, la primera labor se lleva a cabo cuando la planta tiene una altura aproximada de 20 cms. y, está sujeta a la presencia de las lluvias con el fin de aplicar el fertilizante cuando existe humedad en el suelo, puede variar de 30 a 45 días después de la siembra. En la primera fertilización se aplican 40 Kgs. de nitrógeno que representan el 50% de la fórmula total y todo el fósforo cuya cantidad es de 40 Kgs. por hectárea. La segunda labor se realiza generalmente 30 días después de la primera, eliminando la maleza de nueva cuenta y aplicando el 50% de fertilizante nitrogenado restante.

Las plagas más importantes en la región son la tuza y la rata de campo que causan daños en las primeras etapas del desarrollo de la planta; la rata de campo es controlada con cebos envenenados a base de fósforo de Zinc y la tuza se controla con gas LP introducido en el tucero localizado como el "Más nuevo", tapan-

do otros tuceros cercanos con el fin de que el animal no pueda escapar. Otras plagas de menor importancia son el gusano elótero Heliothis sp que no requiere de control y la gallina ciega Lachnosterna sp cuyo control se realiza con prácticas culturales.

Una práctica muy generalizada en la región es des-
puntar el maíz en el mes de agosto, cuando las mazorcas
se encuentren en estado masoso con el fin de utilizar -
las puntas como forraje de primera calidad. Algunos -
agricultores señalan que esta actividad obliga a la -
planta a madurar la mazorca y prevenirla contra heladas
tempranas, una vez que el maíz ha alcanzado su madurez-
fisiológica, poco después, realizan la "pizca" o cose-
cha a mano. Después tumban el resto de la planta y la -
conservan como forraje de menor calidad que el obtenido
con las puntas.

Obviamente si consideramos que los aspectos seña-
lados, reflejan la existencia de diferencias de orden -
ecológico y que las prácticas de manejo tradicional, es
conveniente que en la metodología de trabajo de los in-
vestigadores agrónomos se contemple la necesidad de -
generar prácticas de producción que correspondan a di-
cha variabilidad y a las condiciones sociales y económi-
cas de los agricultores. Al respecto, para el sector de
la agricultura tradicional, Estrella CH. N.(3) señaló -
en 1977 que "La tecnología debe partir del estudio in-
tegral y del análisis de las sociedades tradicionales -
como una unidad cultural total". Agrega que al referir-
se "al conocimiento detallado de las actividades econó-
micas que realiza la unidad económica de producción y -
consumo". Concluye; "La investigación agrícola debe tra-
tar de mejorar lo que ya tradicionalmente realiza el -
campesino en sus unidades de producción".

Este razonamiento impone la necesidad de buscar un óptimo económico más que la obtención de altos volúmenes en producción (óptimo técnico) y al respecto, Laird R.J. (6) reafirma lo anterior al indicar que -- "aparentemente muchos agricultores de subsistencia, al tratar de decidir cual tecnología emplear, se preocupan más en asegurar una cantidad adecuada de alimentos para sus familias en un año desfavorable, que en alcanzar los niveles más altos de productividad o de ingreso neto a través de los años".

Considerando la necesidad de minimizar los riesgos de la inversión hecha por los productores del sector de la agricultura temporal, y auto-consumo en el proceso de generación de tecnología, se han realizado algunos estudios con el fin de mejorar el que en 1958- Pecsek y Heady (10) realizaron y en el cual lograron derivar un método para determinar las cantidades mínimas de fertilizante por recomendar para la obtención de máximas ganancias por peso invertido (óptimo económico). A continuación se describen algunos de estos métodos aplicables para agricultores que cuentan con recursos limitados e ilimitados.

a) Método Gráfico de Turrent y Laird (11). Con este método es posible determinar D.O.E. para capital ilimitado y se inicia con la búsqueda del tratamiento del cubo que más se aproxima al óptimo económico y -- para ello se determina el beneficio neto de los 8 tratamientos que dan lugar al cubo cuando se están estudiando tres factores, el que presenta el máximo beneficio neto será el tratamiento buscado. Se espera que -- este sea uno de los tratamientos que se encuentre ubicado en las aristas que se prolongan, pues de no ser así, da lugar a que se tenga que definir una curvatura

que describen los puntos prolongados. En seguida se -- calcula, el triángulo de relación insumo-producto y - con un jugo de escuadras se proyecta la hipotenusa --- (pendiente) del mismo, a la curva definida por el tratamiento de máximo beneficio neto y en el punto donde ambos sean tangentes, se definirá la D.O.E. de capital ilimitado.

b). Método de Evaluación Económica de Perrin et al (9) Consistē en hacer una interpretación económica de los resultados que se obtengan con cualquier tipo de matriz de tratamientos. El procedimiento contempla: el rendimiento promedio por tratamiento multiplicado por el valor del Kg. del maíz menos el valor de los costos variables, ésto es igual al beneficio neto. Después -- hay que enlistar a los tratamientos de mayor a menor, - en términos del beneficio neto a efecto de realizar un análisis de dominancia eliminando el tratamiento cuyo costo variable sea igual o mayor al tratamiento inmediatamente superior que tiene asociado un mayor beneficio neto; en este listado debe incluirse el tratamiento testigo. Con los tratamientos no dominados se procede a realizar el análisis marginal de los mismos con el propósito de estimar la tasa de retorno marginal; ésta se obtiene por la relación beneficio neto marginal-costo marginal, fijando después una tasa de retorno marginal y de los tratamientos que la rebacen, el que presente el mayor beneficio neto determina la D.O.E. de capital ilimitado y el tratamiento de máxima tasa de retorno marginal determina la D.O.E. de capital ilimitado.

c)- Método Sugerido por Laird: (7) Es una combinación del método Perrin et al y el método gráfico Laird propone seguir el método de Perrin et al hasta definir -

la tasa de retorno marginal. Cuando hay más de dos tratamientos dominados, se debe estimar la tasa de retorno marginal en relación al primer nivel de inversión y en caso contrario cuando sólo hay dos tratamientos dominados, esta tasa de retorno marginal se determina con respecto al testigo; en seguida las tasas de retorno marginal anteriores se comparan con una tasa de retorno mínima esperada, que se puede definir de dos maneras:

- 1) Tasa de retorno para capital ilimitado
- 2) Tasa de retorno para capital limitado

El tratamiento a seleccionar será aquel cuya tasa de retorno marginal sea mayor y a su vez sobrepase los criterios definidos. Este tratamiento definirá las curvas que sean utilizadas para obtener la D.O.E. con el método gráfico a través del triángulo de la relación insumo-producto.

d) Método Matemático de Martínez (8). Consiste en ajustar un modelo estadístico que puede ser cuadrático, raíz cuadrada, exponencial, a los rendimientos obtenidos de una experimentación. Lo anterior da lugar a conocer la relación que existe entre la variable dependiente Y en este caso, el rendimiento y las variables independientes que pueden ser niveles de fertilización (N, P, K...) quedando que $Y = f(N, P, K...)$

Si a esta función de producción se le determina la primera derivada y ésta a su vez se iguala a la relación de precios insumo-producto se tendrá un sistema de ecuaciones simultáneas que al resolverlo definirá la D.O.E. para los factores en estudio y que maximicen a Y .

Señalados algunos de los aspectos sociales y económicos que influyen en la toma de decisiones para la generación de tecnología en las regiones cuyas prácticas agrícolas son bajo condiciones de temporal y subsistencia, es conveniente abordar algunos conceptos - que permitan el estudio de la variabilidad ecológica y las características de los suelos.'

Hans Jenny (5) en 1941, definió el sistema de producción como "un cultivo en el que los factores clima, suelo y manejo eran prácticamente constantes". Para 1977 Laird R.J. (7) Turrent F.A. (12) y Estrella CH.N. (3) señalan que el concepto de sistema de producción, se puede señalar indistintamente con el nombre de agrosistema.' En la definición de Hans, resulta claro que los factores clima y suelo no pueden ser - - transformados a corto plazo por los agricultores de escasos recursos, sin embargo, las prácticas de cultivos como: el uso del fertilizante, de las semillas mejoradas, los cambios en la densidad de población, -- etc., si es posible, en un plazo económicamente razonable, buscar su transformación.

En 1966, Laird R.J. (7) definió al sistema de producción como "Un cultivo en el que los factores incontrolables de la producción fueran prácticamente - - constantes". Según Turrent F. A. (12): En el sistema de producción definido por Laird, está involucrado el concepto de factor controlable y factor incontrolable de la producción.' Esto es en si una concepción económica a corto plazo; la dosificación de fertilizante, de pesticidas etc., representan factores controlables; en cambio la textura y profundidad del suelo, el régimen de lluvias, son ejemplos de factores incontrolables".- Analiza al agrosistema como criterio de diagnóstico y

señala que "la estratificación de las condiciones de producción de una región agrícola que proporciona el concepto de agrosistema, permite diseñar recomendaciones sobre el uso de factores controlables especialmente en el caso de la agricultura tradicional y es el instrumento metodológico de clasificación para la disciplina de productividad.

En el caso de nuestra área de estudio, para la localización de los agrosistemas, se utilizó la definición de Turrente y se consideró a los siguientes factores que son inmodificables económicamente a corto plazo: (a) pendiente del terreno, expresada en términos de la posición fisiográfica (planicie y lomeríos), (b) el pH, comprendido entre los límites de neutro a alcalino, y (c), precipitación que en la región va desde limitativa (400 a 600 mm anuales) hasta favorable (600 a 800 mm anuales).

De acuerdo a lo anterior en el Plan de los Llanos existen los siguientes agrosistemas:

I.- Suelos localizados en posición de planicie con pH neutro y con régimen de precipitación favorable.

II.- Suelos con pendientes mayores de 5%, localizados en las faldas de los conos cineréticos y en lomeríos, con reacción neutra y precipitación favorable.

III.- Suelos situados en planicie, con pH neutro a ligeramente alcalino, localizados en la zona de influencia de precipitación favorable.

IV.- Suelos en posición de lomeríos, con pendientes mayores de 5%, alcalinos, localizados en áreas de precipitación limitativa.

V.- Suelos con pendientes mayores de 5%, neu-

tros, localizados en áreas de precipitación limitativa.'

Trabajos realizados en la región.

Hasta 1974 los trabajos realizados acerca de las prácticas de producción para la región de los Llanos - de Cd. Serdán en el Estado de Puebla, se llevaban a -- cabo bajo el esquema convencional de la investigación-- agronómica por el Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central (CIAMEC).- Las fórmulas de produc--- ción de maíz generadas (2) eran: 80Kgs. de NO_3 , 40 Kgs. de P_2O_5 y cero Kgs. de K_2O por ha; una población de 35- a 40 mil plantas por hectárea y el uso de semillas me-- joradas de color blanco o amarillo.

Experimentos conducidos en Cd. Serdán en 1975 por Aguirre y Navarro (1) sobre fórmulas de producción en - maíz indican que, en todos los casos se encontró res--- puesta del maíz a la fertilización nitrogenada y fosfa- tada. Las dosis recomendables para nitrógeno variaron - entre 80 y 110 Kgs.- por hectárea, las de fósforo fueron de 25 a 50 Kg. de P_2O_5 por hectárea. Las densidades óp- timas de población de maíz oscilaron entre 40 y 50 mil- plantas por hectárea. Señalan así mismo que en ese año, el maíz criollo usado por los agricultores resultó tan- to o más rendidor que los maíces mejorados blanco y ama- rillo ensayados.'

En 1976 el área de investigación agronómica del - Plan los Llanos (1) obtuvo los siguientes resultados:

1.- En todos los casos se encontró respuesta del maíz a la fertilización de nitrógeno. Las dosis óptimas económicas variaron según el agrosistema en donde se es- tablecieron los experimentos y fueron como sigue:

a) En San José Guerrero y Quetzalapa, que son co-

unidades cuyos terrenos pertenecen al agrosistema I, la fórmula óptima resultó ser la de 110 Kg. de nitrógeno, 50 Kg. de fósforo y 50 mil plantas por hectárea.

b) En Ocotenco, localizado en el agrosistema III la dosis óptima económica fué de 115-0-0 con 50 mil plantas por hectárea.

c) En Jalapasco, la D.O.E. resultó ser 135-0-0 y 50 mil plantas por hectárea y se localiza dentro del agrosistema IV

2.- Las aplicaciones de potasio no elevaron estadísticamente los rendimientos por encima de los obtenidos con fertilización nitrogenada y fosfatada normal.

3.- El maíz criollo de los agricultores sobresalió en los rendimientos en comparación con los demás maíces mejorados ensayados.

MATERIALES Y METODOS

Selección de Sitios Experimentales.- Para la selección de los sitios, se realizó un recorrido por la región y se eligió aquellas parcelas cuyas condiciones del suelo, representan al agrosistema definido para esa zona.

Características de los experimentos. El estudio llevado a cabo en el Plan los Llanos de Cd. Serdán, - Pue., durante 1977, incluyó a las variables nitrógeno fósforo y densidad de población. Para la selección de los tratamientos, se utilizó la Matriz Plan Puebla I cuya representación gráfica se muestra en la Fig. 1.

La Matriz Plan Puebla, permite llevar a cabo experimentos en que se trata al cultivo con varias combinaciones de factores modificables de la producción como fertilizantes, densidad de población, combate de malezas etc., y refleja en su diseño el conocimiento-agronómico de la dirección del aumento en el rendimiento cuando se estudia la respuesta simultánea del cultivo a más de un factor limitativo de la producción. El rendimiento experimental, se expresa como una función de los factores experimentales según algún modelo aproximativo que puede ser cuadrático, exponencial etc. y esto, conduce a una ecuación empírica de la que se obtienen ecuaciones simultáneas con los factores de estudio como incógnitas. La solución-corresponde a la combinación óptima económica de esos factores.

Con la Matriz Plan Puebla, se puede tener $2^K + 2$ K tratamientos en donde K es el número de factores-involucrados en la producción por lo que al tener 3 -

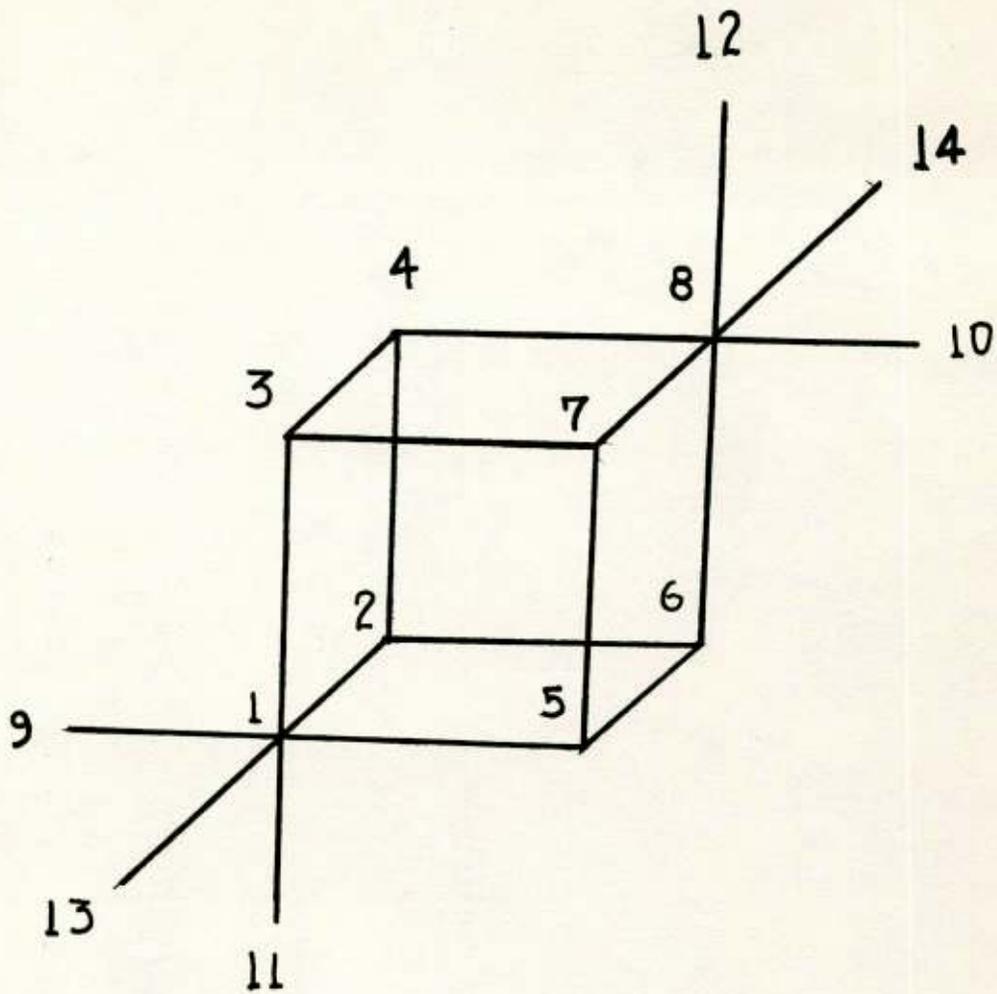


Fig. No. 1 Representación esquemática de los 14 tratamientos de la matriz plan Puebla I, usada en los experimentos tipo N-P-D en maíz. Cd. Serdán Puebla. - 1977.

variables resultarían: $2^3 + 2(3) = 8 + 6 = 14$ tratamientos que se observan en el Cuadro 1.-

El espacio de exploración para cada factor involucrado en la producción y sus respectivos niveles se presenta a continuación:

NO ₃ (Kg/ha)	1	2	3	4
	I	I	I	I
	40	75	110	145
P ₂ O ₅ (Kg/ha)	1	2	3	4
	I	I	I	I
	0	25	50	75
Densidad de Población - (miles plantas/ha)	1	2	3	4
	I	I	I	I
	30	40	50	60

El nitrógeno fué de 40 a 145 Kg/ha, el fósforo de 0 a 75 Kg/ha y la densidad de población es de 30 a 60 mil plantas por hectárea. Las respuestas a los tratamientos óptimos, es posible esperarlas en los niveles segundo y tercero que se usan para integrar el factorial completo 2^K . Los niveles primero y cuarto, se usan para formar prolongaciones de algunas de las aristas del factorial 2^K .

