

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA



RESPUESTA DEL MAIZ A LA FERTILIZACION Y DENSIDAD DE
POBLACION EN SUELOS CAFE ROJIZOS, MUNICIPIO
AMATLAN DE CAÑAS, NAYARIT.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A :

ANTONIO LOPEZ ABUNDIS

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 1993



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

SECCION ESCOLARIDAD
EXPEDIENTE _____
NUMERO 0859/91

19 de noviembre de 1991

C. PROFESORES:

M.C. IRMA JULIETA GONZALEZ ACUÑA, DIRECTOR
M.C. SALVADOR HURTADO DE LA PEÑA, ASESOR
ING. JAVIER VASQUEZ NAVARRO, ASESOR

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

RESPUESTA DEL MAIZ DE TEMPORAL A LA FERTILIZACION Y DENSIDAD
DE POBLACION EN SUELOS CAFE ROJIZOS, MUNICIPIO:
AMATLAN DE CAÑAS, NAYARIT

presentado por el (los) PASANTE (ES) ANTONIO LOFEZ ABUNCIS

han sido ustedes designados Director y Asesores, respectivamente, para el desarrollo de la misma.

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

A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"
"AÑO LIC. JOSE GUADALUPE ZUÑO HERNANDEZ"
EL SECRETARIO

ING. M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ESCOLARIDAD
Expediente
Número 0859/91

19 de noviembre de 1991

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)
ANTONIO LOPEZ ABUNDIS

titulada:

RESPUESTA DEL MAIZ DE TEMPORAL A LA FERTILIZACION Y DENSIDAD
DE POBLACION EN SUELOS CAFE ROJIZOS,
MUNICIPIO: AMATLAN DE CAÑAS, NAYARIT

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

M.C. IRMA JULIETA GONZALEZ ACUÑA

ASESOR

ASESOR

M.C. SALVADOR HURTADO DE LA PEÑA

ING. JAVIER VASQUEZ NAVARRO

srd'

mam

Al contestar este oficio cítese fecha y número

Agradecimientos

A Dios todo poderoso

Por la oportunidad de la vida que me concede en su infinito amor.

A la Facultad de Agronomía

Por la formación profesional recibida en sus aulas.

A la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos

Por haberme facilitado los medios para realizar el trabajo de campo.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Por el apoyo recibido en el trabajo de campo y gabinete.

***A mi Director de Tesis Ing. M.C. Irma Julieta González Acuña y a mis
Asesores Ing. M.C. Salvador Hurtado de la Peña e Ing. Javier Vázquez
Navarro***

Con todo respeto al brindarme su apoyo en todo momento.

Al Ing. M.C. José Luis González Durán

Por ser un verdadero amigo al aportar de corazón sus conocimientos para la consumación de esta Tesis.

Al C.P. Javier Anaya Espinoza

Por su confianza y respaldo brindados.

A todos mis amigos y compañeros de trabajo

Que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo.

A mi amigo Ing. Guillermo Ramos Chacón

Por su gran ayuda en la captura e impresión del trabajo.

Dedicatoria

Con todo mi cariño, admiración y respeto a mis padres:

Sr. Benito López Cervantes y Sra. Zeferina Abundis Márquez

Cuyo esfuerzo y dedicación hicieron posible ver mi formación profesional, para ellos mi eterno agradecimiento.

A mi Escuela, Maestros y personas que han contribuido de alguna forma a mi preparación profesional.

A mi esposa Lolita

Con amor por su gran apoyo.

A mis hijas Citlalli y Dulce Esperanza

Como un ejemplo y estímulo a superarse

A mis hermanos Lupillo, David, Chuy, Ester, Rosa y Luz.

A todos mis amigos y compañeros de escuela

A todos los campesinos que siembran maíz

Como una pequeña aportación más al agro mexicano.

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE CUADROS	i
CUADROS DEL APENDICE	ii
LISTA DE FIGURAS	iii
FIGURAS DEL APENDICE	iii
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS E HIPOTESIS	2
2.1. Objetivos	2
2.2. Hipótesis	2
III. REVISION DE LITERATURA	3
3.1. Respuesta a fertilización y densidad de población	3
3.2. Respuesta a época de aplicación de fertilizantes	9
3.3. Respuesta a variedades	10
IV. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	12
4.1. Ubicación geográfica	12
4.2. Clima	12
4.2.1. Temperatura del ciclo P.V. 89/89	13
4.2.2. Precipitación del ciclo P.V. 89/89	13
4.3. Suelos	13
4.4. Agrosistema	15
V. MATERIALES Y METODOS	16
5.1. Factores en estudio	16
5.1.1. Espacios de exploración	16
5.1.2. Fuente de fertilizante	17
5.1.3. Método de fertilización	17
5.1.4. Oportunidad de aplicación	17
5.1.5. Variedad	17
5.2. Diseño de tratamientos	17
5.3. Diseño experimental	19
5.4. Manejo del experimento	19
5.4.1. Muestreo de suelo	19

5.4.2.	Preparación del terreno	20
5.4.3.	Siembra	20
5.4.4.	Labores de cultivo	20
5.4.5.	Toma de datos	21
5.4.6.	Cosecha	21
5.5.	Análisis estadístico	21
5.5.1.	Método gráfico-estadístico	22
VI.	RESULTADOS Y DISCUSION	25
6.1.	Resultados	25
6.1.1.	Grano	25
6.1.2.	Rastrojo	25
6.1.3.	Altura de planta	26
6.1.4.	Altura de mazorca	26
6.2.	Análisis estadístico	26
6.2.1.	Grano	26
6.2.2.	Rastrojo	27
6.2.3.	Altura de planta	28
6.2.4.	Altura de mazorca	29
6.3.	Respuesta a los factores estudiados	30
6.3.1.	Nitrógeno	30
6.3.1.1.	Estancia de los López	30
6.3.1.2.	El Rosario	31
6.3.2.	Fósforo	31
6.3.2.1.	Estancia de los López	31
6.3.2.2.	El Rosario	31
6.3.3.	Densidad de población	31
6.3.3.1.	Estancia de los López	31
6.3.3.2.	El Rosario	32
6.4.	Análisis económico	32
6.4.1.	Análisis económico de Estancia de los López	32
6.4.2.	Análisis económico de El Rosario	33
VII.	CONCLUSIONES	36
VIII.	SUGERENCIAS	38
IX.	BIBLIOGRAFIA	39
X.	APENDICE	42

LISTA DE CUADROS

		Pág.
Cuadro No. 1.	Espacios de exploración para los factores N-P ₂ O ₅ -Dp.	16
Cuadro No. 2.	Lista de tratamientos ensayados en el cultivo de maíz utilizados en la matriz Plan Puebla I, para Estancia de los López y El Rosario, municipio de Amatlán de Cañas, Nay. Ciclo P.V. 1989/89.	18
Cuadro No. 3.	Características físico-químicas del suelo en Estancia de los López y El Rosario, municipio de Amatlán de Cañas, Nay. Ciclo P.V. 1989/89.	19
Cuadro No. 4.	Análisis de varianza para el rendimiento de grano de maíz. Estancia de los López, municipio de Amatlán de Cañas, Nay.	27
Cuadro No. 5.	Análisis de varianza para el rendimiento de grano de maíz. El Rosario, municipio de Amatlán de Cañas, Nay.	27
Cuadro No. 6.	Análisis de varianza para producción de rastrojo de maíz. Estancia de los López, municipio de Amatlán de Cañas, Nay.	28
Cuadro No. 7.	Análisis de varianza para producción de rastrojo de maíz. El Rosario, municipio de Amatlán de Cañas, Nay.	28
Cuadro No. 8.	Análisis de varianza para altura de planta de maíz. Estancia de los López, municipio de Amatlán de Cañas, Nay.	29
Cuadro No. 9.	Análisis de varianza para altura de plantas de maíz. El Rosario, municipio de Amatlán de Cañas, Nay.	29
Cuadro No. 10.	Análisis de varianza para altura de mazorcas. Estancia de los López, municipio de Amatlán de Cañas, Nay.	30
Cuadro No. 11.	Análisis de varianza para altura de mazorcas. El Rosario, municipio de Amatlán de Cañas, Nay.	30

Cuadro No. 12.	Relación de precios y costos unitarios empleados para el análisis económico.	32
Cuadro No. 13.	Análisis de económico a la respuesta de los tratamientos (N-P ₂ O ₅ -Dp), en el cultivo de maíz para el sitio experimental Estancia de los López, municipio de Amatlán de Cañas, Nay. Ciclo P.V. 1989/89.	34
Cuadro No. 14.	Análisis de económico a la respuesta de los tratamientos (N-P ₂ O ₅ -Dp), en el cultivo de maíz para el sitio experimental El Rosario, municipio de Amatlán de Cañas, Nay. Ciclo P.V. 1989/89.	35

CUADROS DEL APENDICE

Cuadro No. 1A	Respuesta del maíz a dosis de nitrógeno, fósforo y densidad de población. Sitio Estancia de los López, municipio de Amatlán de Cañas, Nay. Ciclo P.V. 1989/89.	43
Cuadro No. 2A	Respuesta del maíz a dosis de nitrógeno, fósforo y densidad de población. Sitio El Rosario, municipio de Amatlán de Cañas, Nay. Ciclo P.V. 1989/89.	45

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura No. 1.	Localización del municipio de Amatlán de Cañas en el Estado de Nayarit.	12
Figura No. 2	Temperaturas y precipitación en el municipio de Amatlán de Cañas, Nay. Ciclo. P.V. 1989/89.	14

FIGURAS DEL APENDICE

Figura No. 3.	Respuesta del rendimiento a nitrógeno, fósforo y densidad de población. Estancia de los López.	48
Figura No. 4.	Respuesta del rastrojo de maíz a nitrógeno, fósforo y densidad de población. Estancia de los López.	49
Figura No. 5.	Respuesta de la altura de planta a nitrógeno, fósforo y densidad de población. Estancia de los López.	50
Figura No. 6.	Respuesta de la altura de mazorca a nitrógeno, fósforo y densidad de población. Estancia de los López.	51
Figura No. 7.	Respuesta del rendimiento a nitrógeno, fósforo y densidad de población. El Rosario.	52
Figura No. 8.	Respuesta del rastrojo de maíz a nitrógeno, fósforo y densidad de población. El Rosario.	53
Figura No. 9.	Respuesta de la altura de planta a nitrógeno fósforo y densidad de población. El Rosario.	54
Figura No. 10.	Respuesta de la altura de mazorca a nitrógeno fósforo y densidad de población. El Rosario.	55

RESUMEN

Con el objeto de definir la respuesta del maíz a la fertilización nitrofosfatada, así como la dosis óptima económica, se estableció el presente experimento en condiciones de temporal en el ciclo P.V. 1989/89, en las localidades de Estancia de los López y El Rosario, municipio de Amatlán de Cañas, Nayarit, región en donde el cultivo principal es el maíz, con un rendimiento medio de 2.5 ton/ha, sembrado en suelos café rojizos, con altas acumulaciones de arcilla que presentan un valor medio de fertilidad.