Las fuentes de fertilizante usadas para todos los experimentos, fueron: para nitrógeno, sulfato de amonio con una concentración del 19.5% y para fósforo super fosfato simple al 20%. En todos los experimentos se aplicó el 50% del nitrógeno y todo el fósforo en la primera labor aproximadamente de 40 a 50 días después de la siembra. La segunda fertilización se dió de 30 a 40 días después de la primera y consistió en aplicar el 50% restante del fertilizante nitrogenado.

Cuadro 1.- RELACION DE TRATAMIENTOS ENSAYADOS EN LOS --
EXPERIMENTOS TIPO N-P-D EN CD. SERDAN, 1977

Trat.	NO ₃ (Kg/ha)	P ₂ O ₅ (Kg/ha)	Densidad de Plan- tas Miles/Ha.
1	75	25	40
2	75	25	50
3	75	50	40
4	75	50	50
5	110	25	40
6	110	25	50
7	110	50	40
8	110	50	50
9	40	25	40
10	145	50	50
11	75	0	40
12	110	75	50
13	75	25	30
14	110	50	60

Para la siembra se utilizó la semilla criolla - del agricultor y en la distribución de los tratamientos se utilizó el diseño experimental de bloques al - azar con 6 repeticiones. El tamaño de la unidad experimental fué de 4 surcos de 6 metros de largo, se tomó como parcela útil a los dos surcos centrales eliminando un metro de longitud en las cabeceras de los -- surcos.

Establecimiento y manejo de los experimentos. - Los terrenos en donde se instalaron los experimentos, fueron preparados por los agricultores tal como se indica en el capítulo de tecnología de producción. La - siembra de los experimentos, se inició el día 2 de -- abril y terminó el día 28 del mismo mes. El maíz se - sembró con pala buscando el jugo, aplicando de 3 a 4 semillas por mata.

En el Cuadro 2, se presenta la localización de los experimentos, el agricultor cooperante y el agrosistema a que pertenece. La ubicación gráfica de los mismos se hace en la Fig. 2 y las labores realizadas se muestran en el Cuadro 3.

Los datos que se tomaron fueron: fecha de siembra, fecha de germinación, fecha de la primera y segunda fertilización, del aclareo, del deshierbe y de la cosecha.

Análisis de suelos. En relación a las características específicas de los suelos donde se ubicaron los experimentos, se reportan en los cuadros del 32 al 36 del Apéndice y las muestras colectadas en cada sitio experimental fueron analizadas en el laboratorio central de suelos de la Dirección General de la

Cuadro No. 2- Localización, Agricultor cooperante y agrosistema al que pertenecen los experimentos N-P-D para maíz en el programa Plan Los Llanos de- Cd. Serdán, Puebla.

Exp. No.	Agrosis Tema	Localidad	Municipio	Agricultor
1	111	La Gloria	Cd. Serdan	Miguel Perez
2	111	Sn. Juan Ateneco	Sn. Juan Ateneco	Candelario Díaz
3	11	El Veladero	Cd. Serdán	Roberto Flores
4	111	Las Cuchillas	Aljujuca	Agustin de Garay
5	1	Coyotepec	Sn. Juan Ateneco	Miguel de Jesus
6	1	Sn. Jose Guerrero	Sn. Juan Ateneco	Jose Abelino
7	V	Emilio Portes Gil	Sn. Nicolas B. Aires	Mannel Bonilla
8	1V	Rancho el Cortijo	Sn. Salvador el Seco	Mannel Rivero
9	1V	Ex.Hda. Buenavista	Sn. Nicolas B. Aires	Miguel Guerrero
10	V	Guadalupe Victoria	Guadalupe Victoria	Luis López H.

Cuadro No. 3, Fecha en que se realizaron las labores en los experimentos tipo N-P-D para maíz en el programa Plan los Llanos de Cd. Serdán, Puebla, 1977

Exp.	Fecha de siembra	Fecha de la 1a. Fert.	Fecha de la 2a. Fert.	Fecha del aclareo	Fecha de germinación	Fecha de deshierbe.	Fecha de la cosecha.
1	abril 2	mayo 21	junio 30	mayo 11	-	-	Nov. 21
2	abril 6	mayo 17	junio 28	mayo 6	abril 16	junio 28	Nov. 26
3	abril 13	junio 9	julio 11	junio 1	mayo 3	-	Nov. 7
4	abril 14	mayo 27	junio 28	mayo 6	abril 25	-	Dic. 13
5	abril 18	junio 3	-	mayo 12	abril 29	junio 21	Nov. 22
6	abril 19	junio 10	julio 12	junio 2	abril 30	julio 12	Perdida por helada.
7	abril 5	mayo 23	junio 28	-	-	-	Dic. 6
8	abril 11	mayo 13	junio 17	mayo 13	-	-	Cosechado por el Agricultor.
9	abril 27	mayo 25	junio 29	mayo 25	-	-	Nov. 24
10	abril 28	junio 2	julio 8	-	-	-	Cosechado por el Agricultor.

Producción y Extensión Agrícola en Chapingo. Los datos relevantes tomados de las muestras fueron: textura pH, color y nivel de fertilidad.

Analisis económico. El primer paso en el analisis económico fué la obtención de información confiable sobre los diferentes costos involucrados en la producción del maíz, así como los valores reales de la producción. Se consideró que los precios de garantía de CONASUPO para maíz representan adecuadamente los precios obtenidos por los agricultores. Los costos de los fertilizantes se obtuvieron directamente de FERTIMEX, S.A. y los costos de producción del maíz se estimaron en base a la información proporcionada por los agricultores de la región. En el Cuadro 9 del Apéndice, se presentan los diferentes valores y costos utilizados en el analisis económico.

Tomando en consideración que los rendimientos obtenidos en las parcelas experimentales, son mayores que los que obtienen los agricultores, se consideró aconsejable ajustar los rendimientos que resultaron de los diferentes experimentos a valores que se acercaban más a los que se supone tendrán los agricultores al usar los mismos tratamientos. En forma arbitraria y considerando que la eficiencia de las prácticas del agricultor y los resultados obtenidos son un 80% de los resultados del experimento, se seleccionó 0.8 como factor de corrección y se ajustaron todos los rendimientos experimentales multiplicandolos por este factor para obtener los rendimientos ajustados. (Cuadro 8).

Para la obtención del beneficio neto, se calcula: primero, el beneficio bruto que resulta de multi--

plicar el rendimiento ajustado en kilogramos por hectárea por el valor que representa el maíz en el campo, - los costos variables que incluyen el costo del nitrógeno, del fósforo y de la semilla en el campo, así como la aplicación del fertilizante. El beneficio neto es - la diferencia entre el beneficio bruto y la suma de -- los costos variables. Cuadros (11, 14, 17, 20, 23, 26, 29) del Apéndice.

Una vez calculados los beneficios netos, el si-- guiente paso consistió en determinar, cuales de los - tratamientos podrían representar combinaciones de nive-- les de los insumos, racionales de acuerdo con el crite-- rio económico. Esta selección se hace en base a un ana-- lisis de dominancia, que se ilustra en los Cuadros (12 15, 18, 21, 24, 27, 30) del Apéndice. Se arreglan los tratamientos en orden del tamaño del beneficio neto -- hasta llegar al tratamiento que corresponde al testigo o al de la práctica del agricultor. Obviamente, los -- tratamientos con costos variables más altos, no son al-- ternativas racionales. Una vez ordenados los tratamien-- tos, se examina progresivamente el tamaño de los cos-- tos variables y se eliminan los tratamientos con cos-- tos variables mayores que otros más arriba en la lis-- ta.

El último paso en la selección del tratamiento - óptimo se refiere a un análisis marginal de los posi-- bles tratamientos óptimos encontrados en el análisis - de dominancia. En los Cuadros (13, 16, 19, 22, 25, 28, 31) del Apéndice, se presentan los análisis marginales de los tratamientos que quedaron como posibilidades, -- después de haber eliminado a los que no se considera-- ron como alternativas racionales. En la columna 6 de - los mismos Cuadros, se dan los incrementos marginales--

en los costos variables que en cada caso es la diferencia entre el costo variable para un determinado tratamiento y el costo variable del tratamiento localizado inmediatamente abajo en la lista. En la misma forma, el incremento marginal en los beneficios netos es para un tratamiento dado, la diferencia entre su beneficio neto y el beneficio neto del tratamiento si tuado abajo de la lista.

Finalmente la tasa marginal de retorno al capital, es el incremento marginal en el beneficio neto expresado como porcentaje del incremento marginal en costos variables.

Para seleccionar el tratamiento óptimo entre los posibles a considerar, es necesario emplear un criterio sobre la magnitud del retorno al capital invertido en los costos variables que debe recibir el productor. En la interpretación económica se consideraron dos criterios: Retorno al capital de 25% y retorno al capital de 100%, se considera que el primer criterio se emplea a los productores que trabajan con crédito bancario y que tienen sus siembras aseguradas por la Asociación Nacional Agrícola y Ganadera.

El criterio de retorno al capital de 100%, se aplica a los productores que utilizan sus propios fondos y no tienen sus siembras aseguradas; se hace con el fin de no incrementar los riesgos de la inversión.

Habiendo seleccionado los tratamientos óptimos posibles con el método de evaluación económica suponiendo una determinada tasa de retorno al capital, se hizo una estimación gráfica de la dosis óptima económica partiendo de la consideración de que esta se en-

cuentra en la proximidad del tratamiento óptimo seleccionado de acuerdo con el método señalado. El primer paso, es graficar las respuestas experimentales para el nitrógeno, el fósforo y la densidad de población; además, se requiere calcular la relación insumo-producto (costo del insumo) - (costo del producto), para cada uno de estos factores y como se están considerando tasas de retorno al capital, la relación se debe estimar para 25% y 100%.³

Con estos valores, es posible conocer el punto donde se pueden obtener mayores beneficios por peso invertido. Primero, se estiman las distancias a lo largo del eje de las ordenadas que corresponden a cantidades arbitrarias de los factores en estudio y se multiplican por sus respectivas relaciones insumo-producto. La cantidad estimada, se señala en el eje de los ordenados y el resultado se indica sobre el eje de las abscisas donde se señalan los rendimientos obtenidos, dando lugar a la formación de un triángulo. Si se considera que en este trabajo se utilizan dos tasas de retorno al capital, las gráficas de respuesta deberán tener dos triángulos, uno para cada una de las tasas mencionadas. Enseguida se procede a prolongar la paralela de sus respectivos pendientes (hipotenuza del triángulo) y llevarlas hasta la parte superior de coincidencia con la curva de respuesta de tal manera que la tangente a dicha curva encuentre en esos puntos las dosis óptimas correspondientes a las tasas de retorno consideradas.

RESULTADOS Y DISCUSION.

De los 10 experimentos llevados a cabo, sólo fué posible cosechar 7. El experimento 6 realizado en el ejido de San José Guerrero del municipio de San Juan Atenco, Pue., se perdió por fuertes heladas registradas entre el 27 de mayo y el 2 de junio. Dichas heladas sólo afectaron parcialmente los experimentos conducidos en localidades cercanas. Los experimentos 8 y 10 realizados en San Salvador el Seco y Guadalupe Victoria, Pue. respectivamente, fueron cosechados por los agricultores dueños de esas parcelas, quienes no justificaron sus razones.

En el Cuadro 4 se reportan las densidades reales de población obtenidas para cada tratamiento de los experimentos conducidos. En general, las poblaciones obtenidas fueron inferiores a las que se planearon y especialmente para los tratamientos que incluían 50 y 60 mil plantas por hectárea que en ningún caso se lograron debido a la aplicación de menos semillas por golpe; sin embargo los bajos coeficientes de variación y la alta significancia de la prueba de F denotan la presencia real de diferencias en la población aún cuando los valores absolutos fueron inferiores a los planeados.

En el Cuadro 5 se presentan los rendimientos de maíz en grano obtenido en los experimentos cosechados y las gráficas de respuesta se muestran en las figuras 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. A juzgar por las diferencias medias significativas y los coeficientes de variación, puede observarse que solamente en 5 de los 7 experimentos se encontró respuesta significativa debido a los tratamientos aplicados. En el experimento 1 la -

Cuadro 4.- DENSIDADES DE POBLACION REALES DE MAIZ (10^3 p/ha) LOGRADOS EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE LOS EXPERIMENTOS TIPO N-P-D., CD. SERDAN, 1977.

N (Kg/ha)	P ₂ O ₅ (Kg/ha)	D. P. (10^3 p/ha)	Experimento No.:								
			1	2	3	4	5	7	9		
75	25	40	36219	38430	31321	39877	39189	45826	44602		
75	25	50	38678	45867	34386	47944	44685	48416	46514		
75	50	40	35423	38777	32218	39379	39202	45886	41127		
75	50	50	38180	47549	38268	47218	48412	48314	49313		
110	25	40	33875	39411	33392	40068	39215	40522	38874		
110	25	50	39018	46220	32862	46859	47923	41673	47467		
110	50	40	36051	40441	38649	38888	39705	41418	41459		
110	50	50	39895	43137	28515	48692	46568	47557	48333		
40	25	40	35139	39705	32843	40196	39705	42828	42730		
145	50	50	36239	47303	40599	48116	46323	48243	47112		
75	0	40	37019	39950	30717	39387	38712	41363	44732		
110	75	50	38123	43627	36180	47549	47549	42577	44136		
75	25	30	28701	31166	32502	29938	29555	37793	36514		
110	50	60	42680	52205	43348	56644	54411	47232	47425		

C.V. (%) 9.58 5.76 16.50 4.50 4.14 11.6 11.3
 Prob. F (%) 0.01** 0.01**0.68**0.01**0.01**0.36**0.07**
 D.M.S. 5% (10^3 p/ha) 4065 3490 7269 2267 2646 5913 5769

Cuadro 5.- EXPERIMENTOS DE GRANO DE MAIZ (Kg/ha. AL 14% DE HUMEDAD) EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS DE LOS EXPERIMENTOS TIPO N-P-D, CD. SERDAN, 1977

N (Kg/ha)	P ₂ O ₅ (Kg/ha)	D. P. (10 ³ p/ha)	Experimento No.								
			1	2	3	4	5	7	9		
75	25	40	3549	1444	1395	1980	1927	697	2269		
75	25	50	3631	1525	1029	1820	1721	717	2228		
75	50	40	3735	1360	1299	2039	1947	945	2217		
75	50	50	3315	1158	985	2296	1926	946	2360		
110	25	40	3609	1772	1366	2510	1767	806	2637		
110	25	50	3871	1638	1033	2208	1480	682	2804		
110	50	40	3890	1311	1211	1499	2205	1055	2561		
110	50	50	4343	1802	1130	2476	1810	1048	2856		
40	25	40	2930	1193	1300	1108	1198	782	1809		
145	50	50	4042	1338	995	2715	2464	764	2605		
75	0	40	3900	1767	1072	1656	1431	316	2240		
110	75	50	4007	1589	1486	2333	2293	879	2215		
75	25	30	3567	875	1219	2166	2294	719	2354		
110	50	60	3614	1527	874	2466	1658	763	2542		

C.V. 13.55 34.10 34.79 19.19 19.97 24.68 19.37
 Prob. F Trats (%) 0.35*32.98N.552.79N.50.01*0.08*0.01* 2.27*
 D.M.S. 5% (Kg/ha) 580 709 517 478 533 226 538

respuesta al nitrógeno fué de importancia, ya que con 25 Kg. de P_2O_5 y 35 mil plantas por hectárea (población promedio real para 40,000 plantas planeadas con los tratamientos N-25-40,000 de nitrógeno, fósforo y densidad de población por hectárea respectivamente), se obtuvo un incremento de 679 Kg. de maíz por la adición de 70 Kg. de nitrógeno. Al nivel de 50 Kg. de P_2O_5 y 38,000 plantas por hectárea (población promedio real en el tratamiento N-50-40,000, ver Cuadro 4), se obtuvo un incremento en el rendimiento cuando se cambió de 75 a 110 Kg. de nitrógeno y este fué del orden de 1028 Kg. de grano de maíz por ha., sin embargo, 35 Kg. de nitrógeno adicionales produjeron un decremento de cierta magnitud en el rendimiento. En relación a la respuesta del maíz a las aplicaciones de fósforo, no resultaron significativos al 5% y lo mismo ocurrió con la densidad de población.