En el diseño de tratamientos se utilizó la matriz experimental Plan Puebla I para tres factores con cuatro niveles, lo cual genera 14 tratamientos. Los niveles de nitrógeno fueron de 100, 120, 140 y 160 kg/ha, como fuente de fertilizante se utilizó urea 46% (N); en fósforo de 40, 50, 60 y 70 kg/ha, usando como fuente el superfosfato de calcio triple 46% (P_2O_5); para densidad se usaron 40, 45, 50 y 55 miles de plantas/ha, utilizando el híbrido de Pioneer P-507. Se incluyeron cuatro tratamientos adicionales para comparar el tratamiento del productor que aparentemente aplica altas dosis (184-92-50,000), evaluar la oportunidad de aplicación del fertilizante nitrogenado y la capacidad productiva de la variedad H-422.

El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones y parcelas de 6 m de longitud.

Las variables de estudio fueron en ambos sitios: altura de plantas, altura de mazorcas y el rendimiento de grano al 14% de humedad y producción de rastrojo. Cada una de ellas se sometió a un análisis de varianza.

Para altura de plantas y mazorca en Estancia de los López se presentó significancia entre tratamientos, mientras que estas variables fueron estadísticamente similares en El Rosario. En cuanto a producción de grano y rastrojo, únicamente se detectaron diferencias significativas de rastrojo en la Estancia.

Los resultados indican de manera general ausencia de respuesta a los factores en estudio dentro de los tratamientos del cubo. Al efectuar el análisis económico, el

tratamiento óptimo de capital limitado e ilimitado para el sitio Estancia de los López fue de 120-50-45 (N-P₂O₅-Dp), este mismo resultó el óptimo de capital limitado para El Rosario, sitio en el cual se obtuvo mayor ingreso (capital ilimitado), al aumentar la densidad en 5 mil plantas (120-50-50).

Estos resultados permiten inferir la tendencia de que en la región el productor está sobrefertilizando su cultivo. Por otro lado, se apreciaron incrementos en al producción al fraccionar el fertilizante nitrogenado en tres aplicaciones (siembra, escarda y banderilla) respecto a fraccionarlo en dos, y al emplear como genotipo el H-422 que superó en 6.85% a la variedad comercial de la región.

I. INTRODUCCION

La producción de maíz no es un problema sólo de importancia agropecuaria, sino es fundamentalmente un producto estratégico vinculado a la soberanía nacional, ya que la atención al cultivo en la producción implica no sólo disminución de importaciones, seguridad alimentaria, significa hablar del trabajo de tres de cada cinco jornaleros que laboran en el campo mexicano. Debido a ello es conveniente el planteamiento y desarrollo de estrategias que permitan aumentar producción y productividad.

El Estado de Nayarit forma parte del esquema señalado porque el maíz es el cultivo prioritario en temporal, en consecuencia es una de las principales fuentes económicas para el productor de la región, representado por aproximadamente 10 mil familias nayaritas. En forma anual estas siembras de maíz de temporal en la entidad representan una superficie de 60 mil ha, con un rendimiento medio de 2.5 ton/ha (Programa Agrícola - SARH 1993), y se localizan en la parte sur del Estado; dentro de éste, el municipio de Amatlán de Cañas adquiere singular importancia.

En el proceso de producción de maíz en la región de Amatlán, se tiene la limitante de que la mayoría de los suelos son de baja fertilidad, y el cultivo de esta gramínea responde a aplicaciones de alrededor de 120 kg/ha de nitrógeno y aproximadamente 60 kg/ha de fósforo; no obstante, se presenta la peculiar situación de que los productores aplican dosis más elevadas de estos insumos. Particularmente en el municipio de Amatlán de Cañas no se ha explorado la respuesta del maíz a ellos, y la heterogeneidad del suelo principalmente en cuanto a color y textura, y variaciones observadas en precipitación, hacen suponer que una misma recomendación no sería precisa para la región maicera del municipio.

Por lo anterior, y en consideración de que la aplicación de sobredosis de insumos aumenta los costos de producción y a la larga pueden afectar al cultivo, se estableció el presente trabajo para definir la dosis óptima de fertilización nitrofosfatada y densidad de población en dos agrosistemas del municipio de Amatlán de Cañas.

II. OBJETIVOS E HIPOTESIS

2.1. Objetivos.

1. Evaluar la respuesta del maíz de temporal a las aplicaciones de nitrógeno, fósforo y densidad de población.
2. Definir si el productor de la región sobrefertiliza su cultivo.
3. Evaluar la oportunidad de aplicación del fertilizante nitrogenado.
4. Determinar la dosis óptima económica de nitrógeno, fósforo y densidad de población en maíz de temporal.
5. Cuantificar la producción de maíz variedad H-422 en la región.

2.2. Hipótesis

1. Hay efecto de interacción de los factores nitrógeno, fósforo y densidad de población en el rendimiento de maíz.
2. En la región maicera de Amatlán de Cañas, el productor sobrefertiliza el cultivo.
3. Es más eficiente fraccionar la aplicación del fertilizante en tres épocas: siembra, escarda y banderilla.
4. En uno de los tratamientos evaluados se encuentra el nivel óptimo de insumos.
5. El H-422 supera los rendimientos del P-507, variedad utilizada por el productor.

III. REVISION DE LITERATURA

En México, las primeras investigaciones sobre fertilización en el cultivo de maíz de temporal se realizaron en la década de los cincuenta, sin embargo, los experimentos desarrollados en la actualidad se han multiplicado.

3.1. Respuesta a fertilización y densidad de población

Macías (1957) citado por Laguna, estableció tres experimentos de fertilización en maíz de temporal en el municipio de Cintalapa, Chiapas, evaluando el efecto del fertilizante sobre aspectos de crecimiento y desarrollo del cultivo. Encontró respuesta a nitrógeno y observó que con fósforo las plantas retardaban el crecimiento. No encontró respuesta a la aplicación de potasio. De manera general hubo aumento en rendimiento de 830 kg/ha y 216 kg/ha de grano cuando se aplicó fósforo y nitrógeno respectivamente.

Peregrina (1969) mencionado por Navarro consigna que las respuestas promedio en la república mexicana para los fertilizantes nitrógeno, fósforo y potasio se encuentran en el orden de 30 a 100 kg/ha, 0 a 60 kg/ha y 0 a 30 kg/ha respectivamente.

Castañeda (1976) evaluando la respuesta en maíz de temporal a diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y densidad de población en valles del norte del Distrito de Tlaxiaco, Oaxaca, encontró en un sitio que la respuesta a nitrógeno con niveles bajos de fósforo y densidad fue favorable, obteniéndose incrementos de grano de 965 kg/ha, al pasar de 38 a 97 kg de nitrógeno por hectárea. Para el sitio número 2, al subir el nivel de fertilización de 41 a 104 kg de nitrógeno se ganaron 539 kg de maíz por hectárea. Cuando se elevó el nivel de nitrógeno y densidad de plantas en ambos sitios la respuesta al fósforo no fue superior a los 30 kg/ha y al aumentar la dosis de este nutrimento la producción presentaba decrementos. En cuanto a densidad de plantas, nitrógeno y fósforo se observó respuesta al pasar de 53,000 a 63,000, pero con niveles bajos de nitrógeno y fósforo, lo cual permitió un incremento de 187 kg/ha.

Ocampo (1977) trabajando con maíz de temporal en seis experimentos dentro de dos agrosistemas distintos en la región de Chiautla, Puebla, encontró que sólo dos presentaban diferencias significativas a nitrógeno, fósforo y densidad de población. La dosis óptima económica para capital ilimitado (DOECI) para el agrosistema de planicie fue de 70-30-35 (N-P₂O₅-Dp), con rendimiento de 1,398 kg/ha, mientras que la dosis óptima económica para capital limitado (DOECL) fue de 60-22-35 (N-P₂O₅-Dp), con rendimiento de 1,398 kg/ha. Para el agrosistema de lomerío la DOECI fue de 70-50-45 (N-P₂O₅-Dp), con rendimiento de 1,407 kg/ha y la DOECL fue de 40-24-45 (N-P₂O₅-Dp), con rendimiento de 1,457 kg/ha.

Martínez (1977) en trabajo experimental con fertilización en maíz de temporal en siete municipios de la región de los Altos de Jalisco, concluyó que los rendimientos variaron de 1,874 a 1,318 kg/ha para el testigo y el tratamiento 144-48-00 (N-P₂O₅-K), con 46,580 pl/ha, en la unidad Luvisol; mientras que para la unidad Regosol los rendimientos variaron de 1,874 kg/ha para el testigo a 3,118 kg/ha para el tratamiento 135-45-00 (N-P₂O₅-K) con 48,880 pl/ha; en la unidad Planosol se obtuvieron rendimientos de 1,142 kg/ha para el testigo sin fertilizar y de 3,302 kg/ha para el tratamiento 135-45-00 (N-P₂O₅-K) con 44,440 pl/ha. Reporta también que de rastrojo en la unidad Planosol fue para el testigo de 1,210 kg/ha y en la unidad Luvisol de 1,949 kg/ha para el tratamiento 108-48-00 (N-P₂O₅-K) con 59,830 pl/ha.