En los experimentos 2 y 3, tal como se observa en el Cuadro 5, no tuvieron respuesta significativa al nitrógeno, ni al fósforo ni tampoco a la densidad de población. Al analizar las gráficas de respuesta 7 y 8 para los experimentos mencionados, es posible observar un incremento en la producción al aplicar 35 Kg. de nitrógeno pasando de 75 a 110 Kg., con 50 Kg. de P_2O_5 y 50 mil plantas por ha. sin embargo este incremento no representó significancia al 5%. Para el fósforo; se observa que con altos niveles de nitrógeno y densidad de población la respuesta es casi constante y que al nivel de 75 Kg. de nitrógeno y 40 mil plantas por ha. al añadir 25 Kg. de P_2O_5 , hay un decremento en la producción. Para el experimento 3, la Fig. 8 y el Cuadro 5 nos muestra que no hay respuesta significativa al nitrógeno, ni al fósforo, ni a la densidad de población.

Los rendimientos observados para el experimento-4 mostraron diferencias significativas a las adiciones de nitrógeno y fósforo. Para los tratamientos que incluyen 25 Kg. de P_2O_5 y 50 mil plantas por hectárea, - la respuesta observada al cambiar de 40 a 75 Kg. de nitrógeno, incrementó la producción en 809 Kg. de grano de maíz por ha., De igual modo, los resultados de fósforo también indican ser significativos al 5% cuando - para los niveles de 75 Kg. de nitrógeno y 50,000 plantas por ha. se añaden 25 Kg. de P_2O_5 logrando incrementar la producción en 476 Kg. de grano de maíz.

Para los tratamientos con 25 Kg. de P_2O_5 y - - - 40,000 plantas por ha. del experimento 5; se observó - significancia al 5% cuando se aumentó en 35 Kg. de nitrógeno, pasando del nivel de 40 al 75. El incremento en la producción fué del orden de 819 Kg. de grano de maíz por hectárea. Los tratamientos con fósforo, en -- ninguno de los casos mostraron significancia al 5%. La densidad de población reflejó claros abatimientos en - el rendimiento cuando para el tratamiento 110-50-0 con 40,000 plantas, se incrementó con 10,000 plantas y la producción se redujo en 395 Kg.

Los rendimientos obtenidos en el experimento 7 - en general son bajos y no se encontró respuesta significativa a la aplicación de nitrógeno ni al aumento en la densidad de población. En la Fig. 11 puede observarse incrementos no significativos para las adiciones de nitrógeno en los niveles 75 a 110, sin embargo al añadir 35 Kg. más de NO_3 cuando se pasa de los niveles -- 110 a 145, y de 40 a 50 mil plantas por hectárea, hay muestras claras de abatimientos en la producción. En lo que respecta al fósforo, se observa que con la aplicación de 50 Kg. de P_2O_5 para los niveles de 75 Kg. de

nitrógeno y 40,000 plantas por hectárea el incremento en la producción es superior a la media significativa del 5%.

En el experimento 9, se observa que la producción aumentó en 572 Kg. de grano de maíz, cuando se -- adicionó 35 Kg. de nitrógeno, al tratamiento que inclu ye 75 Kg. de nitrógeno, 25 Kg. de fósforo y 40,000 -- plantas por ha. respecto a la respuesta del fósforo, -- la Fig. 12 muestra que la producción de grano disminuyó considerablemente cuando se pasó del nivel 50 al 75 en presencia de 110 Kg. de nitrógeno y 50,000 plantas por ha. para la densidad de población, no hubo respues ta significativa.

Los resultados anteriores señalan que las res- + puestas más generales se debieron a las aplicaciones -- de nitrógeno, y que la respuesta al fósforo fué muy re ducida. Es posible considerar que la escasa respuesta al fósforo se debió a la existencia de altas concentra ciones de calcio en el suelo, (ver análisis de suelos, cuadros del 32 al 36) que bloquean su aprovechamiento. A reserva de acumular mayor información sobre éste ele mento, se vislumbra la posibilidad del uso práctico -- del análisis de suelos para su recomendación. En rela ción al contenido de materia orgánica en los suelos, -- éstos resultaron en muy bajas cantidades por lo cual -- es posible esperar una mayor producción de la observa da con las adiciones de nitrógeno.

Otro de los factores que afectaron la producción fué la escasa precipitación registrada en 1977 para és ta región; por tanto, se decidió comparar las condicio

nes que prevalecieron en 1977 con lo ocurrido en años anteriores. Para ello, se examinaron los datos de precipitación para 16 años (1961-1976) de la estación meteorológica de Cd. Serdán, Pue., para 10 años en la de San Salvador el Seco, Pue., (1967-1976) y también para 10 años en Guadalupe Victoria, Pue., (1967-1976). Cuadros 6 y 7.

En las figuras 3, 4, y 5 se aprecia con bastante claridad la relación entre la cantidad de lluvia mensual ocurrida durante 1977 y el promedio de varios años de las estaciones ya mencionadas. Puede observarse que tanto en la estación de Cd. Serdán como la de Guadalupe Victoria, la cantidad total de precipitación ocurrida en 1977, fué inferior al del promedio de varios años. En el caso de la estación de San Salvador el Seco, la precipitación registrada para 1977 es muy similar al promedio de los últimos años con excepción de los meses de julio y agosto que para este año disminuyó considerablemente.

Para el análisis económico de los tratamientos, en cada uno de los experimentos conducidos, se interpretaron los resultados que se muestran en los Cuadros del apéndice. Según el método de evaluación económico de Perrin et al, aquel que obtenga el mayor beneficio neto con una cantidad razonable en costos variables y mayor tasa de retorno al capital, será el que más se aproxime al tratamiento óptimo económico y sobre él se hace la interpretación en las gráficas de respuesta que se presentan en las figuras 6, 7, 8, 9, 10, y 11. En el Cuadro 8 se muestran los rendimientos ajustados y en el Cuadro 9 se presentan los costos de adquisición y manejo de insumos así como el precio del producto usados para el análisis económico. La metodología se -

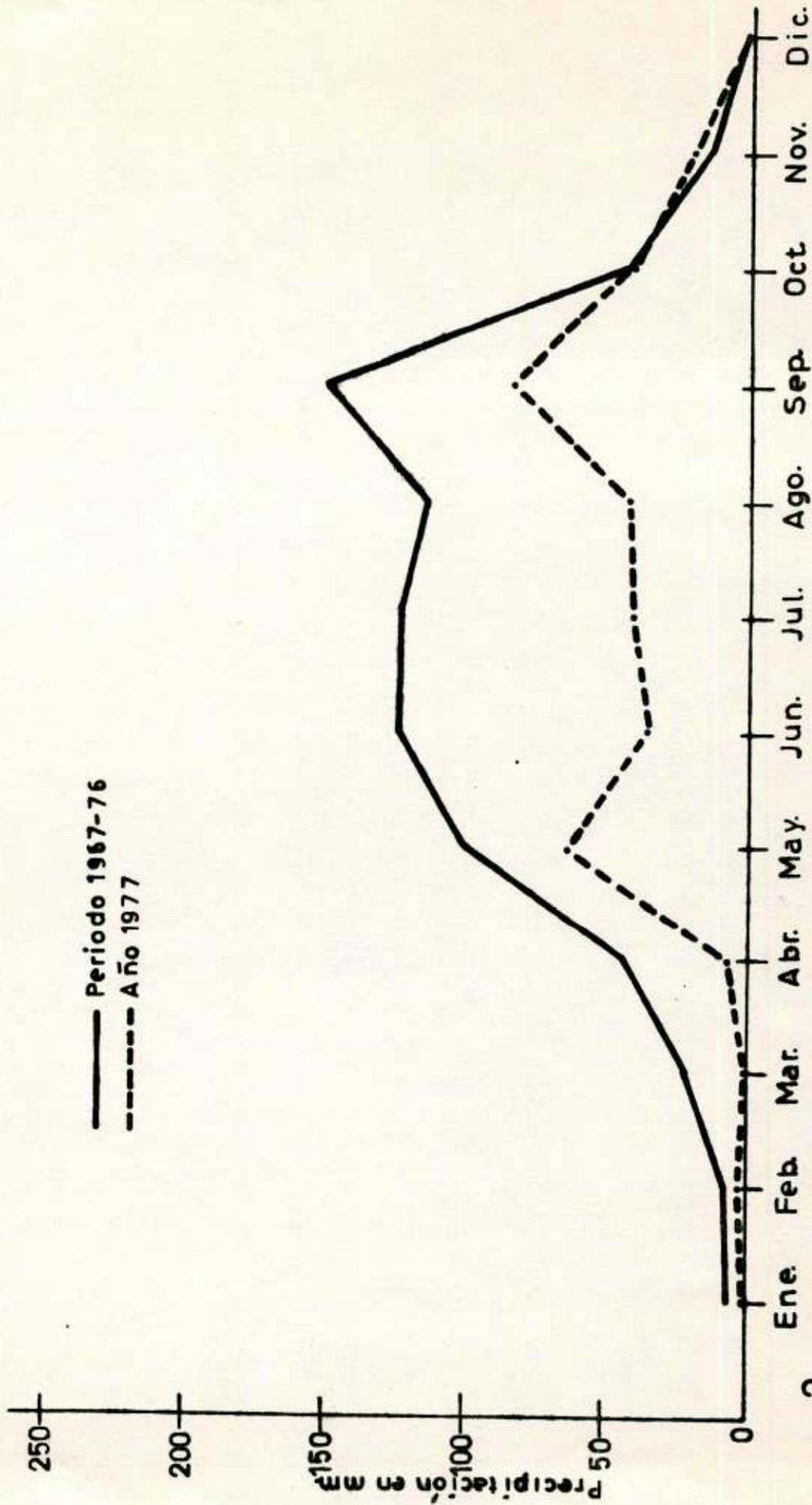


FIG. 3 . PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES REGISTRADAS EN CD. SERDAN, PUEBLA. EN EL PERIODO 1967-76 Y EL AÑO 1977.

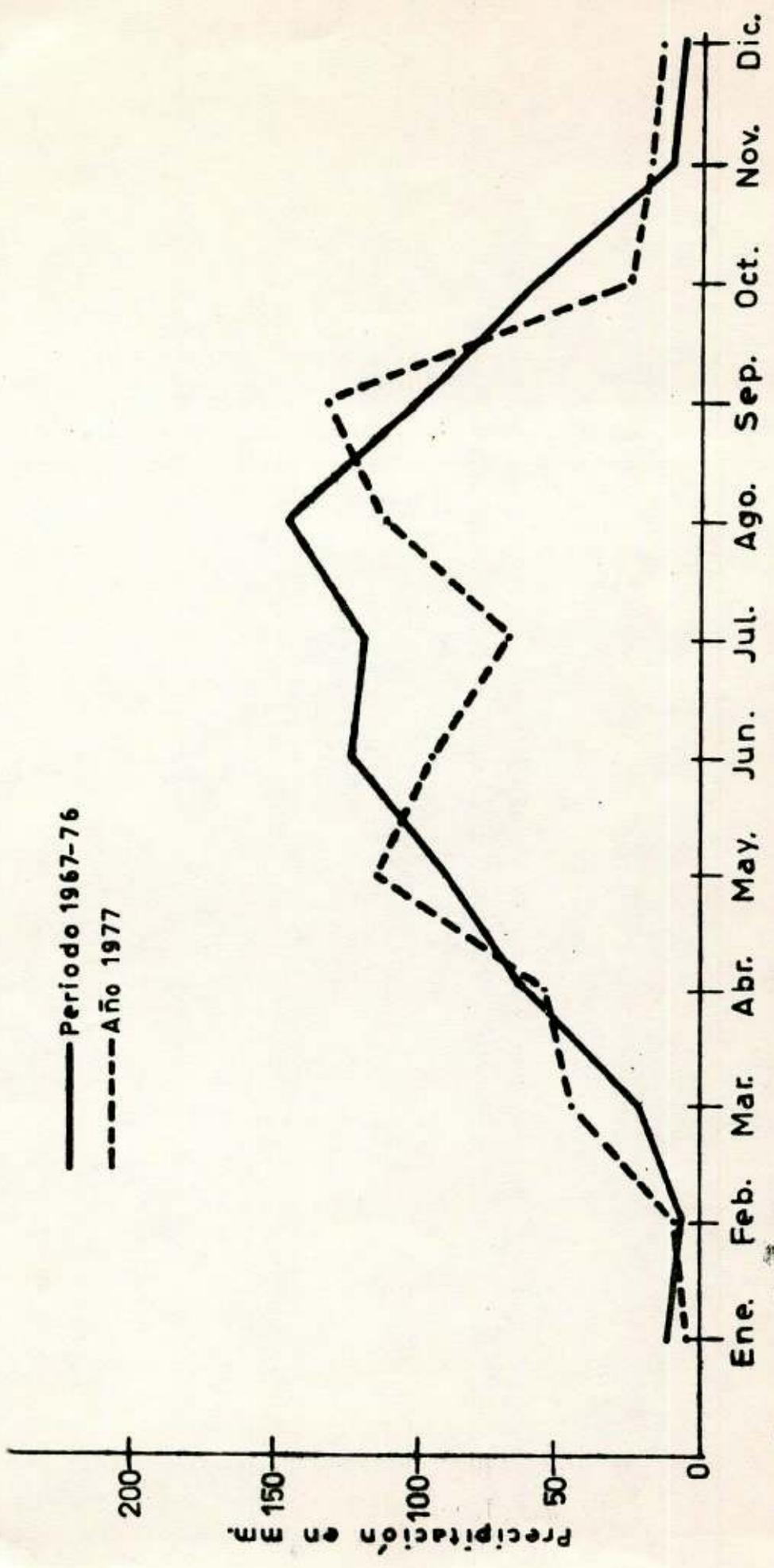


FIG. 4 . . PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES REGISTRADAS EN SAN SALVADOR EL SECO, PUEBLA.
 EN EL PERÍODO 1967-77 Y EL AÑO 1977.

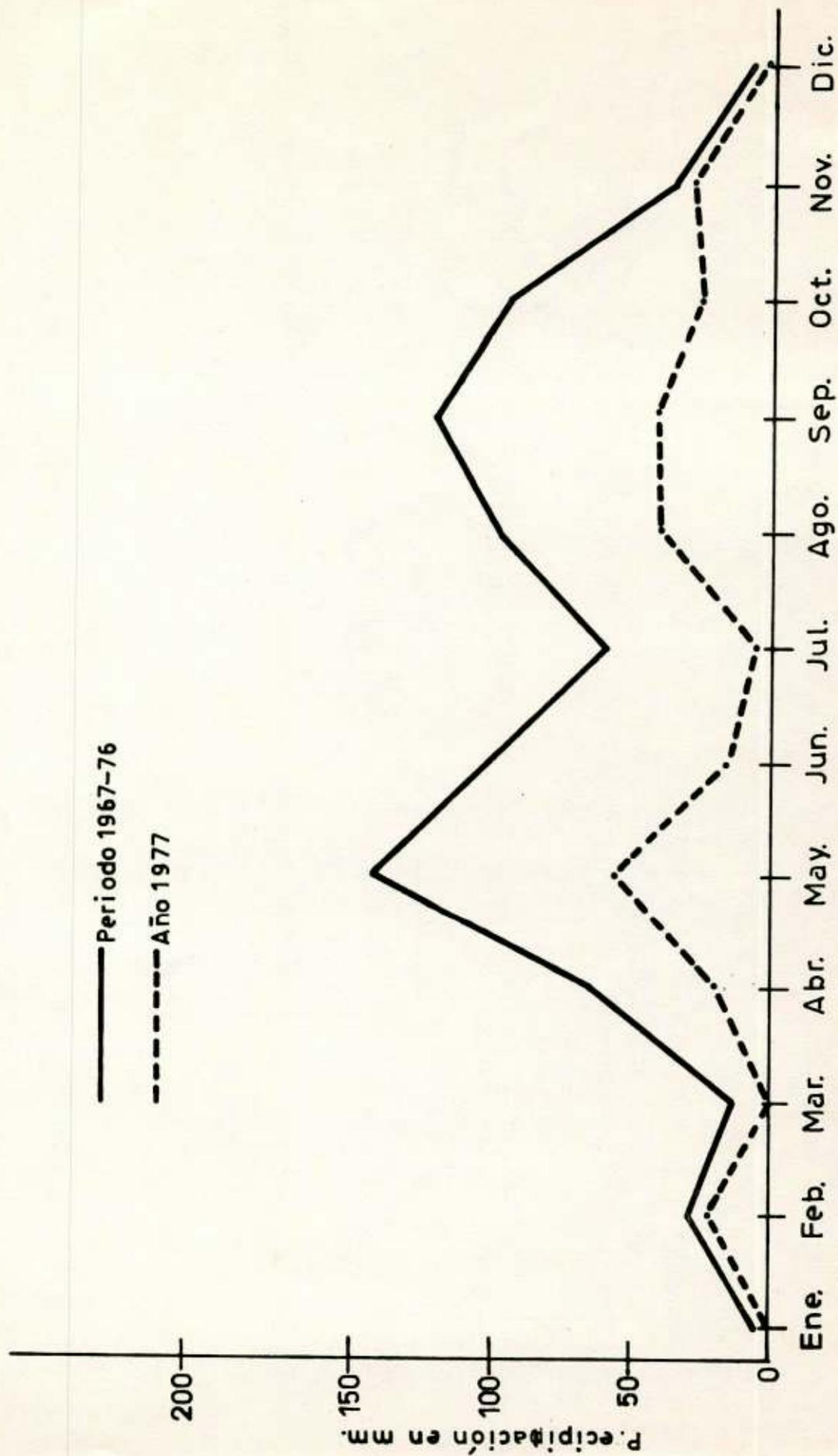


FIG. 5. PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES REGISTRADAS EN GUADALUPE VICTORIA, PUEBLA, EN EL PERÍODO DE 1967 1977, EN EL AÑO 1977

CUADRO 6.- PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES PARA LOS PERIODOS INDICADOS Y PARA 1976, EN CD. SERDAN, TIALCHICHUCA, ZACATEPEC, SAN SALVADOR EL SECO Y GUANAJUPE VICTORIA, PUE.

MES	CD. SERDAN		TIALCHICHUCA		ZACATEPEC		SN. SALVADOR EL SECO		GPE. VICTORIA PUE.		
	PERIODO	1976	PERIODO	1976	PERIODO	1976	PERIODO	1976	PERIODO	1976	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
ENE	1961-76	12.18	1961-76	9.37	1961-76	9.37	1967-76	10.5	1967-76	6	2
FEB	1961-76	8.68	1961-76	13.90	1961-76	9.75	1967-76	7.4	1967-76	9	16.0
MAR	1961-76	12.18	1961-75	12.0	1961-76	11.25	1966-76	20.6	1967-76	12	2.0
ABR	1961-76	55.06	1961-76	48.34	1961-76	30.71	1966-76	60.5	1967-76	44	148
MAY	1961-76	117.25	1961-76	118.87	1961-76	55.75	1966-76	89.68	1967-76	83	94
JUN	1961-76	126.0	1961-75	115.0	1961-76	83.37	1966-76	122.4	1967-76	80	76
JUL	1961-76	122.43	1961-76	107.81	1961-76	71.64	1966-76	118.3	1967-76	51	121
AGO	1961-76	107.5	1961-76	113.53	1961-76	61.43	1966-76	124.64	1967-76	58	62.0
SEP	1961-76	155.62	1961-76	122.85	1961-76	71.35	1966-75	98.8	1967-76	76	28
OCT	1961-76	68.18	1961-75	60.0	1961-76	31.31	1966-75	57.4	1967-76	38	64
NOV	1961-76	12.43	1961-75	220	1961-76	11.53	1966-75	9.2	1967-76	6	0
DIC	1961-76	13.12	1961-75	7.0	1961-76	7.5	1966-75	4.0	1967-76	4	3
TOTAL	810.63	mm	750.67	mm	455.27	mm	713.6	mm	480.1	mm	

N. D. = DATO NO DISPONIBLE.

CUADRO 7 .- TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES EN CIUDAD SERDAN, TLALCHICHUCA, Y ZACATEPEC, PUE., PARA EL PERIODO 1961 - 1975.

MES	CIUDAD SERDAN		TLALCHICHUCA		ZACATEPEC	
	Temp. °C	Precip. mm	Temp. °C	Precip. mm	Temp. °C	Precip. mm
ENERO	10.5	13	11.2	10	11.9	10
FEBRERO	12.5	8	12.6	12	13.0	10
MARZO	15.0	13	14.0	12	14.4	12
ABRIL	15.2	53	15.0	45	15.6	27
MAYO	14.7	118	14.8	120	16.4	51
JUNIO	14.2	123	14.4	115	16.8	83
JULIO	14.1	118	14.0	100	16.3	71
AGOSTO	14.0	108	14.2	115	15.8	62
SEPTIEMBRE	13.3	158	13.5	125	16.3	72
OCTUBRE	12.7	69	13.0	60	15.8	31
NOVIEMBRE	11.1	13	12.7	22	13.7	12
DICIEMBRE	10.4	14	11.8	7	12.5	8
TOTAL		808 mm		741 mm		449 mm

... para realizar el análisis económico de los tratamientos de los experimentos tipo N-P-D en Cd. Serdan, Pue. 1977.

N (Kg./Ha.)	P ₂₀₅ (Kg./Ha.)	D.P (10 ³ p/Ha.)	E X P E R I M E N T O						
			1	2	3	4	5	7	9
75	25	40	2839	1155	1116	1584	1541	577	1815
75	25	50	2904	1220	823	1456	1376	573	1782
75	50	40	2988	1088	1039	1631	1557	756	1773
75	50	50	2652	926	788	1836	1540	757	1888
110	25	40	2887	1417	1093	2008	1413	645	2196
110	25	50	3097	1310	826	1766	1184	545	2243
110	50	40	3112	1048	969	1999	1764	844	2049
110	50	50	3474	1441	904	1981	1448	838	2285
40	25	40	2344	954	1040	886	958	625	1447
145	50	50	3237	1074	796	2172	1971	611	2084
75	0	40	3120	1414	858	1325	1145	253	1792
110	75	50	3206	1271	1189	1866	1834	705	1772
75	25	30	2854	700	975	1733	1835	575	1883
110	50	60	2891	1222	699	1973	1326	610	2034
C.V.			13.55	34.10	34.79	19.19	19.97	24.68	19.37
Prob. F. Trats. (%)			0.35	32.98	52.79	0.01	0.08	0.01	2.27
D.M.S. 5%			464	567	414	382	426	181	430

Cuadro 9.- Costos de adquisición y manejo de los insumos y precio del producto que se utilizaron para realizar el análisis económico de los experimentos tipo N-P-D para maíz en el programa Plan Los Llanos de Cd. Serdán, Pue. - 1977.

Costo de 1 Kg. de Nitrógeno (sulfato de amonio)	
Adquisición	6.51
Transporte	0.49
Aplicación	0.55
Intereses de \$ 7.55 al 1.5% por mes en 9 meses	1.01
Seguro Agrícola (25% de Inversión)	2.04
	<u>10.70</u>
Valor 1 Kg. de Maíz	
Valor Comercial	2.95
Costo Pieza	0.11
Costo Acarreo	0.08
Costo Desgrane	0.12
	<u>0.31</u>
	\$ 2.64
Se requiere un incremento mínimo de rendimiento de 10.70/2.64=4.05 Kg. de Nitrógeno aplicado para ser costable a su aplicación.	
Costo del nitrógeno	4.05
Costo de un Kg. de P ₂ O ₅ (Super Fosfato simple)	
Adquisición	6.39
Transporte	0.49
	<u>6.88</u>
Aplicación	0.55
	<u>7.43</u>

Intereses de \$ 7.43 al 1.5% por mes	
en 9 meses	- - - - - \$ 1.01
Seguro Agrícola (25% de Inversión)	\$ 2.04
	<u>\$ 10.53</u>

Se requiere un incremento mínimo de rendimiento de --
 $10.53/2.64=3.98$ Kg. de maíz por Kg. de P_2O_5 aplicado --
 para que sea costeable su aplicación.

Costo del P_2O_5 - - - - - \$ 3.98

Costo de 1000 plantas de Maíz criollo local

Valor de 1 Kg. de semilla (3000 semillas)	- - \$ 6.00
Valor de 1000 semillas	- - - - - \$ 2.00
Ajuste por viabilidad (85%)	- - - - - \$ 0.11
Ajuste por fallas de germinación	- - - - - \$ 0.50
	<u>\$ 2.60</u>
Intereses de \$ 2.60 al 1.5% por mes	\$ 0.35
Seguro Agrícola (25% de Inversión)	- \$ 0.70
	<u>\$ 3.69</u>

Se requiere un incremento mínimo por rendimiento de --
 $3.69/2.64=1,397$ Kg. de maíz por hectárea para cada ---
 1000 plantas por hectárea, para hacer costeable su --
 aplicación.

Costo de la semilla - - - - - \$1,397.00 por cada
 mil plantas.

Relación insumo-producto para una tasa de retorno al --
 capital del 25%.

Costo del nitrógeno = C_n	= \$ 4.05 x 1.25 = \$ 5.07
Costo del P_2O_5 = C_p	= \$ 3.98 x 1.25 = \$ 4.98
Costo de mil plantas de maíz = C_{dp}	= 1,397 x 1.25 = \$1.75
Valor del maíz = C_{ym}	= \$ 2.60
C_n/C_{ym}	= 5.07/2.60 = \$ 1.95

$$\begin{aligned}C_p/C_{ym} &= 4.98/2.60 = \$ 1.91 \\C_{dp}/C_{ym} &= 1.75/2.60 = \$ 0.67\end{aligned}$$

Relación insumo producto para una tasa de retorno al capital del 100%.

$$\begin{aligned}\text{Costo del Nitrógeno} &= C_n = \$ 4.05 \times 2.0 = \$ 8.10 \\ \text{Costo del } P_2O_5 &= C_p = \$ 3.98 \times 2.0 = \$ 7.96 \\ \text{Costo de mil plantas} &= C_{dp} = \$ 1.397 \times 2.0 = \$ 2.80 \\ \text{Valor del maíz} &= C_{ym} = \$ 2.60\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C_n/C_{ym} &= 8.10/2.60 = \$ 3.11 \\ C_p/C_{ym} &= 7.96/2.60 = \$ 3.06 \\ C_{dp}/C_{ym} &= 2.80/2.60 = \$ 1.07\end{aligned}$$

se señala en el capítulo de Materiales y Métodos.

Para el experimento 1, el Cuadro 13 expresa que los tratamientos que incluyen 110 Kg. de nitrógeno, 50 Kg. de P_2O_5 y 50,000 plantas por ha. y el que incluye 75 Kg. de nitrógeno, 0 Kg. de P_2O_5 y 40,000 plantas -- por hectárea no presentan diferencias en relación a -- sus beneficios netos, sin embargo; la suma de sus costos variables difieren en \$ 615.00 con una tasa de retorno al capital de \$ 3,118.00 para el tratamiento con 75 Kg. de nitrógeno y de \$ 3.00 para el que incluye -- 110 Kg. de nitrógeno; en consecuencia el tratamiento -- con 75 Kg. de nitrógeno, 0 Kg. de P_2O_5 y 40,000 plantas por hectárea al ser el que presenta para igual beneficio neto, menor suma en costos variables y mayor -- tasa de retorno al capital, por lo tanto, es el que -- más se aproxime al óptimo económico.

Para el experimento 2 los datos del Cuadro 16 indican que el tratamiento óptimo económico fué el que -- presenta 75 Kg. de nitrógeno, 0 Kg. de P_2O_5 y 40,000 -- plantas por ha. ya que obtuvo un alto beneficio neto -- comparado con el otro tratamiento del Cuadro y con una suma de costos variables no significativa en comparacion al tratamiento señalado; cuando se presentan 1 ó 2 tratamientos, no es posible obtener con este método -- la tasa marginal de retorno al capital. Por la dificultad de obtener los incrementos marginales en costos variables y beneficios netos. El tratamiento que resultó como óptimo económico posible fué el que incluye 75 Kg de nitrógeno, 0 Kg. de fósforo y 40,000 plantas por -- hectárea.

Los resultados del análisis económico observados en el experimento 3 demuestran que el tratamiento con-

40 Kg. de nitrógeno, 25 Kg. de fósforo y 40,000 plantas por hectárea tuvieron los menores costos variables y por estar situados en la parte superior de la lista en el análisis de dominancia no es posible establecer comparaciones con otros tratamientos. Por lo tanto este tratamiento, se define como el óptimo económico posible.

En el Cuadro 22 se observan los datos de los tratamientos del experimento 4 con los cuales se eligirá el que se supone óptimo económico. Puede observarse que existen dos tratamientos con altas tasas de retorno; el primero que incluye 110 Kg. de N, 25 Kg. de P_2O_5 y 40,000 plantas por ha., dispone de \$ 866.00 en retorno al capital, el otro; con 75 Kg. de nitrógeno, 25 Kg. fósforo y 40,000 plantas por ha. cuya tasa fue de \$1,560.00. La diferencia entre ambos es de \$494.00. Si se considera que la relación entre los costos variables es del orden de \$ 417.00 y la diferencia de sus beneficios netos es de \$ 1,396.00 para este caso podemos elegir al primer tratamiento que incluye \$4,155.00 de beneficio neto contra el segundo señalado cuyo beneficio fue de \$ 2,769.00 por tanto el tratamiento óptimo posible será: 110 Kg. de nitrógeno, 25 Kg. de fósforo y 40 mil plantas por ha.

El experimento 5 observado en el Cuadro 25, muestra que el tratamiento con 75 Kg. de nitrógeno, 25 Kg. de fósforo y 30,000 plantas por hectárea, dispone de una mayor tasa de retorno al capital, mayor beneficio neto y la diferencia de sus costos variables con el que se encuentra inmediatamente abajo en la lista correspondiente al tratamiento en comparación no es significativo, lo cual le permite ser el óptimo a considerar. Para el experimento 7, el único elegido por

el análisis de dominancia y por tanto seleccionado como óptimo posible fué el tratamiento con 40 Kg. de nitrógeno, 25 Kg. de fósforo y 40,000 plantas por ha., - ver Cuadro 27 . Y para el experimento 9, el tratamiento que tuvo mayor tasa de retorno al capital, una cantidad aceptable en costos variables y cuyo beneficio - neto presentó una diferencia menor de \$ 100.00 con relación al tratamiento que obtuvo el máximo, fué el de 110 Kg. de nitrógeno, 25 Kg. de fósforo y 40 mil plantas por ha., se consideró como el mejor tratamiento -- desde el punto de vista económico.

Una vez seleccionados los tratamientos que se suponen óptimos económicos posibles obtenidos con el método de evaluación económica de Perrin et al, se procedió a buscar el tratamiento óptimo definitivo usando - el método gráfico. La metodología se expresa en el capítulo de Materiales y Métodos.

A continuación se señalan los tratamientos que - se analizaron gráficamente:

Exp. No.	N (Kg./ha.)	P ₂ O ₅ (Kg./ha.)	Densidad de Población (miles de plantas/ha.)
1	75	0	40
2	75	0	40
3	40	25	40
4	110	25	40
5	75	25	30
7	40	25	40
9	110	25	40

En la Fig. 4 del apéndice, se muestran las curvas del experimento 1 con el cual se ilustra el procedimiento del método gráfico. Se trazan las dos curvas que muestran la respuesta al nitrógeno para 25 y 50 Kg

de P_2O_5 con 40 y 50,000 plantas por ha. Para el caso de este experimento, la fig. mencionada presenta una población de 35 y 38 mil plantas por ha. que resulta ser el promedio real de la población obtenida para cada uno de los tratamientos señalados. De igual manera, se trazan las respuestas a fósforo para 75 y 110 Kg. de nitrógeno con 40 y 50 mil plantas por ha. (en la figura también se presenta la población promedio real) y para la densidad de población, se grafica la respuesta del maíz a los tratamientos que incluyen 75 Kg. de nitrógeno con 25 Kg. de fósforo y 110 Kg. de nitrógeno con 50 Kg. de fósforo por ha. para 30, 40 y 50 mil plantas.

Como el tratamiento óptimo que resultó del análisis de evaluación económica fué; 75 - 25 - 40 mil plantas, fósforo y densidad de población respectivamente, se determinó el nivel óptimo definitivo mediante una interpretación gráfica en la curva de respuesta N-25-40,000 para el caso del nitrógeno, y la estimación para el nivel óptimo de P_2O_5 fué mediante una interpretación gráfica en la curva de respuesta N-25-40,000 para el caso del nitrógeno, y la estimación para el nivel óptimo de P_2O_5 fué mediante la interpretación en la curva 75-P-40,000. Para la densidad de población, se utilizó la curva que incluye el tratamiento 75-25-DP.

Al prolongar la paralela de la pendiente del triángulo que representa a una tasa de retorno al 25% la tangente a la curva coincidió en el punto que señala 68 Kg. de nitrógeno y para el caso del fósforo fué en el punto que incluye a 43 Kg. En lo que respecta a la densidad de población, no se utilizaron sus curvas de respuesta ya que las poblaciones obtenidas fueron -

de P_2O_5 . La población promedio para ambas tasas de retorno al capital, fué de 32 mil plantas por hectárea. Las dosis óptimas que resultaron son: al 25%, 40-16-32,000 de nitrógeno, fósforo y densidad de población respectivamente y para el 100%, 40 Kg. de nitrógeno, 10 Kg. de P_2O_5 y 32 mil plantas por ha.

Para el experimento 4, en la figura 7 se presentan las curvas de respuesta de cada uno de los factores en estudio; en ella, puede observarse que las tangentes a las curvas de respuesta al nitrógeno coinciden con los puntos 130 y 110 para tasas de retorno al capital del 25 y 100% respectivamente. En el caso del fósforo, el punto de coincidencia fué 40 y 33 para las mismas tasas mencionadas y la población fué de 40,000 plantas por ha. Puede señalarse entonces que la dosis óptima económica al 25% es: 130 Kg. de nitrógeno, 40 Kg. de fósforo y 40,000 plantas por ha. Para el 100%, incluye 110 Kg. de N, 33 Kg. de P_2O_5 y 40 mil plantas por ha.