González (1978) realizó evaluaciones de fertilización y densidades en maíz de temporal en el valle de Coalcoman, Michoacán, observando que con incrementos de nitrógeno de 0 a 60 kg/ha, aplicaciones de 30 kg/ha de fósforo y densidad de 40,000 pl/ha, hubo un aumento de los rendimientos de 1,300 kg; mientras que aplicando 120 kg de nitrógeno no hubo aumento significativo con incremento de tan solo 330 kg de maíz por hectárea. Observó también que aplicando 60 kg/ha de nitrógeno con 60 y 30 kg de fósforo y densidades de 40 a 50 mil pl/ha los rendimientos fueron muy similares. Por otra parte, al aplicar 30 kg/ha de fósforo con adiciones de 60 kg de nitrógeno y 40,000 pl/ha, se produjeron incrementos de 370 y 130 kg/ha. Los resultados obtenidos indican que incrementos de fósforo después de los 30 kg/ha modifican los rendimientos de maíz en forma apreciable. No se encontró respuesta a potasio.

Colmenares (1979) en ensayo de maíz de temporal en la Mixteca Oaxaqueña encontró aumentos de producción en más de 1 ton/ha con el tratamiento 70-60-40

(N-P₂O₅-Dp), indica que el cultivo no responde a poblaciones de 50 y 60 mil plantas por hectárea.

Navarro (1980) en evaluaciones de maíz de temporal en la región de Tierra Caliente (Guerrero y Michoacán), determinó que para la localidad de Terrones, el tratamiento óptimo económico de capital ilimitado fue de 90-60-70 (N-P₂O₅-Dp), el cual supera en producción al testigo sin fertilizante en 25.1%; en cambio, el de capital limitado que fue de 30-30-50 (N-P₂O₅-Dp) supera sólo con 15.3% al testigo que rindió 4.1. ton/ha.

Para la localidad de Huetamo, la mejor respuesta fue a la dosis 90-60-60 (N-P₂O₅-Dp) con rendimiento de 4,169 kg/ha contra el testigo que produjo 2,273 kg/ha, incrementándose en 83.41% la producción.

Para la localidad de Purechucho las aplicaciones de 60 y 90 kg/ha de nitrógeno fueron estadísticamente iguales, superando significativamente a los niveles de 30 y 120 kg/ha, esto debido probablemente a que hubo poca precipitación pluvial en la época que se aplicó la mitad de nitrógeno en banderilla. En fósforo no se observó una respuesta interactiva con nitrógeno, siendo el tratamiento 90-90 (N-P₂O₅) el mejor.

En la localidad de San Jerónimo no se encontró respuesta a las aplicaciones de fósforo pero sí a nitrógeno y densidad de población, siendo el tratamiento óptimo 120-00-50 (N-P₂O₅-Dp) que produjo 3,525 kg/ha, respecto al testigo el cual rindió 1,622 kg/ha.

López (1980) reportó para el Estado de Nayarit seis agrosistemas definidos en base al criterio agronómico y los óptimos económicos calculados en cada uno de ellos fueron los siguientes:

1. Siembras de maíz en el agrosistema suelos claros profundos de punta de humedad residual, realizadas durante abril y mayo (110-25-40 kg/ha de nitrógeno, fósforo y miles de pl/ha respectivamente).
2. Siembras de maíz de temporal en suelos de lomerío, delgados, café rojizo, que se realizan una vez que se inicia el temporal (80-50-52 kg/ha de nitrógeno, fósforo y miles de pl/ha respectivamente).

3. Maíz de temporal en suelos negros de lomerío y planicie profunda, sembrado al inicio del temporal (57-40-59 kg/ha de nitrógeno, fósforo y miles de pl/ha respectivamente).
4. Maíz de temporal en suelos café rojizos tenue y planicie medianamente profundos, sembrado al inicio del temporal (116-60-53 kg/ha de nitrógeno, fósforo y miles de pl/ha respectivamente).
5. Maíz de temporal en suelos gris tenue, de lomerío y planicie, sembrado al inicio del temporal (70-28-50 kg/ha de nitrógeno, fósforo y miles de pl/ha respectivamente).
6. Maíz de temporal en suelos grises de planicie profunda que conservan humedad residual en menor grado que el sistema I, sembrado antes del inicio del temporal (90-55-44 kg/ha de nitrógeno, fósforo y miles de pl/ha respectivamente).

Laguna (1980) estableció experimentos estudiando la fertilización y densidad de población en varias localidades de los Valles Centrales de Oaxaca, observando en todos los sitios respuesta significativa en el rendimiento de los factores nitrógeno, fósforo y densidad de población. El tratamiento de mayor producción fue el 150-120-65 (N-P₂O₅-Dp) con un rendimiento medio de 5,108 kg/ha, mientras que el más bajo fue el testigo sin fertilizar con 2,751 kg/ha.

Villa (1980) evaluó en San José de Mojarra, Nayarit, dosis de fertilización nitrofosfatada y fuentes de fósforo (roca fosfórica, superfosfato de calcio triple y fosfato diamónico). Concluye que el mayor rendimiento se obtuvo utilizando fosfato diamónico y que utilizando esta fuente, el tratamiento más sobresaliente fue 85-87 (N-P₂O₅), mientras que aplicando roca fosfórica se requerían 600 kg/ha junto con 100 kg de nitrógeno.

Cruzaley (1981) trabajando con maíz de temporal encontró que para la localidad de Nexapa, Guerrero, la mejor respuesta fisiológica fue a la dosis 90-60-50 (N-P₂O₅-Dp) que supera al testigo sin fertilizar en un 71.82% en producción, con rendimiento de 4,566 kg/ha .

Para la localidad de Zitlala, Guerrero, fue el tratamiento 90-60-50 (N-P₂O₅-Dp) siendo un tratamiento adicional, debido posiblemente a la oportunidad de aplicación del fertilizante, con un rendimiento de 4,072 kg/ha, superando al testigo sin fertilizar en 26.22%.

Para la localidad de Almolonga, Guerrero, fue la dosis 90-30-40 (N-P₂O₅-Dp) superando al testigo sin fertilizar en un 87.51%, con rendimiento de 3,842 kg/ha.

Para la localidad de Quechultenango, Guerrero, la dosis 90-30-40 (N-P₂O₅-Dp) con un rendimiento de 3,321 kg/ha contra el testigo que produjo 1,633 kg/ha.

Vargas (1982) determinó para maíz de temporal el óptimo económico de fertilización y población en dos agrosistemas de los Valles Centrales de Oaxaca. En suelos café claros, de profundidad mediana determinó diferencias significativas entre tratamientos, siendo el mejor 80-50-50 (N-P₂O₅-Dp). En cambio, en suelos café rojizos profundos de planicie encontró similitud estadística entre tratamientos, por lo que recomienda aplicar los niveles bajos 60-60-50 (N-P₂O₅-Dp).

Trejo (1982) evaluó en maíz de temporal en Nayarit, siete factores de la producción (genotipo, control de malezas, fertilización nitrofosfatada, densidad de población, distribución de plantas, épocas y formas de fertilización), concluyó que los rendimientos varían en cantidades significativas al modificar los niveles de cada uno de los factores en estudio, por lo tanto confirma la interacción de los factores. Por otro lado, en relación a los agrosistemas estudiados, determinó que el porcentaje de similitud con que se asociaron los sitios experimentales dentro del agrosistema de suelos café rojizos, fue mayor del 50%, pero en suelos negros fue menor.

Un diagnóstico del cultivo indica que la zona de mayor producción de maíz se localiza en suelos de origen volcánico con pH de 5.0 a 5.7, textura migajón arcillosa a migajón arenosa, pobres en materia orgánica (menor del 1%) y contenido de fósforo de 2.5 a 3.0 kg/ha; además señala que el nitrógeno y fósforo son factores limitantes de la producción de 50 a 75%, lo que representa de 2.0 a 3.5 ton/ha (CAESIX, 1982).

García (1984) en suelos de la Malinche en Puebla, evaluó la respuesta del maíz de temporal a los factores: nitrógeno, fósforo, densidad de población, fuente de

fertilización y despunte. No se encontraron diferencias estadísticas de producción a los factores en estudio. No obstante, en cuanto al despunte se tienen más ventajas que al no hacerlo. El TOECI fue de 120-30-60 (N-P₂O₅-Dp), con un rendimiento de 5,365 kg/ha utilizando como arreglo topológico 3 pl/mata, urea y superfosfato de calcio triple como fuente de fertilización, aplicando $\frac{1}{3}$ del nitrógeno más todo el fósforo en la siembra y los $\frac{2}{3}$ del nitrógeno restante en la segunda labor, haciendo ambas aplicaciones en forma mateada. El TOECL fue de 80-20-45 (N-P₂O₅-Dp) con un rendimiento de 4,535 kg/ha, utilizando el resto de los componentes de la misma forma.

Osuna (1987) trabajó con maíz de temporal en suelos café rojizos de San José de Mojarras, Nayarit, concluyendo que el mejor tratamiento fue el 120-50-55 (N-P₂O₅-Dp) y que el tratamiento utilizado por el productor 170-70-46 (N-P₂O₅-Dp) estuvo sobrestimado, lo cual implica pérdida de recursos económicos.