En la Figura 8 del experimento 5, se trabajó sobre las curvas que se presentan como N-25-40 para nitrógeno y 75-P-40 para fósforo. El punto de coincidencia de las tangentes a las curvas expresan que las dosis óptimas económicas para 25 y 100% de retorno al capital son: 68-28-40,000 y 60-22-40,000 respectivamente y ambas dosis expresan en el mismo orden a: nitrógeno, fósforo y densidad de población.

Atendiendo los mismos razonamientos expresados en el análisis de los experimentos anteriores, las tangentes a las curvas de respuesta presentes en la Fig. 9 para el experimento 7, señalan que las dosis óptimas económicas son: Al 25%, 40 Kg. de N, 50 Kg. de P_2O_5 y

muy inferiores a las planeadas y en ninguno de los casos se obtuvo significancia al 5% por tanto sólo se señalan sus promedios como población óptima; que para este caso, fué de 38,000 plantas por hectárea.

Para el caso de la tasa de retorno al capital del 100%, las tangentes a las curvas de nitrógeno y fósforo coincidieron en los puntos 57 y 25 respectivamente y con una densidad de población promedio de 38,000 plantas lo cual implica que la dosis óptima económica incluye 57 Kg. de nitrógeno, 25 Kg. de fósforo y 38 mil plantas por hectárea.

Para el experimento 2, el tratamiento elegido fué el que incluye 75 Kg. de nitrógeno, 0 Kg. de fósforo y 40 mil plantas por ha. En consecuencia, las curvas de respuesta que se analizaron fueron: N-25-40,000 para nitrógeno, 75-P-40,000 para fósforo y 75-25-DP, para la densidad de población. Las dosis óptimas económicas que resultaron después de haber prolongado las paralelas de las pendientes en los triángulos y llevarlas hasta el punto de coincidencia con las curvas de respuesta, fueron: para una tasa de retorno al capital de 25%, 75 Kg. de nitrógeno, 0 Kg. de P_2O_5 y 40,000 plantas por hectárea. Para la tasa de retorno del 100%, fué el mismo tratamiento.

La Figura 6 del experimento 4, muestra que las tangentes a la curva de respuesta N-25-40 para el caso del nitrógeno, coinciden en el nivel que representa a 40 Kg. de nitrógeno, para el caso del fósforo, en la curva 75-P-40 se indica que para una tasa de retorno al capital del 25% la tangente coincide con el punto que representa a 16 Kg. de P_2O_5 y para la tasa de retorno al 100%, se señala el nivel que incluye 10 Kg. -

MS-1772

47 mil plantas por ha. Al 100%, 23 Kg. de nitrógeno, - 25 Kg. de fósforo y 47 mil plantas por ha. De igual modo, para el experimento 9, las dosis óptimas económicas obtenidas gráficamente incluyen para una tasa de retorno al capital del 25%, 115 Kg. de nitrógeno, 10 Kg. de fósforo y 40,000 plantas por hectárea; para la tasa de retorno al capital del 100%, fué la que presenta 88 Kg. de N, 06 Kg. de P_2O_5 y 40 mil plantas por ha.

En el Cuadro 10 , se presentan los resultados obtenidos para las tasas de retorno consideradas. Puede observarse que no existen grandes diferencias entre ambas tasas y que para todos los casos, las cantidades que se presentan en la tasa de retorno al 100% son menores o iguales que las que se presentan para el 25%. - Estos resultados se discuten a continuación:

En 5 de los 7 experimentos conducidos en 1977 se observó que la dosis correspondiente a una tasa de retorno al capital del 25% incluyó una cantidad de nitrógeno que varió de 40 a 75 Kg. por ha. y en los dos restantes, la dosis fué del orden de 115 a 130 Kg. de nitrógeno. En lo que respecta al fósforo, 4 de los 7 experimentos incluyeron una cantidad que varió de 0 a 22 Kg. y los 3 restantes fueron del orden de 40 a 50 Kg. de P_2O_5 por ha.

Para la tasa de retorno al capital del 100%, 5 de los 7 experimentos presentan cantidades de nitrógeno que van de 23 a 75 Kg. y los 2 restantes, la dosis incluyó 88 y 110 Kg. de nitrógeno por ha. Para el fósforo en 6 experimentos las dosis fueron de 0 a 25 Kg. por ha. y sólo uno presenta 33 Kg. por ha.

FIG. 6. ESTIMACION GRAFICA DE LAS DOSIS OPTIMAS DE NITROGENO, FOSFORO Y DENSIDAD DE POBLACION PARA EL EXPERIMENTO 1 DE MAIZ. CD. SERDAN, PUEBLA. 1977.

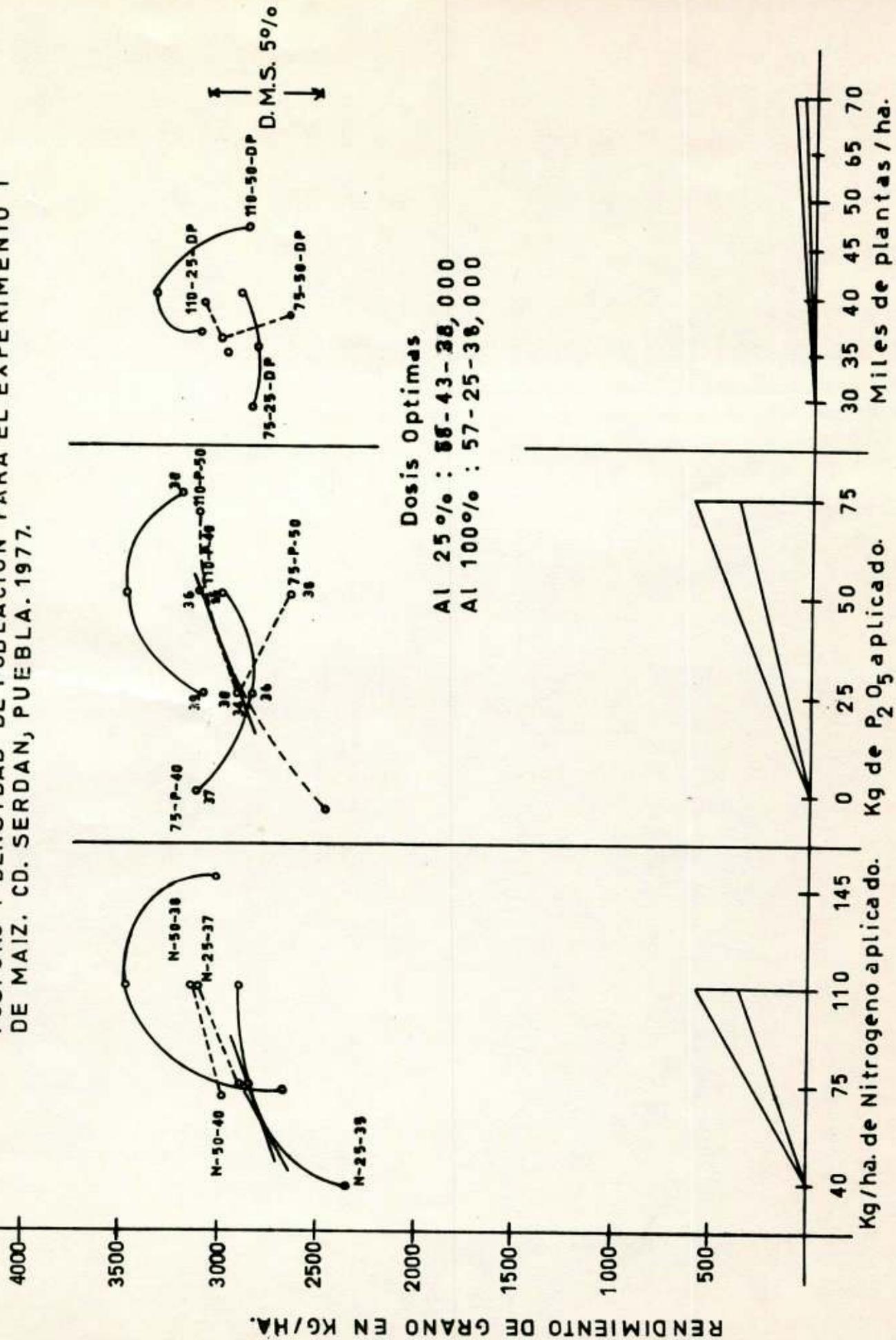


FIG. 7. ESTIMACION GRAFICA DE LAS DOSIS OPTIMAS DE NITROGENO, FOSFORO Y DENSIDAD DE POBLACION PARA EL EXPERIMENTO 2 DE MAIZ. CD. SERDAN, PUEBLA. 1977.

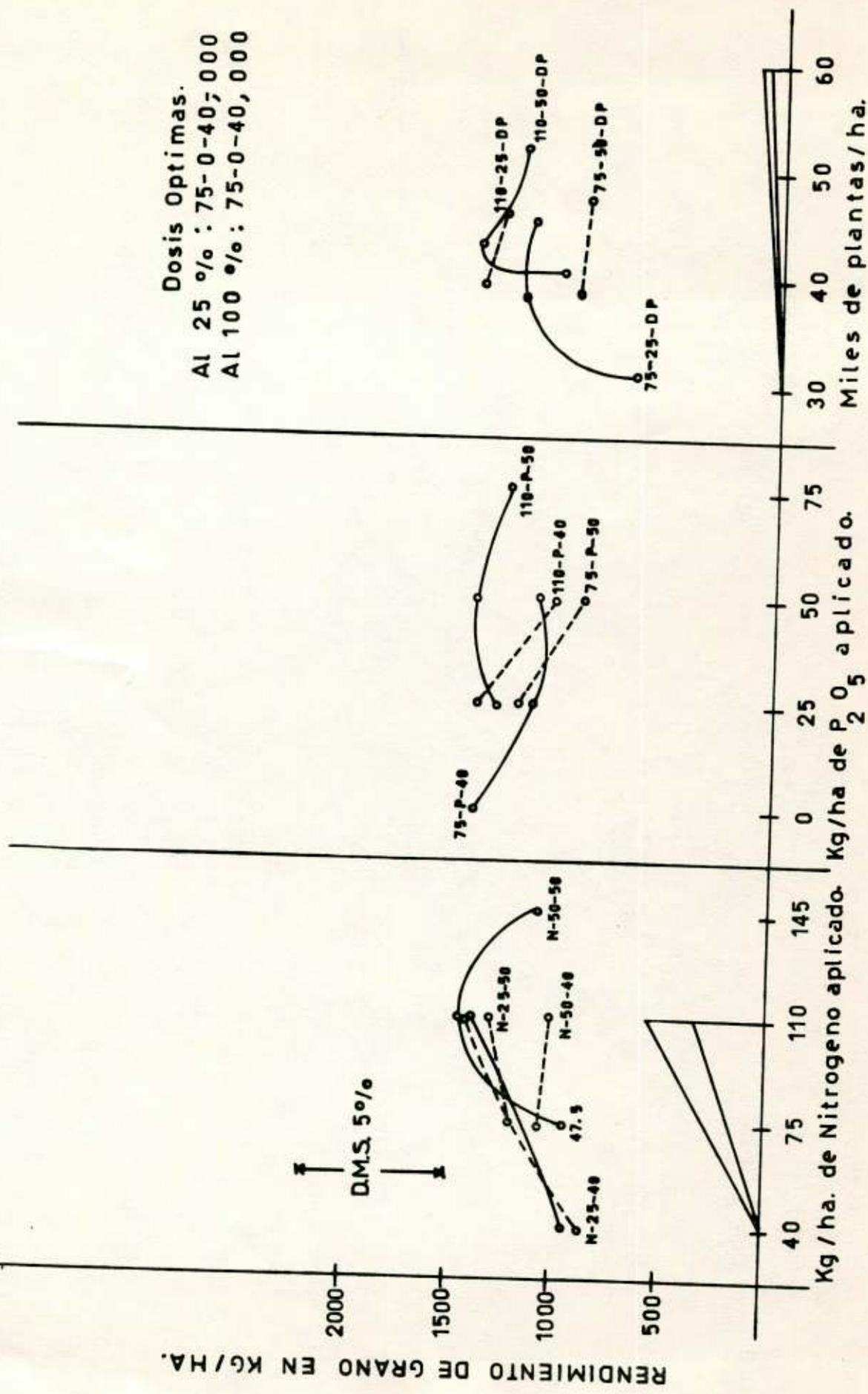


FIG. 9 ESTIMACION GRAFICA DE LAS DOSIS OPTIMAS DE NITROGENO, FOSFORO Y DENSIDAD DE POBLACION PARA EL EXPERIMENTO 4 DE MAIZ. CD. SERDAN, PUEBLA. 1977.

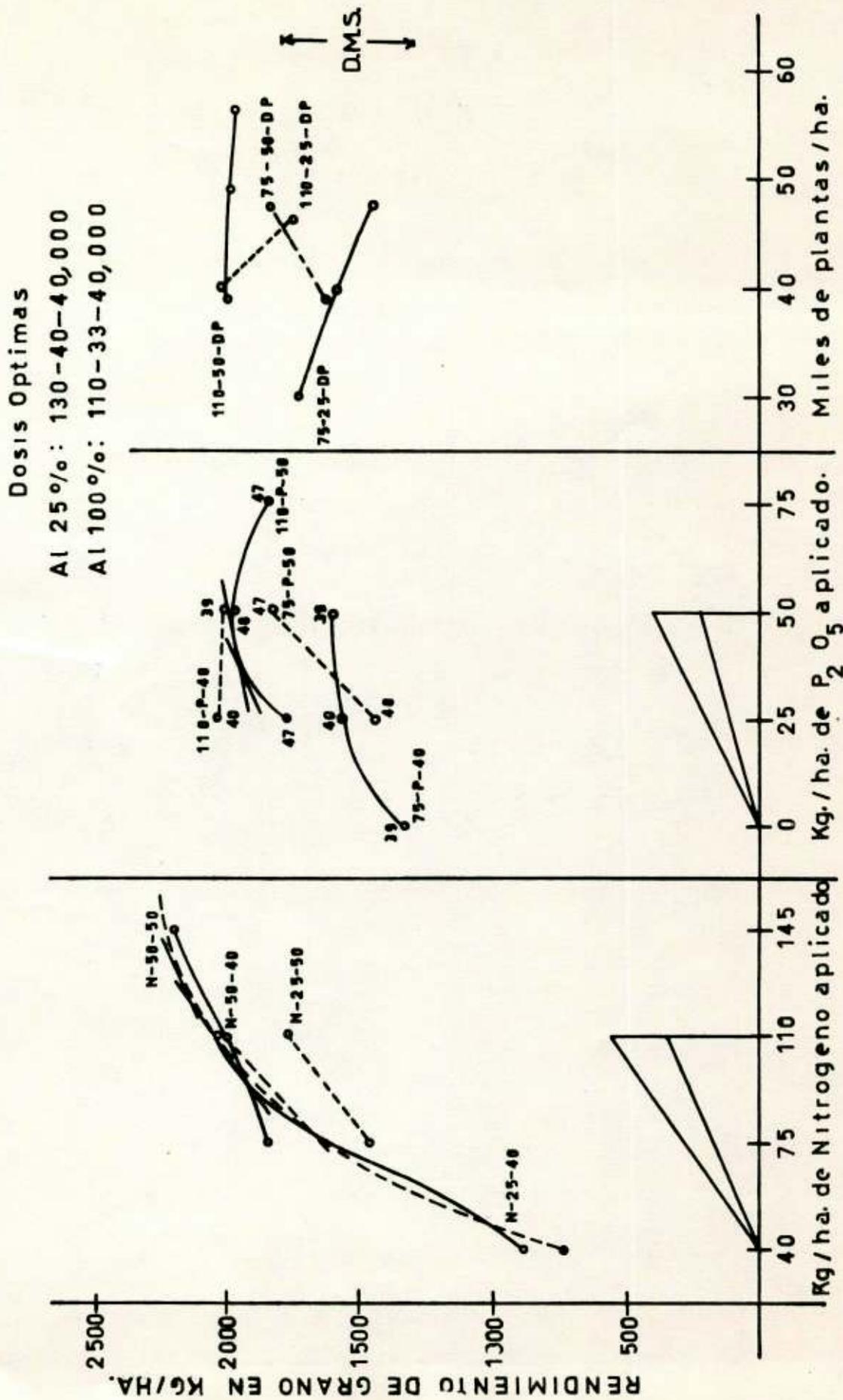


FIG.10. ESTIMACION GRAFICA DE LAS DOSIS OPTIMAS DE NITROGENO, FOSFORO Y DENSIDAD DE POBLACION PARA EL EXPERIMENTO 5 DE MAIZ. CD. SERDAN, PUEBLA. 1977.