Trejo (1987) en el ejido Amado Nervo, Nayarit, estableció diferentes tratamientos de fertilizantes nitrogenados (00, 125 y 250), fosfóricos y potásicos, con tres diferentes densidades de población. Sus resultados indican que el nitrógeno afecta la producción de maíz y es económico aplicar 125 kg/ha, mientras que el fósforo no afecta estadísticamente los rendimientos de maíz, pero los incrementos de cosecha permiten aplicar hasta 20 kg/ha; en cambio no se justificó aplicar potasio.

González y Carrillo (1989) trabajaron en dos agrosistemas de maíz de temporal en Jala, Nayarit:

- a) Siembras en suelos claros, profundos de punta de humedad residual, establecidas durante abril y mayo y
- b) Siembras al inicio de las lluvias en suelos de ciénega.

Encontraron en el primer agrosistema respuesta a densidad de población interaccionando con nitrógeno y fósforo. El óptimo económico fue de 120-50-55 (N-P₂O₅-Dp). Mientras que para el otro agrosistema señalaron que no hubo respuesta significativa a los factores en estudio; sin embargo, en el análisis gráfico se observó una tendencia de respuesta a nitrógeno y densidad de población, por lo que el mejor tratamiento que coincide con el de rendimiento máximo fue 100-40-45 (N-P₂O₅-Dp).

González y Gurrola (1989) en trabajos sobre fertilización y densidad de población en maíz de temporal dentro del agrosistema suelos café rojizos de valles, en San José de Mojarras, Nayarit, concluyen que hay respuesta significativa para densidad de población y fósforo, y que el tratamiento óptimo económico fue de 120-60-55 (N-P₂O₅-Dp).

3.2. Respuesta a época de aplicación de fertilizantes

Sandoval (1973) evaluó en maíz de temporal la oportunidad de aplicación del fertilizante nitrogenado; consideró al respecto tres diferentes tratamientos:

- a) 2 aplicaciones ($\frac{1}{2}$ en la siembra y $\frac{1}{2}$ en la primera escarda),
- b) 3 aplicaciones ($\frac{1}{3}$ en la siembra, $\frac{1}{3}$ en la primera escarda y $\frac{1}{3}$ en banderilla y
- c) 4 aplicaciones ($\frac{1}{4}$ en la siembra, $\frac{1}{4}$ en la primera escarda, $\frac{1}{4}$ en la segunda escarda y $\frac{1}{4}$ en banderilla).

Determinó diferencias significativas en las épocas, siendo la mejor dos aplicaciones (4.98 ton/ha), que estadísticamente fue similar a cuatro (4.92 ton/ha).

Navarro (1980) realizó un estudio en la región de Tierra Caliente, Guerrero, en varias localidades, con diversos factores de la producción, en particular sobre la oportunidad de la aplicación del fertilizante evaluó cuatro tratamientos:

- a) Todo el fósforo y nitrógeno en la siembra.
- b) Todo el fósforo más $\frac{1}{2}$ del nitrógeno en la siembra y el $\frac{1}{2}$ restante en banderilla.
- c) Todo el fósforo y nitrógeno en la primera escarda.
- d) Todo el fósforo más $\frac{1}{2}$ del nitrógeno en la primera escarda y el $\frac{1}{2}$ restante en banderilla.

Los rendimientos medios obtenidos fueron 3,276; 3,775; 3,758 y 3,776 kg/ha respectivamente, por lo que hay tendencia de obtener mayor producción cuando el nitrógeno se fracciona en dos partes.

Amador y Balderas (1981) en estudios sobre fertilización realizados en el sur de Nayarit, para suelos negros y café rojizos de valles, aplicaron el fertilizante en dos etapas:

- a) $\frac{1}{3}$ del nitrógeno y todo el fósforo en la siembra y
- b) El nitrógeno restante ($\frac{2}{3}$) en la segunda labor, aproximadamente a los 40 días de nacido el cultivo.

Para suelos de humedad residual en temporal y suelos rojizos de la costa, la primera aplicación ($\frac{1}{2}$ del nitrógeno y todo el fósforo) fue en las primeras lluvias y la segunda ($\frac{1}{2}$ del nitrógeno) a los 30 y 40 días después de la primera fertilización.

Villa (1982) coincide con los anteriores autores en la forma de fraccionar la aplicación del fertilizante en investigaciones hechas en el sur de Nayarit, en suelos café rojizos.

3.3. Respuesta a variedades

Vidal (1989) evaluó variedades de maíz de temporal en varias localidades del Estado de Nayarit. Encontró que para suelos café rojizos de lomerío sobresalieron el H-422 y el P-507 con rendimientos comerciales de 5.7 y 5.5 ton/ha, los cuales no fueron superados estadísticamente. Dentro del agrosistema suelos café rojizos de valles también sobresalieron ambas variedades: el H-422 produjo 5.9 ton/ha y el P-507 5.94 ton/ha. En cambio, en suelos claros de valles, el H-422 y el P-507 presentaron un rendimiento comercial muy bajo (2.65 y 3.44 ton/ha respectivamente), siendo superados estadísticamente por B-840 y V-526 que rindieron más de 4.0 ton/ha.

Vidal (1990) continuando con sus evaluaciones con maíz de temporal en el sur de Nayarit, encontró que el agrosistema suelos café rojizos de lomeríos no hubo diferencias significativas de los materiales evaluados, destacando por su superioridad numérica en rendimiento los siguientes 11 materiales en orden de importancia: P-3230, P-3288, H-430, T-7103, XPM-7759, H-326-E, M-355, H-434, P-507, A-681 y H-422, con producciones que fluctuaron de 6.7 a 5.8 ton/ha. En suelos café rojizos de valles, tampoco encontró diferencias significativas entre los maíces evaluados; numéricamente destacaron siete materiales con producciones de 6.3 a 5.1 ton/ha. El H-422 tuvo un rendimiento comercial de 4.3 ton/ha y el P-507 rindió 4.7 ton/ha.

Vidal (1991) estableció en el sur de Nayarit por tercera vez consecutiva un ensayo de variedades de maíz de temporal en suelos café rojizos. El rendimiento promedio de grano fue de 5.4 ton/ha, el tratamiento menos productivo fue de 4.5 ton/ha y el de mayor producción de 6.1 ton/ha, sólo el material P-3288 superó estadísticamente a los testigos. Los maíces con producciones superiores a los 5.7 ton/ha fueron la P-3288, B-810, P-3242, CMT-12, X-304-C, H-430, P-3296, CM-Pacífico, TB-7201 y B-840. El H-422 tuvo un rendimiento de 5.5 ton/ha, mientras que el P-507 rindió 5.39 ton/ha. Para el agrosistema suelos café rojizos de valles también se obtuvo una media de producción de 5.4 ton/ha, fluctuando de 4.4 a 6.4 ton/ha, con diferencias altamente significativas para rendimiento entre variedades, aunque al aplicar la prueba de comparación de medias (t - Dunnet, 0.05) se reflejó una similitud estadística entre los maíces. El H-422 tuvo un rendimiento comercial de 5.2 ton/ha, mientras que el P-507 fue de 4.8 ton/ha.

IV. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

4.1. Ubicación geográfica

El municipio de Amatlán de Cañas se localiza al sur del Estado de Nayarit, colindando con Jalisco. Limita con los siguientes municipios: Ixtlán del Río, Nayarit, al norte; Magdalena, Jalisco, al noroeste; San Marcos, Jalisco, al este; Guachinango, Jalisco, al sur; San Sebastián, Jalisco, al oeste y Ahuacatlán, Nayarit, al noroeste. Geográficamente se ubica entre los $20^{\circ} 48' 04''$ de latitud norte y $104^{\circ} 24' 04''$ de longitud oeste del meridiano de Greenwich. (Figura No. 1).

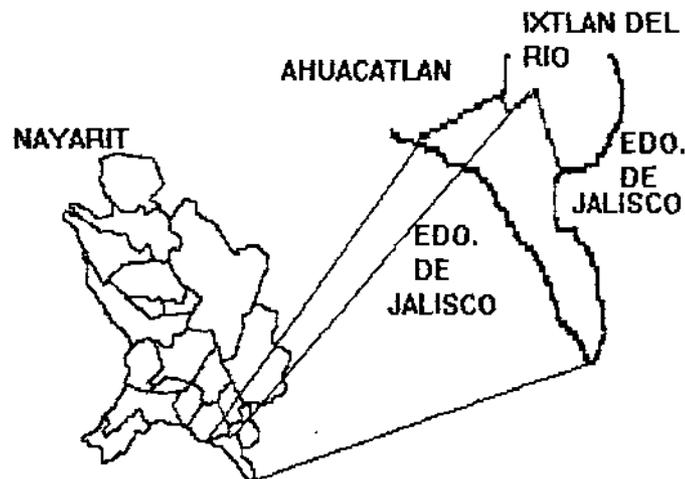


Figura No. 1. Localización del municipio de Amatlán de Cañas en el Estado de Nayarit.

4.2. Clima

De acuerdo a la clasificación climática de Köeppen, modificado por García (1981), en el área se encuentra el clima tipo $Aw_0(w)(e)$, el cual se define como cálido subhúmedo con lluvias en verano y agrupa los subtipos menos húmedos de los cálidos subhúmedos, con precipitación del mes más seco menor de 6 mm y con lluvias invernales menores al 5% de la anual.

La precipitación pluvial promedio anual es de 881 mm, siendo los meses de junio, julio, agosto y septiembre los que presentan más precipitación. El temporal se establece en la segunda quincena de junio y termina en septiembre, presentándose algunas lluvias ligeras en los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero, siendo los meses más secos febrero, marzo, abril y mayo.

La temperatura promedio es de 25 °C, siendo los meses de julio y agosto los más cálidos con 28 °C y los meses más fríos enero y febrero con temperaturas de 21 °C.

4.2.1. Temperatura del ciclo P.V. 89/89

Las temperaturas medias mensuales en los meses de desarrollo del cultivo fueron de 27.5 °C en julio, 27.5 °C en agosto, 26 °C en septiembre y 24 °C en octubre, según la información proporcionada por el Departamento de Estadística de la Delegación SARH en el Estado de Nayarit.