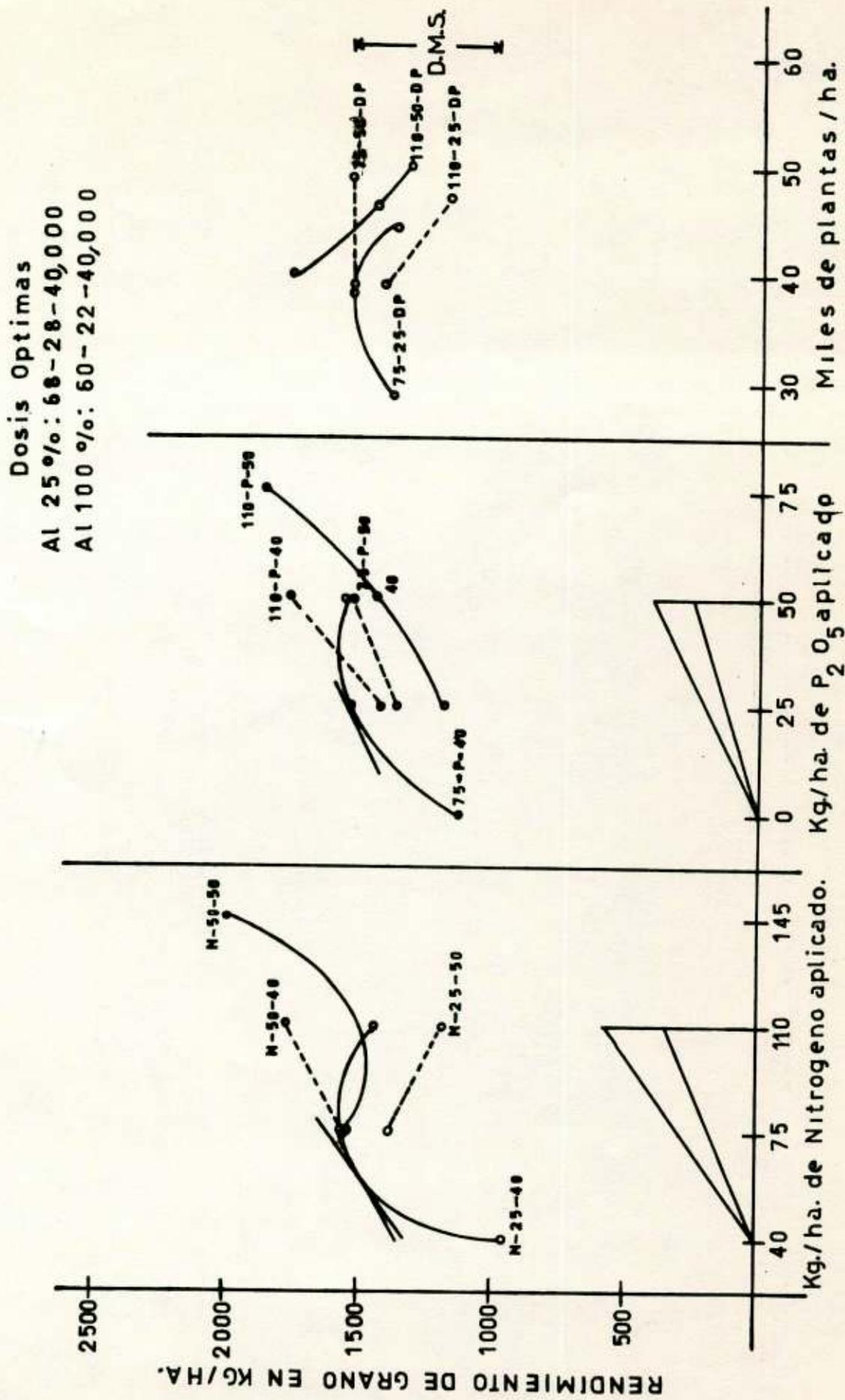


FIG. 11. ESTIMACION GRAFICA DE LAS DOSIS OPTIMAS DE NITROGENO, FOSFORO Y DENSIDAD DE POBLACION PARA EL EXPERIMENTO 7 DE MAIZ. CD. SERDAN, PUEBLA. 1977.

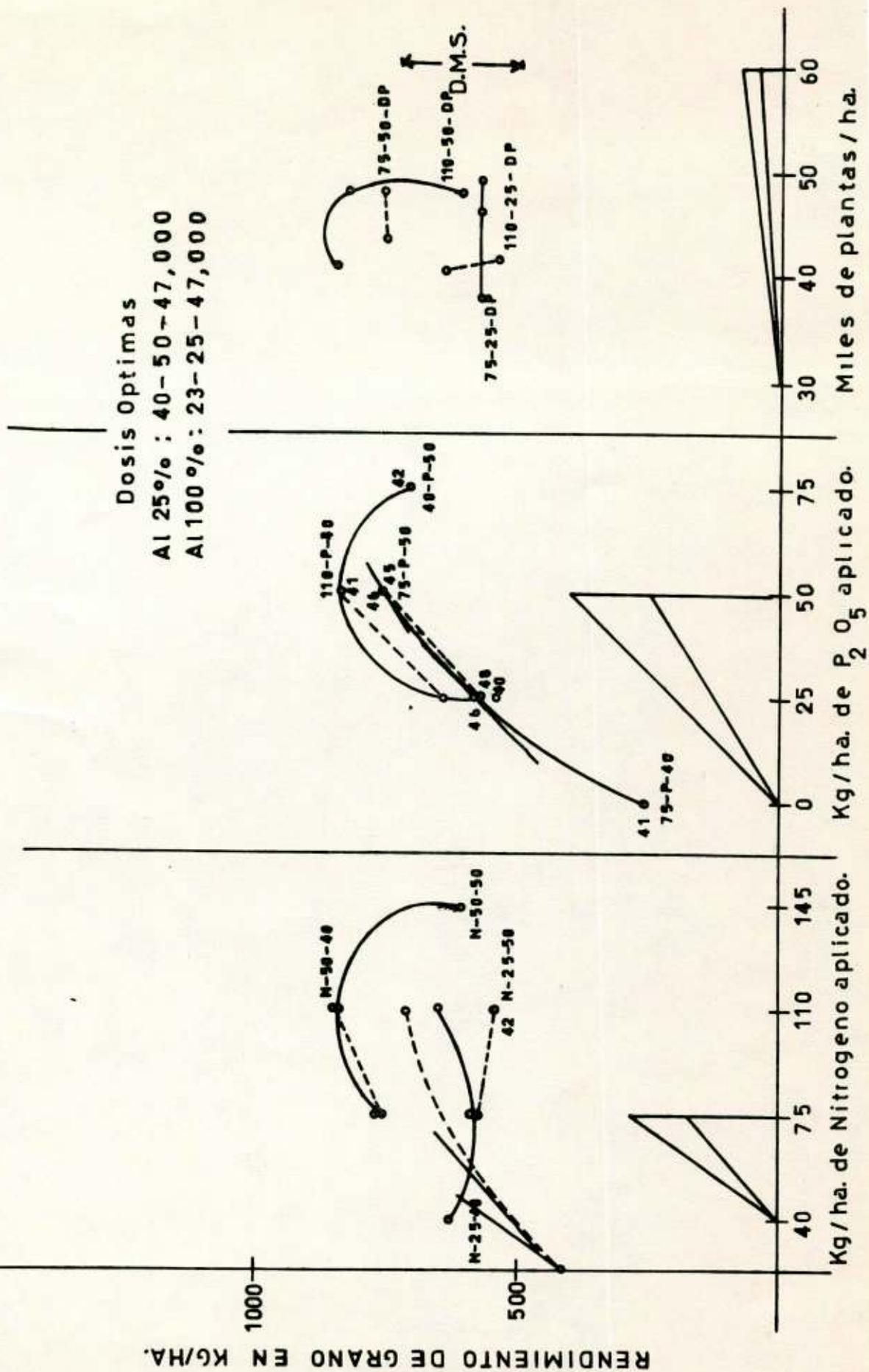
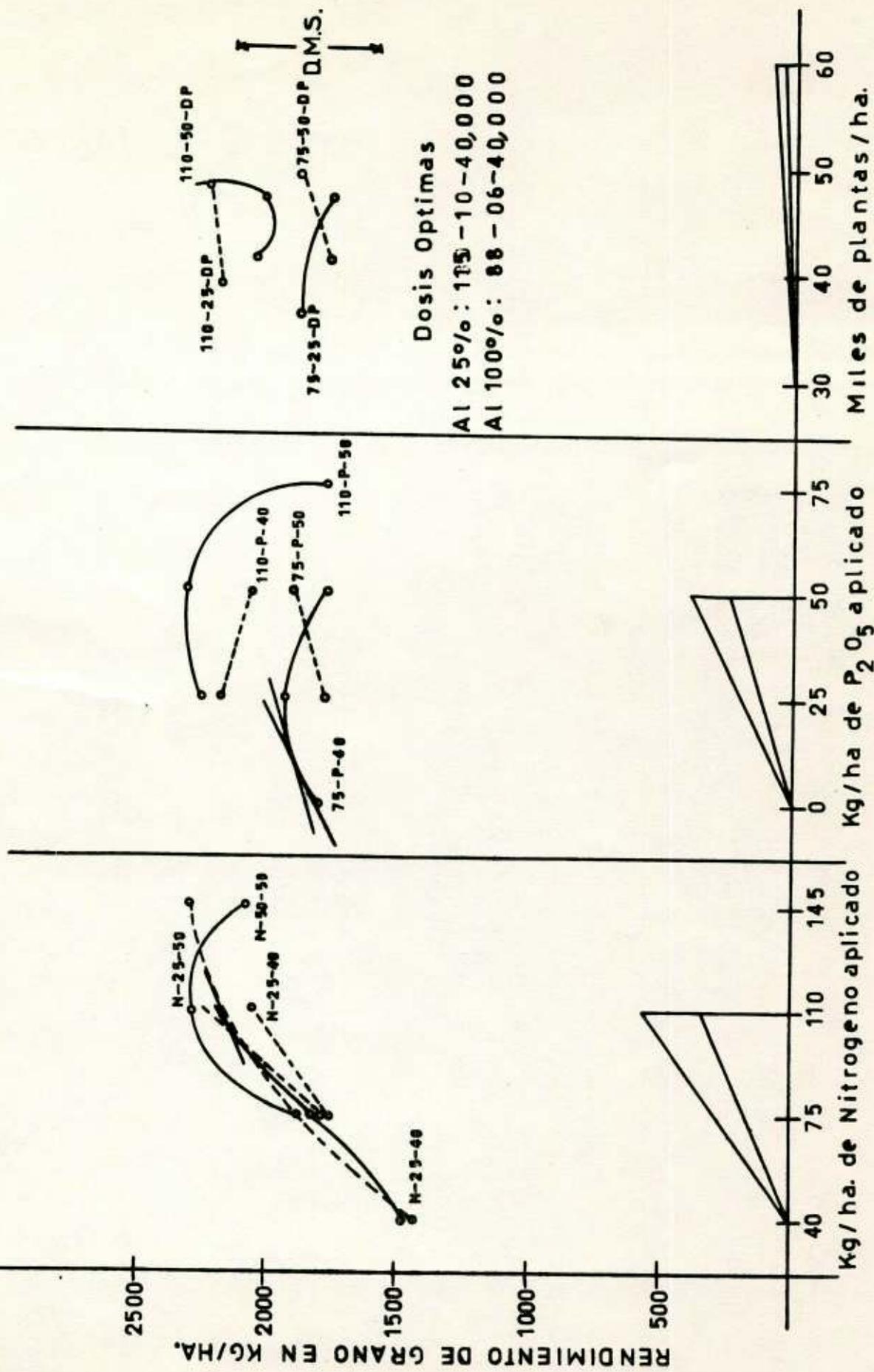


FIG. 12. ESTIMACION GRAFICA DE LAS DOSIS OPTIMAS DE NITROGENO, FOSFORO Y DENSIDAD DE POBLACION PARA EL EXPERIMENTO 9 DE MAIZ. CD. SERDAN, PUEBLA. 1977.



CUADRO 10.- Tratamientos óptimos económicos obtenidos usando el método gráfico en los experimentos tipo N-P-D para maíz conducidos en 1977 en la región del Plan los Llanos de Cd. Serdán, Pue.

No. del Exp.	Tasa de retorno al capital (25%)			Tasa de retorno al capital (100%)		
	N (Kg/ha)	P ₂ O ₅ (Kg/ha)	D. P. (miles plantas/ha)	N (Kg/ha)	P ₂ O ₅ (Kg/ha)	D. P. (miles plantas/ha)
1	68	43	38	57	25	38
2	75	0	40	75	0	40
3	40	16	32	40	10	32
4	130	40	50	110	33	40
5	68	28	40	60	22	40
7	40	50	47	23	25	47
9	115	0	40	88	06	40

CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos en éste -- trabajo y discutidos en páginas anteriores, se concluye lo siguiente:

1.- La precipitación pluvial registrada para -- 1977 en todas las estaciones meteorológicas de la re-- gión fué marcadamente inferior a su promedio normal, -- lo que abatió los rendimientos de los cultivos y la -- magnitud de las respuestas a la fertilización.

2.- Sin embargo a pesar de las limitaciones me-- teorológicas, el cultivo del maíz mostró respuesta sig-- nificativa al 5% en 5 de los 7 experimentos conducidos 4 de ellos respondieron a las aplicaciones de nitróge-- no y dos al fertilizante fosfatado.

3.- Aún bajo condiciones restrictivas de precipi-- tación, el experimento 4 ubicado en la comunidad Las -- Cuchillas del Municipio de Aljojuca, Pue. y que corres-- ponde al agrosistema III de precipitación favorable, -- respondió a las aplicaciones de 130 Kg. de nitrógeno, -- 40 Kg. de P_2O_5 y 40,000 plantas por ha.

4.- El experimento 9, ubicado en el agrosistema-- IV de precipitación limitativa respondió a las aplica-- ciones de 115 Kg. de nitrógeno, 0 Kg. de P_2O_5 y 40,000 plantas por ha.

5.- Se observó poca respuesta a los niveles de -- fósforo aplicadas por hectárea. Es posible que el fós-- foro aprovechable en el suelo haya sido bloqueado por-- las altas concentraciones de calcio presentes.

6.- Para la densidad de población, sólo se apreciaban respuestas a niveles de 40,000 plantas por hectárea y ninguna respuesta a niveles superiores.

RECOMENDACIONES.

Las recomendaciones generadas de los trabajos -- conducidos en 1977, son las siguientes:

1.- Tomar en consideración la presencia de años-atípicos en condiciones de clima y precipitación para los trabajos que se verifiquen en estudios posteriores a 1977.

2.- Continuar afinando los trabajos en el agro-- sistema III de precipitación favorable ya que habiendo se presentado un promedio de precipitación limitativa, el maíz presentó respuesta a niveles superiores en los factores de estudio.

3.- Considerando que el experimento 9 ubicado en un agrosistema de precipitación limitativa respondió a niveles altos de nitrógeno, fósforo y densidad de población, se requiere afinar el estudio sobre los factores que intervinieron en la localización de este agrosistema.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la región del Plan los Llanos en Cd. Serdán, Pue., durante el ciclo agrícola primavera-verano de 1977. Esta región se encuentra ubicada en la parte central del Estado de Puebla y comprende una superficie de 146,000 has., de las cuales 80,000 son atendidas por el Programa de Desarrollo Agrícola Regional Plan los Llanos. Incluye 10 municipios con 103 comunidades.

Las actividades económicas predominantes en esta región son esencialmente agrícolas. Las prácticas de producción de sus agricultores se realizan bajo condiciones de temporal y la producción se destina principalmente para el autoconsumo. La precipitación promedio registrada por 3 estaciones meteorológicas en la zona de estudio, la dividen en: (a); Región localizada en la parte norte y noroeste del área con precipitación entre 400 y 600 mm. anuales y corresponde al 54% de su superficie total. (b) Región situada en la parte sur del área con precipitación de 600 a 800 mm. anuales y ocupa el 46% de la superficie total de la misma.

Los suelos varían de café claro a café oscuro, son profundos y ligeros, su textura va de arenosa a migajosa arenosa con reacción alcalina a neutra, pobres en contenido de materia orgánica y de pobres a medianamente ricos en fósforo, son ricos en contenido de calcio y potasio.

El objetivo de esta investigación es afinar las prácticas de producción para esta región y determinar las dosis óptimas económicas para el nitrógeno, fósforo y la densidad de población para el ciclo primavera-verano de 1977.

Se trabajó con 10 experimentos ubicados en diferentes localidades de la región.

El diseño experimental que se utilizó fué la matriz Plan Puebla I la cual permite llevar a cabo experimentos en que se trata al cultivo con varios factores que pueden ser analizados al mismo tiempo. Con esta matriz, el número de tratamientos se obtienen con la fórmula $2^K + 2$ (K) tratamientos en donde K es el número de factores a estudiar. Para este estudio se consideran 3 factores, en consecuencia el número de tratamientos es: $2^3 + 2$ (3) = 8 + 6 = 14 tratamientos. El espacio de exploración para cada factor involucrado en la producción fué:

nitrógeno	(Kg/ha)	40	-	75	-	110	-	45
fósforo	(Kg/ha)	0	-	25	-	50	-	75
densidad de Población								
miles de plantas/ha.		30	-	40	-	50	-	60

El análisis económico de los tratamientos se realizó con el método sugerido por Laird R.J. quien propone seguir el método de evaluación económica de Perrin et al hasta obtener el tratamiento que obtenga la mayor tasa de retorno al capital, mayor beneficio neto y una cantidad razonable de costos variables; este tratamiento, es el que más se aproxima al óptimo económico y sobre él se realizan los análisis en las gráficas de respuesta para obtener el tratamiento óptimo económico definitivo.