Los valores de temperatura señalados, junto con los mínimos y máximos registrados en dicho período, se presentan en la figura 2.

4.2.2. Precipitación del ciclo P.V. 89/89

Durante el período de junio a octubre de 1989, esto es, durante el desarrollo del cultivo, se registró un valor acumulado de precipitación de 538 mm. Para los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre se registraron precipitaciones de 70, 137, 114, 112 y 105 mm, respectivamente.

La distribución mensual de los datos señalados se presentan en la figura 2.

4.3. Suelos

Los suelos que predominan son planosoles arcillosos, luvisoles grises, francos, regosoles arenosos; los arcillosos son de color gris carentes de drenaje, presentan altas acumulaciones de arcilla y son pobres en fierro; los suelos francos presentan un color rojo oscuro, sin presencia de pedregosidad, tienen un drenaje bueno y su color es

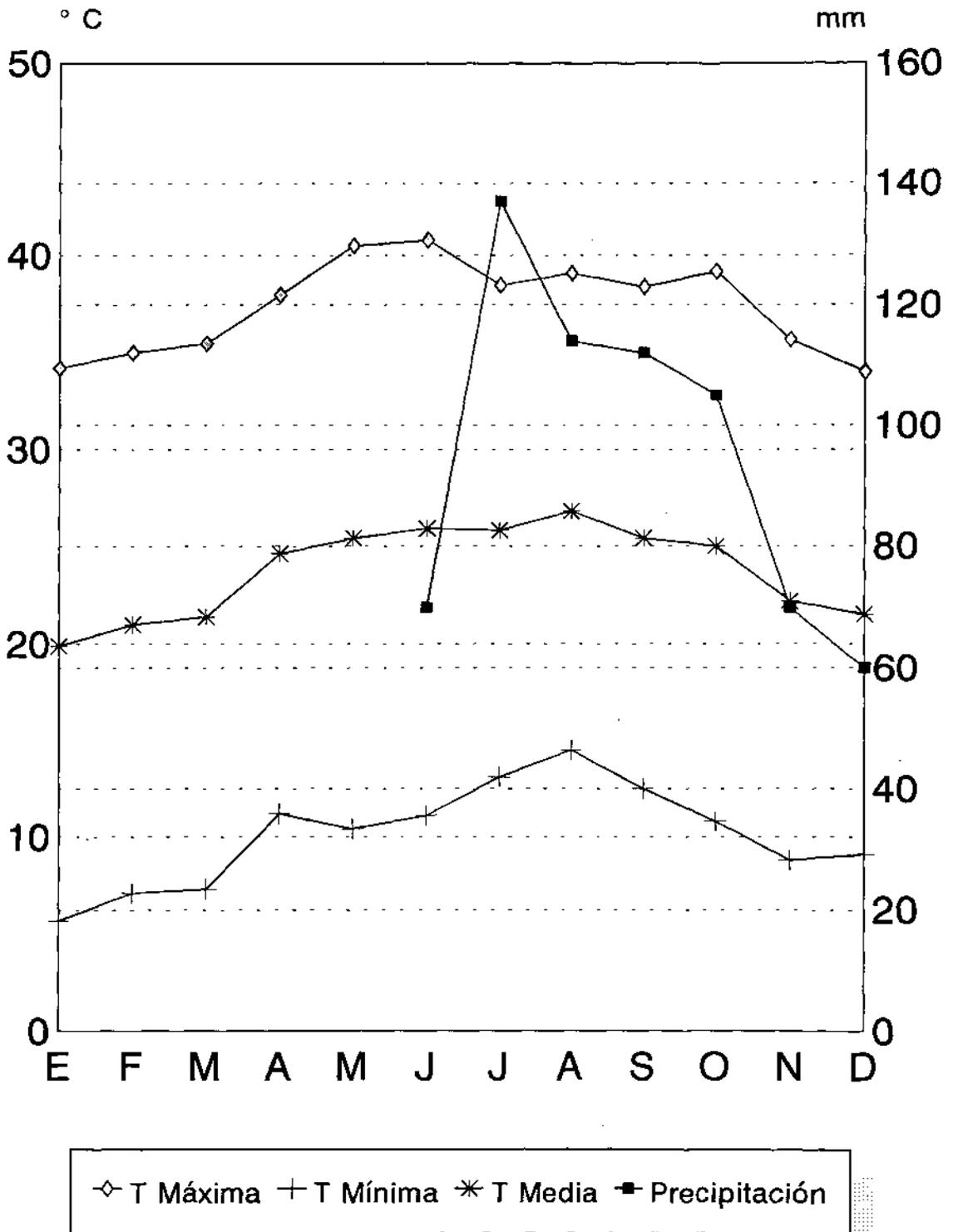


Figura 2. Temperaturas y precipitación en el Municipio Amatlán de Cañas.

reducido por la oxidación del hierro y los suelos arenosos que presentan alto grado de pedregosidad, tienen buen drenaje y son suelos profundos con el 2% de M.O.

4.4. Agrosistema

De acuerdo con la condiciones de suelo, clima y manejo, el área de estudio está identificada con el agrosistema suelos café rojizos de lomerío al diferir de otros en su textura, color, profundidad, fertilidad, grado de acidez, cultivos y prácticas agrícolas que se realizan en el mismo.

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Factores en estudio

Las variables o factores principales que se estudiaron en los dos sitios del experimento fueron los siguientes:

Nitrógeno	(N)
Fósforo	(P₂O₅)
Densidad de población	(Dp)

En forma adicional se evaluaron otros dos factores en estudio que son:

- La oportunidad de fraccionar el fertilizante con el fin de aprovecharlo mejor y
- La producción de una variedad que pueda ser una opción más a la que usa el productor de la región.

5.1.1. Espacios de exploración para N-P₂O₅-Dp

Los niveles o espacios de exploración de cada uno de los factores principales de estudio fueron cuatro. Para nitrógeno se varió de 100 a 160 kg/ha, en fósforo de 40 a 70 kg/ha y para densidad de población de 40 a 55 mil plantas por hectárea, como se observa en el cuadro No. 1.

Cuadro No. 1. Espacios de exploración para los factores N-P₂O₅-Dp

FACTORES	NIVELES				UNIDAD
N	100	120	140	160	kg/ha
P ₂ O ₅	40	50	60	70	kg/ha
Dp	40	45	50	55	miles pl/ha

5.1.2. Fuente de fertilizante

Se utilizó como fuente de nitrógeno urea (46%) y de fósforo, el superfosfato de calcio triple (46%) que son los materiales disponibles en la región.

5.1.3. Método de fertilización

La fertilización se aplicó en banda en todas sus épocas de aplicación, en la siembra el fertilizante se depositó aproximadamente a 0.05 m retirado de la semilla. Para fines de este experimento se aplicó en forma manual, aunque a nivel comercial hay equipo apropiado.

5.1.4. Oportunidad de aplicación

La oportunidad de aplicación del fertilizante para los tratamientos principales (tratamientos 1 al 14 y 17 adicional del cuadro No. 2), fue fraccionar el nitrógeno en un tercio y junto con todo el fósforo se aplicó al momento de la siembra, el resto del nitrógeno se aplicó a los treinta y cinco días después. En los tratamientos adicionales (No. 16 y 18), se aplicó $\frac{1}{3}$ de nitrógeno en la siembra, a los treinta y cinco días después se aplicó otra tercera parte y el tercio restante de nitrógeno a los sesenta días, estando la planta en banderilla.

5.1.5. Variedad

En el presente estudio se sembraron los híbridos P-507 y H-422. El primero se utilizó como variedad principal porque tiene buena adaptación en la región y es conocido a nivel comercial; el segundo es un material prometedor de PRONASE que pudiera resultar una alternativa más para el productor.

5.2. Diseño de tratamientos

En el diseño de tratamientos se utilizó una matriz experimental Plan Puebla I para tres factores con cuatro niveles, la cual genera 14 tratamientos, más cuatro adicionales. Se evaluó un total de 18 tratamientos (Cuadro No. 2), los tratamientos adicionales son:

- a) La recomendación del INIFAP: 120-50-46;
- b) El tratamiento utilizado en la región: 184-92-50, el cual aplica fraccionado el nitrógeno en tres partes (siembra, 35 días después y banderilla);
- c) Tratamiento central de la matriz Plan Puebla I, con la variedad adicional H-422 y
- d) Tratamiento central de la matriz Plan Puebla I con las tres aplicaciones del fertilizante nitrogenado.

Cuadro No. 2. Lista de tratamientos ensayados en el cultivo de maíz utilizados en la matriz Plan Puebla I, para Estancia de los López y El Rosario, municipio de Amatlán de Cañas, Nay. Ciclo P.V. 1989/89.

No. de Tratamiento	Kg/ha		D.P.	Variedad
	N	P ₂ O ₅	Miles Pl/ha	
1	120	50	45	P-507
2	120	50	50	P-507
3	120	60	45	P-507
4	120	60	50	P-507
5	140	50	45	P-507
6	140	50	50	P-507
7	140	60	45	P-507
8	140	60	50	P-507
9	100	50	45	P-507
10	160	60	50	P-507
11	120	40	45	P-507
12	140	70	50	P-507
13	120	50	40	P-507
14	140	60	55	P-507
15	120	50	46	Testigo INIFAP
16	184	92	50	Tradicional 3 aplicaciones
17	140	60	50	Variedad H-422
18	140	60	50	Adicional 3 aplicaciones

SECRETARÍA FACULTAD DE AGRICULTURA

5.3. Diseño experimental

Se utilizó diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo formada por cuatro surcos de seis metros de longitud a una distancia de 0.70 m de separación, la cual da una superficie de 16.8 m²; como parcela útil se cosecharon los surcos centrales con una superficie de 8.4 m².

5.4. Manejo del experimento

5.4.1. Muestreo de suelo

Antes de proceder a la siembra del experimento se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 0.30 m para su análisis fisicoquímico (Cuadro No. 3).

De acuerdo con los resultados de los análisis del suelo de los sitios experimentales, como se observa en el cuadro No. 3, para el Rosario, los resultados muestran los nutrimentos básicos dentro de un valor medio de fertilidad, sin problemas de salinidad, considerándose como un suelo normal de buenas condiciones. Similares resultados se presentan para el sitio Estancia de los López.

Cuadro No. 3. Características Físico-Químicas del suelo en Estancia de los López y El Rosario, municipio de Amatlán de Cañas, Nay. Ciclo P.V. 1989/89

Características	Estancia de los López	El Rosario
Profundidad	0.30	0.30
Densidad Aparente	1.20	1.20
Textura	Migajón arcillo-arenoso	Arcilla
pH	5.6	5.6
Materia Orgánica (%)	1.83 B	2.51 M
Nitrógeno Asimilable	98.8 M	135.8 M
Fósforo (Bray-1) kg/ha	31.2 M	86.5 A
Potasio (Flamometría) kg/ha	286.0 M	327.6 A
C.E. (Dil 1:5)	0.12	0.19

A=Alto

M=Medio

B=Bajo

5.4.2. Preparación del terreno

Se realizó un barbecho y dos rastreos en forma mecánica a una profundidad aproximada de 0.30 m. Posteriormente se surcó dejando una separación entre surcos de 0.70 m para los dos sitios experimentales.

5.4.3. Siembra

Una vez trazadas las unidades experimentales se realizó la siembra el día 6 de julio de 1989 para el sitio El Rosario y el día 19 de julio para el sitio Estancia de los López, dejando una separación entre plantas de acuerdo a la densidad de población para cada uno de los tratamientos en cada bloque. Se depositaron cuatro semillas por golpe a tapa-pié para asegurar las densidades planeadas.

5.4.4. Labores de cultivo

Al momento de la siembra, mezclado con el fertilizante, se aplicó Furadán al 5% G, a razón de 20 kg/ha, una vez calculada la dosis para la parcela experimental se aplicó a cada uno de los surcos de las unidades experimentales para el combate de las plagas siguientes: gallina ciega (*Phyllophaga spp*), gusano de alambre (*Agriotes spp*), diabroticas o queresillas (*Diabrotica spp*). A los 10 días después de la siembra se aclaró y resembró dejando la densidad adecuada para cada tratamiento.

El control de maleza se realizó en preemergencia químicamente el día 7 de julio para el sitio No. 1 y el día 20 del mismo mes para el sitio No. 2, se aplicó Primagram F-W-500 a razón de 3.0 l/ha, calculándose la dosis de acuerdo al tamaño de la parcela experimental. La aplicación se hizo con mochila manual.

Las plagas del follaje se controlaron con insecticida Lorsban 3% G, a razón de 10 kg/ha al observarse infestaciones hasta de 30% de plantas con gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Una vez calculada la dosis para las parcelas experimentales se procedió a su aplicación los días 13 y 25 de agosto para los sitios Estancia de los López y El Rosario respectivamente.

5.4.5. Toma de datos

Esta actividad se efectuó desde la siembra hasta la cosecha, el 28 y 30 de septiembre se tomó el dato de la variable altura de planta en los dos sitios. Para obtener este dato se utilizó una regla de madera de 3 m de longitud, midiendo la planta desde su base hasta el extremo de la espiga. El mismo día para los dos sitios se tomó el dato altura a la mazorca, midiendo la planta desde su base hasta donde empieza la mazorca.

Para la variable peso promedio de rastrojo se pesaron todas las plantas de un surco de cada una de las unidades experimentales.

Por último la variable porcentaje de humedad de grano de maíz, de las 6 mazorcas utilizadas como muestra en cada una de las unidades experimentales se determinó en el INIFAP.

5.4.6. Cosecha

Esta se realizó el día 27 de noviembre en los sitios experimentales El Rosario y Estancia de los López, alcanzando perfectamente la planta su madurez fisiológica, tomando los dos surcos centrales, cosechando solamente las plantas con competencia completa. Se determinó humedad del grano y se pesó por tratamiento, ya desgranadas las mazorcas se ajustaron al 14% de humedad, multiplicándose el correspondiente factor de superficie para transformar a kg/ha, y por el factor 0.8 para estimar los rendimientos al nivel comercial.

5.5. Análisis estadístico

El procesamiento general de datos se hizo con esta información en la cual se obtuvo para las variables rendimiento en grano, rastrojo, altura de planta y altura de mazorca el correspondiente análisis de varianza.

Posteriormente se analizaron los resultados del experimento por el método gráfico estadístico para la interpretación económica de experimentos conducidos con la matriz Plan Puebla I, con el cual se determinaron las dosis óptimas económicas (DOE) para los factores N-P₂O₅-Dp.

5.5.1. Método gráfico - estadístico

En los cuadros No. 12 y 13, se presenta el algoritmo del análisis económico por el método gráfico - estadístico aplicado en los dos sitios experimentales. En la columna 1 aparece la lista de 14 tratamientos correspondientes a la matriz Plan Puebla I para tres factores (N-P₂O₅-Dp). En la columna 2 aparece la identificación de los ocho primeros tratamientos correspondientes al factorial 2³. El término [1] significa que en este tratamiento está la combinación de los niveles bajos en el 2³ de los dos factores, y por el paréntesis rectangular que los rendimientos se expresan en términos totales, sobre las cuatro repeticiones, dados en la columna 3. El término |d| asociado al segundo tratamiento significa que solamente el factor densidad de población, D, está presente a su nivel alto y los demás factores a sus niveles bajos. El término |p| asociado al tercer tratamiento significa que el factor fertilizante fosfórico, P, está presente a su nivel más alto y el fertilizante nitrogenado, N, y la densidad de población. Finalmente el término [npd] asociado con el 8º tratamiento significa que los tres factores están presentes a sus niveles altos. Las columnas 4, 5 y 6 corresponden al método automático de Yates.

Según este método, se calculan tanto columnas como factores involucrados en el factorial. La primera columna de Yates se obtiene a partir de dos en dos hasta llegar a la mitad de la columna; enseguida se restan algebraicamente, también por pares, el de abajo menos el de arriba, comenzando con el primer par de totales para completar los ocho valores de la columna. A continuación se aplica el mismo procedimiento a la 1ª columna de Yates para obtener la 2ª y a partir de ésta la 3ª.

Enseguida se hace una prueba factorial, sobre si podemos distinguirlo del valor cero. Esta prueba es la comparación con el efecto mínimo significativo. En la parte inferior de los cuadros No. 12 y 13 se presenta el valor del cuadrado medio del error (CME), grados de libertad (GL) y la fórmula para obtener el efecto mínimo significativo, EMS, con una probabilidad del 10% de cometer error tipo I.

Para determinar significancia entre tratamientos, primeramente se enlistan los rendimientos medios, columna 9, que resultan de dividir los rendimientos totales entre el número de repeticiones. Esta determinación se hace mediante una diferencia mínima significativa, DMS, cuya fórmula aparece al pié de los cuadros No. 12 y 13, que sirve para comparar las medias de cada factor en sus diferentes niveles. De tal manera que si la diferencia en rendimiento entre los diferentes niveles de cada factor excede a este

valor, se dice que no existe diferencia estadística significativa en los espacios de exploración; además que se tiene un tratamiento testigo absoluto adicional como referencia.

Para seguir con el análisis gráfico - estadístico, se calculó con precios vigentes a 1989 el costo de la unidad de nitrógeno y de fósforo, aumentándoles el valor de los costos promedio de transporte y aplicación, interés bancario sobre el crédito y seguro agrícola, todo lo que originó un costo aproximado de nitrógeno y de fósforo de N\$ 1.88 y N\$ 2.29 por kg. A su vez, el costo de 1,000 plantas de maíz, se consideró en N\$ 7.00 (costo de semilla más costo de siembra). Y el costo por kg de maíz en N\$ 0.498 estimado al precio medio rural de la región (Cuadro No. 14).

En la columna 10 aparecen los costos variables para cada tratamiento que se calcula como sigue:

$$CV = nN + pP + dD$$

En donde:

CV = Capital variable

n = Costo kg de nitrógeno

p = Costo kg de fósforo

d = Costo 1,000 plantas

En la columna 11 aparece el ingreso más costos fijos que resulta de la siguiente manera:

$$IN + CF = \text{Rendimiento promedio} \times \text{precio ton maíz} - CV$$

IN = Incremento neto

CF = Costos fijos

De los valores resultantes, el tratamiento que se asocie con el mayor valor será el tratamiento óptimo económico para capital ilimitado (TOECI).

La columna 12 representa el incremento en rendimiento que es la diferencia en producción de cada tratamiento con relación al testigo.

A continuación se calcula los incrementos de ingreso neto, columna 13, que resulta de la expresión:

$IIN = \text{Incremento en rendimiento} \times \text{precio ton de maíz}$

Finalmente se determina la tasa de retorno de capital variable columna 14, obteniéndose de la siguiente manera:

$$TRCV = \frac{IIN}{CV}$$

Por lo tanto el valor que se asocia a la más alta tasa de retorno corresponde al tratamiento óptimo económico para capital limitado (TOECL).

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. Resultados

De acuerdo a la metodología mencionada, se calculó la producción de rastrojo, altura de plantas, altura de mazorcas y el rendimiento de grano, con 14% de humedad, por hectárea, para ambos sitios. Los valores de las variables asociados con cada uno de los tratamientos fueron concentrados en los cuadros 1A y 2A del apéndice, para los dos sitios en estudio. Ordenándolos de acuerdo a tratamiento y repetición.

6.1.1. Grano

El máximo rendimiento comercial obtenido en Estancia de los López correspondió al tratamiento 120-60-50,000 con un rendimiento de 6.708 ton/ha. El menor rendimiento para el mismo sitio fue el obtenido con el tratamiento 140-60-50,000 con 2.092 ton/ha. El rendimiento promedio del experimento fue de 4.838 ton/ha.