Las fuentes de fertilizante usadas para todos los experimentos, fueron: para nitrógeno sulfato de amonio al 19.5%, para fósforo, superfosfato simple al 20%. En todos los experimentos se aplicó el 50% del nitrógeno y todo el fósforo en la primera labor, aproxi-

madamente de 40 a 50 días después de la siembra, la segunda fertilización se dió de 30 a 40 días después de la primera, aplicandose el 50% restante del nitrógeno.

Los resultados obtenidos en estos experimentos -- fueron bajos y el abatimiento en la producción se debió entre otros factores a las limitaciones de precipitación que para este año fueron muy inferiores al promedio registrado en años anteriores.

De los 10 experimentos llevados a cabo sólo fué -- posible cosechar 7, el experimento 6 realizado en el -- ejido de San José Guerrero, se perdió por fuertes heladas registradas entre el 27 de mayo y el 2 de junio. Dichas heladas sólo afectaron parcialmente los experimentos conducidos en localidades cercanas. Los experimentos 8 y 10 realizados en San Salvador el Seco y Guadalupe Victoria respectivamente fueron cosechados por los -- agricultores quienes no justificaron sus razones.

A pesar de las limitaciones meteorológicas, 5 de los 7 experimentos mostraron respuesta significativa al 5%, 4 de ellos al nitrógeno y 2 al fósforo. Es posible considerar que la escasa respuesta al fósforo se debió a las altas concentraciones de calcio presentes en el -- suelo que bloquean al fósforo aprovechable.

Los tratamientos óptimos económicos obtenidos en este trabajo son:

No. del Exp.	N (Kg/ha)	P ₂ O ₅ (Kg/ha)	Densidad de Población (miles plantas/ha)
1	68	43	38
2	75	0	40
3	40	16	32
4	130	40	50
⋮			

No. del Exp.	N (Kg/ha)	P ₂ O ₅ (Kg/ha)	Densidad de Población (miles plantas/ha)
5	68	28	40
7	40	50	47
9	115	0	40.-

LITERATURA CITADA.

- 1.- Aguirre, D.M. y A.H. Navarro. 1975, Informe del -
area de investigación agrónomica del Programa de-
Desarrollo Agrícola Regional Plan los Llanos, Cd.
Serdán, Pue.
- 2.- Anonimo. 1977. Boletín informativo sobre prácti--
cas de producción para el cultivo del maíz. Cen--
tro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Cen--
tral (CIAMEC). Tecamachalco, Pue.
- 3.- Estrella, CH. N. 1977, Metodología para generar -
recomendaciones tecnológicas en los Agrosistemas-
tradicionales. Ia ed. Colegio de Postgraduados, -
Chapingo, Méx. PP: 337-339.
- 4.- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de cla-
sificación climática de Köppen 2a ed. UNAM, Méxi-
co, D.F.
- 5.- Jenny, H. 1941. Factors Of Soil Formation. Mc ---
Graw Hill Book Company. Inc. New York.
- 6.- Laird, R.J. 1977, Investigación Agrónomica para -
el desarrollo de la agricultura tradicional, Cole-
gio de Postgraduados, Escuela Nacl. de Agricultu-
ra, Chapingo, Mex. P:21
- 7.- Laird R.J. et al, 1976. Análisis económico de ex-
perimentos. Colegio de Postgraduados, Rama de Sue-
los. Chapingo, México
- 8.- Martínez, G.A. 1971. Aspectos económicos del dise-
ño y análisis de experimentos. Centro de Estadís-

tica y Cálculo. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.-

- 9.- Perrin, R.K.¹, D.L. Winkelman, E.R. Moscardi, y - I.R. Anderson. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agrónómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Centro Nacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), México, D. F.
- 10.- Peesek, J.T. and Heady, E.O. 1958. Derivation -- and aplication of a method for determining minimum recomended rates of fertilization. Soil Sci. Soc of America. Proc 22
- 11.- Turrent, F.A.¹ y R.J. Laird. 1975 Matrices Plan - Puebla,¹ Escritos sobre la metodología de la Investigacion en productividad de suelos. Agrociencia 19 Chapingo, México.
- 12.- Turrent, F.A. 1977. El agrosistema, un concepto - útil dentro de la disciplina de productividad. - Agrosistemas de México: Contribuciones a la enseñanza, investigacion y divulgacion agrícola. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

APENDICE

CUADRO 11.- CALCULO DE LOS BENEFICIOS NETOS POR TRATAMIENTO PARA
 EL EXPERIMENTO 1 TIPO N-P-D EN MAIZ CD. SERDAN, PUE-
 BLA. 1977.

CONCEPTO	T R A T A M I E N T O S													
	75-25 40	75-25 50	75-50 40	75-50 50	110-25 40	110-25 50	110-50 40	110-50 50	40-25 40	145-50 50	75-0 40	110-75 50	75-25 30	110-50 60
REND. AJUSTADO(kg/ha)	2839	2904	2988	2632	2887	3097	3112	3474	2344	3237	3120	3206	2854	2891
BENEFICIO BRUTO(\$2.54)	7495	7667	7888	7001	7622	8176	8216	9171	6188	8546	8237	8464	7534	7632
COSTOS VARIABLES														
N (\$7 00 / kg)	525	525	525	525	770	770	770	770	280	1015	525	770	525	770
P ₂ O ₅ (\$6.88/kg)	172	172	344	344	172	172	344	344	172	344	-	516	172	344
SEMILLA(\$2.60)	104	130	104	130	104	130	104	130	104	130	104	130	78	156
APLIC. DE FTE.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TOTAL CV	901	927	1073	1099	1146	1172	1318	1344	656	1589	729	1516	875	1442
BENEFICIO NETO.	6594	6740	6815	5902	6476	7004	6898	7827	5532	6957	7808	6948	6559	6190

CUADRO 12 ANALISIS DE DOMINANCIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA EL EXPERIMENTO 1 TIPO N-P-D MAIZ. CD. SERDAN, PUEBLA. 1977.

BENEFICIO NETO	T R A T A M I E N T O S			C O S T O S V A R I A B L E S
	kgs. N/ha	kgs. P ₂ O ₅ /ha.	M. P. / ha.	
7827	110	50	50	1344
7808	75	0	40	729
7004	110	25	50	1172
6957	145	50	50	1589
6948	110	75	50	1516
6898	110	50	40	1318
6815	75	50	40	1073
6740	75	25	50	927
6594	75	25	40	901
6559	75	25	30	875
6476	110	25	40	1146
6190	110	50	60	1442
5902	75	50	50	1099
5532	40	25	40	656.

CUADRO 13. ANÁLISIS MARGINAL PARA LOS TRATAMIENTOS DEL
 EXPERIMENTO 1 TIPO N-P-D EN MAÍZ. CD. SERDAN,
 PUEBLA. 1977.

BENEFICIO NETO	TRATAMIENTOS			COSTOS VARIABLES	INCREMENTO MARGINAL EN COSTOS VARIABLES	INCREMENTO MARGINAL EN BENE- FICIO NETO	TAZA MARGINAL DE RETORNO AL CAPITAL.
	kg sn/ha.	kgs. P ₂ O ₅ /ha	M.P./ha				
7827	110	50	50	1344	615	19	3
7808	75	0	40	729	73	2276	3118
5532	40	25	40	656			

CUADRO 14.-CALCULO DE LOS BENEFICIOS NETOS POR TRATAMIENTO PARA EL EXPERIMENTO 2 TIPO N-P-D EN MAIZ CD. SERDAN, PUEBLA. 1977.

CONCEPTO	TRATAMIENTOS															
	75-25 40	75-25 50	75-50 40	75-50 50	110-25 40	110-25 50	110-50 40	110-50 50	110-50 40	110-50 50	40-25 40	145-50 50	75-0 40	110-75 50	75-25 30	110-50 60
REND. AJUSTADO(kg/ha)	1155	1220	1088	926	1417	1310	1048	1441	954	1074	1414	1271	700	1222		
BENEFICIO BRUTO(\$2.64)	3049	2957	2872	2445	3028	3458	2862	3804	2519	2835	3733	3555	1848	3226		
COSTOS VARIABLES																
N (\$700 / kg)	525	525	525	525	770	770	770	770	280	1015	525	770	525	770	525	770
P ₂ O ₅ (\$6.88/kg)	172	172	344	344	172	172	344	344	172	344	-	516	172	516		
SEMILLA(\$260)	104	130	104	130	104	130	104	130	104	130	104	130	78	156		
APLIC. DE FTE.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TOTAL CV.	901	927	1073	1099	1146	1172	1318	1344	656	1589	729	1516	875	1442		
BENEFICIO NETO.	2148	2030	1799	1346	1882	2286	1544	2460	1863	1246	3004	2039	973	1784		

PARA EL EXPERIMENTO 2 TIPO N-P-D MAIZ. CD.
 SERDAN, PUEBLA. 1977.

BENEFICIO NETO	T R A T A M I E N T O S			C O S T O S V A R I A B L E S
	kgs. N/ha	kgs. P ₂ O ₅ /ha.	M. P / ha.	
3004	75	0	40	729
2460	110	50	50	1344
2286	110	25	50	1172
2148	75	25	40	901
2039	110	75	50	1516
2030	75	25	50	927
1882	110	25	40	1146
1863	40	25	40	656
1799	75	50	40	1073
1784	110	50	60	1442
1455	110	50	40	1318
1346	75	50	50	1099
973	75	25	30	875

CUADRO 16.--ANÁLISIS MARGINAL PARA LOS TRATAMIENTOS DEL
 EXPERIMENTO 2 TIPO N-P-D EN MAÍZ. CD. SERDAN,
 PUEBLA. 1977.

BENEFICIO NETO	TRATAMIENTOS			COSTOS VARIABLES	INCREMENTO MARGINAL EN COSTOS VARIABLES	INCREMENTO MARGINAL EN BENE- FICIO NETO	TAZA MARGINAL DE RETORNO AL CAPITAL.
	kg sn / ha.	kg. P ₂ O ₅ /ha	M.P./ha				
3004	75	0	40	729	1141	1563	
1863	40	25	40	656			

CUADRO 17.-CALCULO DE LOS BENEFICIOS NETOS POR TRATAMIENTO PARA EL EXPERIMENTO 3 TIPO N-P-D EN MAIZ CD. SERDAN, PUE- BLA. 1977.

CONCEPTO	T R A T A M I E N T O S													
	75-25 40	75-25 50	75-50 40	75-50 50	110-25 40	110-25 50	110-50 40	110-50 50	40-25 40	145-50 50	75-0 40	110-75 50	75-25 30	110-50 60
REND. AJUSTADO(kg/ha)	1116	823	1039	788	1093	826	969	904	1040	796	858	1189	975	699
BENEFICIO BRUTO(\$2.64)	2946	2173	2743	2080	2886	2181	2558	2387	2746	2101	2265	3139	2574	1845
COSTOS VARIABLES														
N (\$700/kg)	525	525	525	525	770	770	770	770	280	1015	525	770	525	770
P ₂ O ₅ (\$6.88/kg)	172	172	344	344	172	172	344	344	172	344	-	516	172	516
SEMILLA(\$260)	104	130	104	130	104	130	104	130	104	130	104	130	78	156
APLIC. DE FTE.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TOTAL CV.	901	927	1073	1099	1146	1172	1318	1344	656	1589	729	1516	875	1442
BENEFICIO NETO.	2045	1246	1670	981	1740	1009	1240	1043	2090	512	1536	1623	1699	403

CUADRO 18.- ANALISIS DE DOMINANCIA DE LOS TRATAMIENTOS
 PARA EL EXPERIMENTO 3 TIPO N-P-D MAIZ. CD.
 SERDAN, PUEBLA. 1977.

BENEFICIO NETO	T R A T A M I E N T O S			C O S T O S V A R I A B L E S
	Kgs. N/ha	Kgs. P ₂ O ₅ /ha.	M. P / ha.	
2090	40	25	40	656
2045	75	25	40	901
1740	110	25	40	1146
1699	75	25	30	875
1670	75	50	40	1073
1623	110	75	50	1516
1536	75	0	40	729
1246	75	25	50	927
1244	110	50	40	1318
1043	110	50	50	1344
1009	110	25	50	1172
981	75	50	50	1099
512	145	50	50	1589
403	110	50	60	1442

CUADRO 19.-ANALISIS MARGINAL PARA LOS TRATAMIENTOS DEL
 EXPERIMENTO 3 TIPO N-P-D EN MAIZ. CD. SERDAN,
 PUEBLA. 1977.

BENEFICIO NETO	TRATAMIENTOS			COSTOS VARIABLES	INCREMENTO MARGINAL EN COSTOS VARIABLES	INCREMENTO MARGINAL EN BENE- FICIO NETO	TAZA MARGINAL DE RETORNO AL CAPITAL.
	kg sn / ha.	kgs. P ₂ O ₅ /ha	M.P./ha				
2090	40	25	40	656			

CUADRO 20. CALCULO DE LOS BENEFICIOS NETOS POR TRATAMIENTO PARA EL EXPERIMENTO 4 TIPO N-P-D EN MAIZ CD. SERDAN, PUEBLA. 1977.

CONCEPTO	TRATAMIENTOS													
	75-25 40	75-25 50	75-50 40	75-50 50	110-25 40	110-25 50	110-50 40	110-50 50	40-25 40	145-50 50	75-0 40	110-75 50	75-25 30	110-50 60
REND. AJUSTADO(kg/ha)	1584	1456	1631	1836	2008	1766	1999	1981	866	2172	1325	1866	1733	1973
BENEFICIO BRUTO(\$2.64)	4182	3844	4306	4847	5301	4662	5277	5230	2286	5734	3498	4926	4575	5209
COSTOS VARIABLES														
N (\$700/kg)	525	525	525	525	770	770	770	770	280	1015	525	770	525	770
P ₂ O ₅ (\$6.88/kg)	172	172	344	344	172	172	344	344	172	344	-	516	172	516
SEMILLA(\$2.60)	104	130	104	130	104	130	104	130	104	130	104	130	78	156
APLIC. DE FTE.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TOTAL CV	901	927	1073	1099	1146	1172	1318	1344	656	1589	729	1516	875	1442
BENEFICIO NETO.	3281	2917	3233	3748	4155	3490	6595	3886	1630	4145	2769	3410	3700	3767

CUADRO 21. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE LOS TRATAMIENTOS
 PARA EL EXPERIMENTO 4 TIPO N-P-D MAIZ. CD.
 SERDAN, PUEBLA. 1977.

BENEFICIO NETO	T R A T A M I E N T O S			C O S T O S V A R I A B L E S
	Kgs. N/ha	Kgs. P ₂ O ₅ /ha.	M.P./ha.	
6595	110	50	40	1318
4155	110	25	40	1146
4145	145	50	50	1589
3886	-110	50	50	1344
3767	110	50	60	1442
3748	75	50	50	1099
3700	75	25	30	875
3490	110	25	50	1172
3410	110	75	50	1516
3281	75	25	40	901
3233	75	50	40	1073
2917	75	25	50	927
2769	75	0	40	729
1630	40	25	40	656

CUADRO 22 ANALISIS MARGINAL PARA LOS TRATAMIENTOS DEL EXPERIMENTO 4 TIPO N-P-D EN MAIZ. CD. SERDAN, PUEBLA. 1977.

BENEFICIO NETO	TRATAMIENTOS			COSTOS VARIABLES	INCREMENTO MARGINAL EN COSTOS VARIABLES	INCREMENTO MARGINAL EN BENEFICIO NETO	TAZA MARGINAL DE RETORNO AL CAPITAL.
	kg sn / ha.	kgs. P ₂ O ₅ /ha	M.P./ha				
6595	110	50	40	1318	172	2440	1419
4155	110	25	40	1146	47	407	866
3748	75	50	50	1099	224	48	21
3700	75	25	30	875	146	931	638
2769	75	0	40	729	73	1139	1560
1630	40	25	40	656			

CUADRO 23 - CALCULO DE LOS BENEFICIOS NETOS POR TRATAMIENTO PARA EL EXPERIMENTO 5 TIPO N-P-D EN MAIZ CD. SERDAN, PUEBLA. 1977.

CONCEPTO	TRATAMIENTOS													
	75-25 40	75-25 50	75-50 40	75-50 50	110-25 40	110-25 50	110-50 40	110-50 50	40-25 40	145-50 50	75-0 40	110-75 50	75-25 30	110-50 60
REND. AJUSTADO(kg/ha)	1541	1376	1557	1540	1413	1184	1764	1448	958	1971	1145	1834	1835	1326
BENEFICIO BRUTO(\$2.64)	4068	3609	4163	4066	3730	3126	4657	3823	2529	5203	3023	4842	4844	3501
COSTOS VARIABLES														
N (\$7 00 / kg)	525	525	525	525	770	770	770	770	280	1015	525	770	525	770
P ₂ O ₅ (\$6.88/kg)	172	172	344	344	172	172	344	344	172	344	-	516	172	516
SEMILLA(\$2.60)	104	130	104	130	104	130	104	130	104	130	104	130	78	156
APLIC. DE FTE	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TOTAL CV	901	927	1073	1099	1146	1172	1318	1344	656	1589	729	1516	875	1442
BENEFICIO NETO.	3167	2682	3090	2967	2584	1954	3339	2479	1873	3614	2294	3326	3969	2059

CUADRO 24.--ANALISIS DE DOMINANCIA DE LOS TRATAMIENTOS
 PARA EL EXPERIMENTO 5 TIPO N-P-D MAIZ, CD.
 SERDAN, PUEBLA. 1977.

BENEFICIO NETO	T R A T A M I E N T O S			C O S T O S V A R I A B L E S
	Kgs. N/ha	Kgs. P ₂ O ₅ /ha.	M. P. / ha.	
3969	75	25	30	875
3614	145	50	50	1589
3339	110	50	40	1318
3326	110	75	50	1516
3167	75	25	40	901
3090	75	50	40	1073
2967	75	50	50	1099
2682	75	25	50	927
2584	110	25	40	1146
2479	110	50	50	1344
2294	75	0	40	72-
2059	110	50	60	1442
1954	110	25	50	1172
1873	40	25	40	656

CUADRO 25.- ANALISIS MARGINAL PARA LOS TRATAMIENTOS DEL
 EXPERIMENTO 5 TIPO N-P-D EN MAIZ. CD. SERDAN,
 PUEBLA. 1977.

BENEFICIO NETO	TRATAMIENTOS			COSTOS VARIABLES	INCREMENTO MARGINAL EN COSTOS VARIABLES	INCREMENTO MARGINAL EN BENE- FICIO NETO	TAZA MARGINAL DE RETORNO AL CAPITAL.
	kg sn / ha.	kgs. P ₂ O ₅ /ha	M.P./ha				
3969	75	25	30	875	146	1675	1147
2294	75	0	40	729	73	421	577
1873	40	25	40	656			

CUADRO 26.-CALCULO DE LOS BENEFICIOS NETOS POR TRATAMIENTO PARA EL EXPERIMENTO 7 TIPO N-P-D EN MAIZ CD. SERDAN, PUEBLA. 1977.

CONCEPTO	TRATAMIENTOS													
	75-25 40	75-25 50	75-50 40	75-50 50	110-25 40	110-25 50	110-50 40	110-50 50	40-25 40	145-50 50	75-0 40	110-75 50	75-25 30	110-50 60
REND. AJUSTADO(kg/ha)	557	573	576	757	645	545	844	838	625	611	253	703	575	610
BENEFICIO BRUTO(\$2.64)	1470	1513	1521	1998	1702	1439	2228	2212	1650	1613	668	1856	1518	1610
COSTOS VARIABLES														
N (\$7 00 / kg)	525	525	525	525	770	770	770	770	280	1015	525	770	525	770
P ₂ O ₅ (\$6.88/kg)	172	172	344	344	172	172	344	344	172	344	-	516	172	516
SEMILLA(\$260)	104	130	104	130	104	130	104	130	104	130	104	130	78	156
APLIC. DE FTE	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TOTAL CV.	901	927	1073	1099	1146	1172	1318	1344	656	1589	729	1516	875	1442
BENEFICIO NETO.	569	586	448	899	556	267	910	868	994	24	16	340	643	168

CUADRO 26.-CALCULO DE LOS BENEFICIOS NETOS POR TRATAMIENTO PARA
 EL EXPERIMENTO 7 TIPO N-P-D EN MAIZ CD. SERDAN, PUE-
 BLA. 1977.

CONCEPTO	T R A T A M I E N T O S													
	75-25 40	75-25 50	75-50 40	75-50 50	110-25 40	110-25 50	110-50 40	110-50 50	40-25 40	145-50 50	75-0 40	110-75 50	75-25 30	110-50 60
REND. AJUSTADO(kg/ha)	557	573	576	757	645	545	844	838	625	611	253	703	575	610
BENEFICIO BRUTO(\$2.64)	1470	1513	1521	1998	1702	1439	2228	2212	1650	1613	668	1856	1518	1610
COSTOS VARIABLES														
N (\$7 00 / kg)	525	525	525	525	770	770	770	770	280	1015	525	770	525	770
$\frac{2}{5} O_2$ (\$6.88/kg)	172	172	344	344	172	172	344	344	172	344	-	516	172	516
SEMILLA(\$2.60)	104	130	104	130	104	130	104	130	104	130	104	130	78	156
APLIC. DE FTE.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TOTAL CV.	901	927	1073	1099	1146	1172	1318	1344	656	1589	729	1516	875	1442
BENEFICIO NETO.	569	586	448	899	556	267	910	868	994	24	16	340	643	168

CUADRO 27. ANALISIS DE DOMINANCIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA EL EXPERIMENTO 7 TIPO N-P-D MAIZ. CD. SERDAN, PUEBLA. 1977.

BENEFICIO NETO	TRATAMIENTOS			COSTOS VARIABLES
	kgs. N/ha	kgs. P ₂ O ₅ /ha.	M. P / ha.	
994	40	25	40	656
910	110	50	40	1318
899	75	50	50	1099
868	110	50	50	1344
643	75	25	30	875
586	75	25	50	927
569	75	25	40	901
556	110	25	40	1146
448	75	50	40	1073
340	110	75	50	1516
267	110	25	50	1172
168	110	50	60	1442
24	145	50	50	1589
16	75	0	40	729

CUADRO 28.- ANALISIS MARGINAL PARA LOS TRATAMIENTOS DEL EXPERIMENTO 7 TIPO N-P-D EN MAIZ. CD. SERDAN, PUEBLA. 1977.

BENEFICIO NETO	TRATAMIENTOS			COSTOS VARIABLES	INCREMENTO MARGINAL EN COSTOS VARIABLES	INCREMENTO MARGINAL EN BENEFICIO NETO	TAZA MARGINAL DE RETORNO AL CAPITAL.
	kg sn / ha.	kgs. P ₂ O ₅ /ha	M.P./ha				
994	40	25	40	656			

CUADRO 29.- CALCULO DE LOS BENEFICIOS NETOS POR TRATAMIENTO PARA
 EL EXPERIMENTO 9 TIPO N-P-D EN MAIZ CD. SERDAN, PUE-
 BLA. 1977.

CONCEPTO	T R A T A M I E N T O S													
	75-25 40	75-25 50	75-50 40	75-50 50	110-25 40	110-25 50	110-50 40	110-50 50	40-25 40	145-50 50	75-0 40	110-75 50	75-25 30	110-50 60
REND. AJUSTADO(kg/ha)	1815	1782	1773	1888	2196	2243	2204	2285	1447	2084	1792	1772	1883	2034
BENEFICIO BRUTO(\$2.64)	4792	4704	4681	4984	5797	5922	5819	6032	3820	5501	4731	4678	4971	5370
COSTOS VARIABLES														
N (\$7 00 / kg)	525	525	525	525	770	770	770	770	280	1015	525	770	525	770
P ₂ O ₅ (\$6.88/kg)	172	172	344	344	172	172	344	344	172	344	-	516	172	516
SEMILLA(\$260)	104	130	104	130	104	130	104	130	104	130	104	130	78	156
APLIC. DE FTE.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TOTAL CV	901	927	1073	1099	1146	1172	1318	1344	656	1589	729	1516	875	1442
BENEFICIO NETO.	3891	3777	3608	3885	4651	4750	4501	4688	3164	3912	4002	3162	4096	3928

CUADR. 30.-ANALISIS DE DOMINANCIA DE LOS TRATAMIENTOS
 PARA EL EXPERIMENTO 9 TIPO N-P-D MAIZ. CD.
 SERDAN, PUEBLA. 1977.

BENEFICIO NETO	T R A T A M I E N T O S			C O S T O S V A R I A B L E S
	Kgs. N/ha	Kgs. P ₂ O ₅ /ha.	M. P. / ha.	
4750	110	25	50	1172
4688	110	50	50	1344
4651	110	25	40	1146
4501	110	50	40	1318
4096	75	25	30	875
4002	75	0	40	729
3928	110	50	60	1442
3912	145	50	50	1589
3891	75	25	40	901
3885	75	50	50	1099
3777	75	25	50	927
3608	75	50	40	1073
3164	40	25	40	656
3162	110	75	50	1516

CUADRO 31.- ANALISIS MARGINAL PARA LOS TRATAMIENTOS DEL EXPERIMENTO 9 TIPO N-P-D EN MAIZ. CD. SERDAN, PUEBLA. 1977.

BENEFICIO NETO	TRATAMIENTOS			COSTOS VARIABLES	INCREMENTO MARGINAL EN COSTOS VARIABLES	INCREMENTO MARGINAL EN BENEFICIO NETO	TAZA MARGINAL DE RETORNO AL CAPITAL.
	Kg sn/ha.	Kgs. P ₂ O ₅ /ha	M.P./ha				
4750	110	25	50	1172	172	62	36
4688	110	50	50	1344	198	37	19
4651	110	25	40	1146	271	555	205
4096	75	25	30	875	146	94	64
4002	75	0	40	729			

CUADRO. 32.-ANALISIS DEL SUELO Y SUBSUELO PARA EL SITIO DE ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO No 1 TIPO N-P-D EN MAIZ. CD. SERDAN, PUEBLA. 1977.

LOCALIDAD. LA GLORIA				MUNICIPIO. CIUDAD SERDAN	
AGRICULTORES. MIGUEL PEREZ					
RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LA(S) MUESTRA(S) DE SUELO.					
DESCRIPCION DE LA MUESTRA.					
PROFUNDIDAD.		0 - 25 cm.		25 - 50 cm.	
COLOR (SECO).					
COLOR (HUMEDO).		CAFE CLARO		CAFE CLARO	
T E X T U R A	% ARCILLA.	4.36		4.36	
	% LIMO.	18.00		18.00	
	% ARENA.	77.64		77.64	
	CLASIFICACION.	ARENA MIGAJOSA		ARENA MIGAJOSA	
INTERPRETACION.		LIGERO		LIGERO	
PH		5.85		6.3	
CLASIFICACION		MED/TE ACIDO		LIG/TE ACIDO	
C.E. A 25°C MMhoS / CM.		0.0600		0.0500	
CLASIFICACION.		NO SALINO		NO SALINO	
% MATERIA ORGANICA.		0.5788		0.3852	
CLASIFICACION.		MED/TE POBRE		MUJY POBRE	
NITROGENO TOTAL %.					
CLASIFICACION.					
FOSFORO (PPM).		8.4		4.2	
METODO.		BRAY		BRAY	
CLASIFICACION.		MEDIO		BAJO	
POTASIO (PPM).		137		155	
CLASIFICACION.		MEDIANO		MED/TE RICO	
CALCIO (PPM).		1025		4000	
CLASIFICACION.		MED/TE RICO		MED/TE RICO	

CUADRO. 33.-ANALISIS DEL SUELO Y SUBSUELO PARA EL SITIO DE ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO No 2 TIPO N-P-D EN MAIZ. CD. SERDAN, PUEBLA. 1977.

LOCALIDAD. SN. JUAN ATENCO
 AGRICULTORES. CANDELARIO DIAZ

MUNICIPIO. SN JUAN ATENCO

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LA(S) MUESTRA(S) DE SUELO.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA.			
PROFUNDIDAD.		0 - 25 cm.	25 - 50 cm.
COLOR (SECO).			
COLOR (HUMEDO).		CAFE OBSCURO	CAFE OBSCURO
T E X T U R A	% ARCILLA.	2.36	2.36
	% LIMO.	12.00	12.00
	% ARENA.	85.64	85.64
	CLASIFICACION.	ARENA MIGAJOSA	ARENA MIGAJOSA
	INTERPRETACION.	LIGERO	LIGERO
P ^H		5.5	5.05
CLASIFICACION		FUER/TE ACIDO	FUER/TE ACIDO
C.E. A 25°C MMhoS / CM.		0.1100	0.1700
CLASIFICACION.		NO SALINO	NO SALINO
% MATERIA ORGANICA.		0.5123	0.4483
CLASIFICACION.		MED/TE POBRE	MUY POBRE
NITROGENO TOTAL %.			
CLASIFICACION.			
FOSFORO (PPM).		16	9
METODO.		BRAY	BRAY
CLASIFICACION.		MEDIO	MEDIO
POTASIO (PPM).		82	85
CLASIFICACION.		MED/TE POBRE	MED/TE POBRE
CALCIO (PPM).		725	600
CLASIFICACION.		MED/TE POBRE	MED/TE POBRE

CUADRO. 34.- ANALISIS DEL SUELO Y SUBSUELO PARA EL SITIO DE ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO No 3 TIPO N-P-D EN MAIZ. CD. SERDAN, PUEBLA. 1977.

LOCALIDAD. EL VELADERO		MUNICIPIO. CIUDAD SERDAN	
AGRICULTORES. ROBERTO FLORES			
RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LA(S) MUESTRA(S) DE SUELO.			
DESCRIPCION DE LA MUESTRA.			
PROFUNDIDAD.		0 - 25 cm.	25 - 50 cm.
COLOR (SECO).			
COLOR (HUMEDO).		CAFE CLARO	CAFE CLARO
T E X T U R A	% ARCILLA.	4.36	6.36
	% LIMO.	16.00	22.00
	% ARENA.	79.64	71.64
	CLASIFICACION.	ARENA MIGAJOSA	MIGAJON ARENOSO
	INTERPRETACION.	LIGERO	LIGERO
PH		6.9	7.3
CLASIFICACION		NEUTRO	MUY LIG/TE ALCALINO
C.E. A 25°C MMhoS / CM.		0.0800	0.2200
CLASIFICACION.		NO SALINO	NO SALINO
% MATERIA ORGANICA.		0.6392	0.8933
CLASIFICACION.		MED/TE POBRE	MED/TE POBRE
NITROGENO TOTAL %.			
CLASIFICACION.			
FOSFORO (PPM).		3.5	TRAZAS
METODO.		BRAY	BRAY
CLASIFICACION.		BAJO	MUY BAJO
POTASIO (PPM).		257	220
CLASIFICACION.		EXT/TE RICO	EXT/TE RICO
CALCIO (PPM).		1400	1875
CLASIFICACION.		MUY RICO	EXT/TE. RICO

CUADRO. 35- ANALISIS DEL SUELO Y SUBSUELO PARA EL SITIO DE ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO No 4 TIPO N-P-D EN MAIZ. CD. SERDAN, PUEBLA. 1977.

LOCALIDAD. SN. ANTONIO LAS CUCHILLAS MUNICIPIO. ALJOJUCA			
AGRICULTORES. AGUSTIN DE GARAY			
RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LA(S) MUESTRA(S) DE SUELO.			
DESCRIPCION DE LA MUESTRA.			
PROFUNDIDAD.	0 - 25 cm.	25 - 50 cm.	
COLOR (SECO).			
COLOR (HUMEDO).	CAFE OBSCURO	CAFE OBSCURO	
T E X T U R A	% ARCILLA.	3.08	3.08
	% LIMO.	14.00	24.00
	% ARENA.	88.92	72.92
	CLASIFICACION.	ARENA MIGAJOSA	ARENA MIGAJOSA
	INTERPRETACION.	LIGERO	LIGERO
pH	6.9	7.2	
CLASIFICACION	NEUTRO	MUY LIG/TE ALCALINO	
C.E. A 25°C MMho5 / CM.	0.0880	0.1100	
CLASIFICACION.	NO SALINO	NO SALINO	
% MATERIA ORGANICA.	0.6392	0.7028	
CLASIFICACION.	MED/TE POBRE	MED/TE POBRE	
NITROGENO TOTAL %.			
CLASIFICACION.			
FOSFORO (PPM).	4.9	1.5	
METODO.	BRAY	BRAY	
CLASIFICACION.	MUY BAJO	MUY BAJO	
POTASIO (PPM).	90	75	
CLASIFICACION.	MUY POBRE	EXT/TE POBRE	
CALCIO (PPM).	2000	6600	
CLASIFICACION.	EXT/TE RICO	EXT/TE RICO	

CUADRO. 36.-ANALISIS DEL SUELO Y SUBSUELO PARA EL SITIO DE ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO No 7 TIPO N-P-D EN MAIZ. CD. SERDAN, PUEBLA. 1977.

LOCALIDAD. EMILIO PORTES GIL MUNICIPIO. SN. NICOLAS BUENOS AIRES
 AGRICULTORES. MANUEL BONILLA

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LA(S) MUESTRA(S) DE SUELO.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA.			
PROFUNDIDAD.		0 - 25 cm	25 - 50 cm
COLOR (SECO).			
COLOR (HUMEDO).		CAFE CLARO	CAFE CLARO
T E X T U R A	% ARCILLA.	10.36	2.36
	% LIMO.	50.00	64.00
	% ARENA.	39.64	33.64
	CLASIFICACION.	FRANCO	MOGAJON LIMOSO
	INTERPRETACION.	MEDIANO	MEDIANO
p ^H		7,35	7.4
CLASIFICACION		MUY LIG/TE ALCALINO	LIG/TE ALCALINO
C.E. A 25 °C MMhoS / CM.		0.1300	0.1000
CLASIFICACION.		NO SALINO	NO SALINO
% MATERIA ORGANICA.		0.8933	1.020
CLASIFICACION.		MED/TE POBRE	MEDIANO
NITROGENO TOTAL %.			
CLASIFICACION.			
FOSFORO (PPM).		4	4
METODO.		OLSEN	OLSEN
CLASIFICACION.		BAJO	BAJO
POTASIO (PPM).		120	112
CLASIFICACION.		MEDIANO	MEDIANO
CALCIO (PPM).		12300	13000
CLASIFICACION.		EXT/TE RICO	EXT/TE RICO