En el experimento establecido en El Rosario, el máximo rendimiento correspondió al mismo tratamiento 120-60-50,000 con un rendimiento de 7.336 ton/ha. El tratamiento con el menor rendimiento fue el 120-50-46,000 con un rendimiento de 3.126 ton/ha. El rendimiento promedio observado fue de 5.513 ton/ha.

6.1.2. Rastrojo

El máximo rendimiento en Estancia de los López correspondió al tratamiento 140-60-50,000 con un rendimiento de 5.994 ton/ha. El menor rendimiento fue con el tratamiento 140-60-50,000 con 2.092 ton/ha. El rendimiento promedio del experimento fue de 4.838 ton/ha.

En El Rosario, el máximo rendimiento correspondió al tratamiento 120-50-46,000 con un rendimiento de 4.350 ton/ha. El tratamiento con el menor rendimiento

fue el 120-50-50,000 con un rendimiento de 1.550 ton/ha. El rendimiento promedio observado fue de 2.787 ton/ha.

6.1.3. Altura de planta

La máxima altura de planta se obtuvo en Estancia de los López con el tratamiento 184-92-50,000 con una altura de 268 cm. El porte más pequeño fue el obtenido con el tratamiento 140-60-50,000 con 154 cm. La altura promedio del experimento fue de 226 cm.

En El Rosario, la máxima altura correspondió al tratamiento 120-50-46,000 con una altura de 287 cm. El tratamiento con el menor porte fue el 120-40-45,000 con 218 cm. La altura promedio observada fue de 254 cm.

6.1.4. Altura de mazorca

La máxima altura de mazorca en Estancia de los López correspondió al tratamiento 100-50-45,000 con 136 cm, mientras que la menor fue con el tratamiento 140-60-50,000 con 68 cm. La altura promedio del experimento fue de 109 cm.

En El Rosario, la máxima altura correspondió al tratamiento 120-60-45,000 con una altura de 180 cm. El tratamiento con la menor altura fue el 140-60-50,000 con 100 cm. La altura promedio observada fue de 135 cm.

6.2. Análisis estadístico

A cada una de las variables mencionadas se les sometió a un análisis de varianza utilizando el software Statistical Analysis System (SAS) para microcomputadoras.

6.2.1. Grano

En el Cuadro 4 se puede apreciar el análisis de varianza para el rendimiento de grano en Estancia de los López. No hay significancia para tratamientos, aunque el efecto de bloques sí es significativo, por lo que se concluye que la distribución en bloques fue correcta.

El análisis de varianza para el rendimiento de grano en El Rosario, se presenta en el Cuadro 5. Se observa que no hay efecto de tratamiento, por lo que se concluye que estadísticamente son iguales; tampoco se observa significancia de bloques, lo cual se puede atribuir a una incorrecta distribución de bloques o bien que no existía en el terreno una marcada variabilidad.

Cuadro No. 4. Análisis de varianza para rendimiento de grano de maíz. Estancia de los López, municipio de Amatlán de Cañas, Nay.

FACTOR DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	17	19.828725	1.166396	1.19	1.89	2.46
Bloques	3	45.825797	15.275266	15.60	2.80	4.21
Error Experimental	51	49.93441668	0.97910621			
Total	71	115.58893831				

C.V. = 20.45 %

\bar{X} = 4.838 ton/ha

Cuadro No. 5. Análisis de varianza para rendimiento de grano de maíz. El Rosario, municipio. de Amatlán de Cañas, Nay.

FACTOR DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	17	16.562078	0.974240	1.34	1.89	2.46
Bloques	3	4.423537	1.474512	2.03	2.80	4.21
Error Experimental	51	37.00364953	0.72556176			
Total	71	57.98926465				

C.V. = 15.45 %

\bar{X} = 5.513 ton /ha

6.2.2. Rastrojo

En el Cuadro 6 se presenta el análisis de varianza para el rendimiento de rastrojo en Estancia de los López. Se presenta el mismo caso que para rendimiento de grano: No significancia para tratamientos, aunque para bloques sí es significativo, por lo que se concluye en la misma forma, que la distribución en bloques fue correcta.

El análisis de varianza para el rendimiento de rastrojo en El Rosario, se muestra en el Cuadro 7. En este caso también concuerda con el de rendimiento de grano: No efecto de tratamiento, ni de bloques, lo cual se concluye en la misma forma: una incorrecta distribución de bloques o bien que no existía en el terreno una marcada variabilidad.

Cuadro No. 6. Análisis de varianza para producción de rastrojo de maíz. Estancia de los López, municipio. de Amatlán de Cañas, Nay.

FACTOR DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	17	15.1242101	0.8896594	1.01	1.89	2.46
Bloques	3	8.3467622	2.7822541	3.16	2.80	4.21
Error Experimental	51	44.93839410	0.88114498			
Total	71	68.40936632				

C.V. = 37.54 %

\bar{X} = 2.500 ton/ha

Cuadro No. 7. Análisis de varianza para producción de rastrojo de maíz. El Rosario, municipio. de Amatlán de Cañas, Nay.

FACTOR DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	17	6.0725000	0.3572059	1.39	1.89	2.46
Bloques	3	1.6373611	0.5457870	2.13	2.80	4.21
Error Experimental	51	13.07388889	0.25635076			
Total	71	20.78375000				

C.V. = 18.16 %

\bar{X} = 2.787 ton/ha

6.2.3. Altura de plantas

En el Cuadro 8 se aprecia el análisis de varianza para la altura de plantas en Estancia de los López. Hay significancia para tratamientos al 5%, lo que nos permite concluir que el desarrollo vegetativo fue más afectado por las dosis de fertilizante, que la producción de grano y rastrojo. Persiste la significancia de bloques ya observada en los Análisis de varianza de grano y rastrojo.

El análisis de varianza para la altura de planta en El Rosario, se presenta en el Cuadro 9. Se observa que no hay efecto de tratamiento, por lo que se concluye que estadísticamente son iguales; pero si se observa significancia de bloques, por lo que se puede concluir que la altura de plantas fue más afectada por la variabilidad del terreno, que la producción de grano y rastrojo.

Cuadro No. 8. Análisis de varianza para altura de plantas de maíz. Estancia de los López, municipio. de Amatlán de Cañas, Nay.

FACTOR DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	17	18055.278	1062.075	2.47	1.89	2.46
Bloques	3	4208.944	1402.981	3.26	2.80	4.21
Error Experimental	51	21921.05556	429.82462			
Total	71	44185.27778				

C.V. = 9.16 %

\bar{X} = 226 cm

Cuadro No. 9. Análisis de varianza para altura de plantas de maíz. El Rosario, municipio. de Amatlán de Cañas, Nay.

FACTOR DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	17	4753.403	279.612	1.57	1.89	2.46
Bloques	3	6544.042	2181.347	12.28	2.80	4.21
Error Experimental	51	9061.20833	177.67075			
Total	71	20358.65278				

C.V. = 5.23 %

\bar{X} = 254 cm

6.2.4. Altura de mazorca

En el Cuadro 10 se aprecia el análisis de varianza para la altura de mazorcas en Estancia de los López. Hay significancia para tratamientos al 5%, lo que es una secuencia de lo observado en el análisis de la altura de plantas: el desarrollo vegetativo fue más afectado por las dosis de fertilizante, que la producción de grano y rastrojo. Aunque no se presenta la significancia de bloques observada en los análisis de varianza de grano, rastrojo y altura de plantas.

El análisis de varianza para la altura de mazorcas en El Rosario, se presenta en el Cuadro 11. Se observa que no hay efecto de tratamiento, por lo que se concluye que estadísticamente son iguales; y tampoco significancia de bloques.

Cuadro No. 10. Análisis de varianza para altura de mazorcas. Estancia de los López, municipio. de Amatlán de Cañas, Nay.

FACTOR DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	17	5697.7361	335.1609	2.13	1.89	2.46
Bloques	3	1101.7083	367.2361	2.33	2.80	4.21
Error Experimental	51	8021.541667	157.285131			
Total	71	14820.986111				

C.V. = 11.42 %

\bar{X} = 109 cm

Cuadro No. 11. Análisis de varianza para altura de mazorcas. El Rosario, municipio. de Amatlán de Cañas, Nay.

FACTOR DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	17	18430.000	1084.118	0.63	1.89	2.46
Bloques	3	13990.500	4663.500	2.71	2.80	4.21
Error Experimental	51	87693.00000	1719.47059			
Total	71	120113.50000				

C.V. = 30.58 %

\bar{X} = 135 cm

6.3. Respuesta a los factores estudiados.

6.3.1. Nitrógeno

6.3.1.1. Estancia de los López

En las gráficas No. 1 de las figuras 3, 4, 5 y 6 del Apéndice se presentan las curvas que indican la respuesta al nitrógeno de las variables en estudio. En los cuatro casos, las curvas son similares; el mayor valor está asociado con el tratamiento 120-60-

50. Excepto para la altura de mazorca, para todos los casos, una mayor dosis de fertilizante nitrogenado se encuentra asociado con un decremento en la producción o en la altura.

6.3.1.2. El Rosario

Se presenta la misma tendencia que en el sitio anterior, a mayor cantidad de fertilizante nitrogenado, menor rendimiento o altura. En el caso de producción de grano el mayor valor también está asociado con el tratamiento 120-60-50 (Gráficas No. 1 de las Figuras 7, 8, 9 y 10 del Apéndice).

6.3.2. Fósforo

6.3.2.1. Estancia de los López

Las curvas de respuesta son similares, excepto para la altura de mazorca, una mayor dosis de fertilizante fosfórico se encuentra asociado con un decremento en la producción o en la altura.; el mayor valor está asociado con el tratamiento 120-40-45 (Gráficas No. 2 de las Figuras 3, 4, 5 y 6 del Apéndice).

6.3.2.2. El Rosario

Se presenta la misma tendencia que en el sitio anterior, a mayor cantidad de fertilizante fosfórico, menor rendimiento o altura. En el caso de producción de grano el mayor valor también esta asociado con el tratamiento 140-50-50 (Gráficas No. 2 de las Figuras 7, 8, 9 y 10 del Apéndice).

6.3.3. Densidad de Población

6.3.3.1. Estancia de los López

La respuesta a la densidad de población es semejante para las cuatro variables en estudio: Una respuesta cuadrática inversa; se presenta primero un pequeño descenso de la variable al pasar a los niveles intermedios, pero aumenta rápidamente al pasar a los más altos. Las curvas nos indican claramente que hay un efecto positivo de la densidad de población (Gráficas No. 3 de las Figuras 3, 4 5 y 6 del Apéndice).

6.3.3.2. El Rosario

Se presenta la misma tendencia que en el sitio anterior, a mayor densidad de población, mayor rendimiento o altura. En el caso de producción de grano el mayor valor también está asociado con el tratamiento 140-60-50 (Gráficas No. 3 de las Figuras 7, 8, 9 y 10 del Apéndice).

6.4. Análisis económico

El análisis económico de los experimentos se llevó a cabo de acuerdo al método gráfico estadístico propuesto por Turrent, los precios de los insumos en dichos análisis se muestran en el Cuadro 14.

Cuadro No. 12. Relación de precios y costos unitarios empleados para el análisis económico.

Conceptos	Costo
1 kg de N	N\$ 1.88
1 kg de P ₂ O ₅	N\$ 2.29
1000 plantas de maíz	N\$ 7.30
1 kg de maíz	N\$ 0.498

6.4.1. Análisis económico de Estancia de los López

Dentro de los tratamientos del cubo de la matriz, no hubo respuesta significativa al 10% de probabilidad. Por lo que se consideró un solo tratamiento, el 120-50-45,000, con los niveles más bajos en estudio; tuvo un rendimiento promedio de 4.920 ton/ha, con unos ingresos de N\$ 2,475.55.

En las prolongaciones del cubo no se encontró respuesta a nitrógeno, pero el fósforo tuvo un efecto significativo de reducir el rendimiento al pasar a su nivel más alto; para la densidad de población no se observó efecto significativo de aumentar el rendimiento al pasar a niveles más altos.

En ese sentido la recomendación de producción para capital limitado (TOECL) es la 120-50-45,000 con un rendimiento de 4.920 ton/ha; y una tasa de retorno de capital variable (TRCV) de -27.86.

6.4.2. Análisis económico de El Rosario

Unicamente se encontró respuesta significativa a la densidad de población en los tratamientos dentro del cubo de la matriz. Por lo que se consideraron dos tratamientos, el 120-50-45,000, con un rendimiento promedio de 4.885 ton/ha, con unos ingresos de N\$ 2,439.91, y el 120-50-50,000 con un rendimiento de 5.946 ton/ha y N\$ 2,932.09 de ingresos.

En las prolongaciones del cubo no se encontró respuesta significativa a la aplicación de nitrógeno y fósforo, para la densidad de población se observó un efecto significativo de aumentar el rendimiento al pasar a niveles más altos.

Por lo que el TOECL es el 120-50-45,000 con un rendimiento de 4.855 ton/ha, y un ingreso de N\$ 2,439.91 con una tasa de retorno de capital variable (TRCV) de 29.27, mientras que el TOECI es el 120-50-50,000 con rendimiento de 5.946 ton/ha, con un ingreso de N\$ 2,932.09 y una TRCV de 9.41.

En este sitio se observó que el tratamiento con 140-60-50,000, en sus dos modalidades; con la variedad H-422 y con tres aplicaciones fraccionadas de fertilizantes, superaron al testigo en 0.850 ton/ha. Por lo que valdría la pena recomendar el uso de esta variedad y continuar evaluando la efectividad de realizar tres aplicaciones de fertilizantes.

Cuadro No. 13. Análisis económico a la respuesta de los tratamientos (N-P₂O₅-Dp) en el cultivo de maíz para el sitio experimental Estancia de los López, municipio de Amatlán de Cañas. Ciclo P.V. 1989/89.

No.	N	P	DP	Not. Yates	Rend. Tot	Método de	Automático Yates	E. F. M.	Rend. Prom.	C.V.	IN+CF	INC. REND.	INC. ING. NETO	TRCV		
	1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	120	50	45	[1]	19.532	39.404	80.735	157.446	4.920	M	4.920	-7.3	2457.55	0.394	203.36	-27.86
2	120	50	50	[d]	19.872	41.331	76.711	5.046	0.315	(D)						
3	120	60	45	[p]	17.357	36.352	6.957	5.934	0.371	(P)						
4	120	60	50	[dp]	23.974	40.359	-1.911	7.554	0.472	(PD)						
5	140	50	45	[n]	18.973	0.340	1.927	-4.024	-0.252	(N)						
6	140	50	50	[nd]	17.379	6.617	4.007	-8.868	-0.554	(ND)						
7	140	60	45	[np]	20.338	-1.594	6.277	2.080	0.130	(NP)						
8	140	60	50	[npd]	20.021	-0.317	1.277	-5.000	-0.313	(NPD)						
									0.587	EMS						
9	100	50	45		17.977						4.494					
10	160	60	50		19.819						4.955					
11	120	40	45		18.259						4.565	-30.2	2303.45	0.038	49.25	-1.63
12	140	70	50		14.863						3.716	** 75	1775.44	-0.811	-478.75	-6.38
13	120	50	40		20.820						5.205					
14	140	60	55		21.935						5.484					
15	120	50	46		18.106						4.527					
16	184	92	50		22.401						5.600					
17	140	60	50		19.619						4.905					
18	140	60	50		17.129						4.282					
											DMS					
											1.111					

CME=0.979 51 GL

$$EMS = t_{10\%, 51gl} \sqrt{\frac{CME}{2^{k-2} r}} = 1.677 \sqrt{\frac{0.979}{(2)(4)}} = 0.587 \text{ ton/ha}$$

$$DMS = t_{5\%, 51gl} \sqrt{CME \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)} = 2.009 \sqrt{0.979 \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{16} \right)} = 1.111 \text{ ton/ha}$$

Cuadro No. 14. Análisis económico a la respuesta de los tratamientos (N-P₂O₅-Dp) en el cultivo de maíz para el sitio experimental El Rosario, municipio de Amatlán de Cañas, Nay. Ciclo P.V. 1989/89.

No.	N	P	DP	Not. Yates	Rend. Tot	Método de	Automático		E. F. M.		Rend. Prom.	C.V.	IN+CF	INC. REND.	INC. ING. NETO	TRCV
							Yates	Yates	7	8						
1	120	50	45	[j]	17.985	40.070	84.573	173.298	5.416	M	4.885	-7.3	2439.91	-0.451	-217.30	29.77
2	120	50	50	[d]	22.085	44.503	88.725	16.986	1.062	(D)	5.946	29.2	2932.09	0.611	274.89	9.41
3	120	60	45	[p]	19.973	45.123	8.657	2.912	0.182	(P)						
4	120	60	50	[dp]	24.530	43.602	8.329	-0.088	-0.005	(PD)						
5	140	50	45	[n]	20.343	4.100	4.433	4.152	0.259	(N)						
6	140	50	50	[nd]	24.780	4.557	-1.521	-0.328	-0.020	(ND)						
7	140	60	45	[np]	19.855	4.437	0.457	-5.954	-0.372	(NP)						
8	140	60	50	[npd]	23.747	3.892	-0.545	-1.002	-0.063	(NPD)						
									0.505	EMS						
9	100	50	45		20.550						5.137					
10	160	60	50		22.713						5.678					
11	120	40	45		21.091						5.273					
12	140	70	50		21.189						5.297					
13	120	50	40		21.543						5.386					
14	140	60	55		22.514						5.629 *	66.0	2737.29	0.293	80.09	1.22
15	120	50	46		21.343						5.336					
16	184	92	50		23.172						5.793					
17	140	60	50		24.760						6.190					
18	140	60	50		24.745						6.186					
											DMS					
											0.956					

CME=0.725 51 GL

$$EMS = t_{10\%, 51gl} \sqrt{\frac{CME}{2^{k-2} r}} = 1.677 \sqrt{\frac{0.725}{(2)(4)}} = 0.505 \text{ ton/ha}$$

$$DMS = t_{5\%, 51gl} \sqrt{CME \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r^2} \right)} = 2.009 \sqrt{0.725 \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{16} \right)} = 0.956 \text{ ton/ha}$$

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos e hipótesis planteadas en el presente trabajo, de los resultados obtenidos se derivan las siguientes conclusiones:

En base a los objetivos

1. Se obtuvo la primera aproximación tecnológica mediante la evaluación de la respuesta del maíz a la fertilización y densidad de población.
2. En El Rosario el productor está sobrefertilizando su cultivo; mientras que en Estancia de los López está aplicando lo adecuado. Se infiere que algunos de los espacios de exploración estuvieron sobrestimados.
3. Al realizar el análisis económico, en uno de los sitios experimentales el tratamiento 140-60-50,000 (N-P₂O₅-Dp) en aplicación fraccionada manifestó rendimientos superiores al testigo.
4. Para el sitio El Rosario, el tratamiento óptimo económico para capital limitado (TOECL) fue de 120-50-45,000 (N-P₂O₅-Dp) y para capital ilimitado (TOECI) fue el 120-50-50,000. Para el sitio Estancia de los López el tratamiento óptimo económico de capital limitado e ilimitado fue el 120-50-45,000 (N-P₂O₅-Dp).
5. El material genético H-422 utilizado en el tratamiento adicional 140-60-50,000 (N-P₂O₅-Dp) manifestó en uno de los sitios experimentales ser superior al tratamiento testigo, en el cual se utilizó el híbrido P-507, variedad principal usada en el experimento.

En base a las hipótesis

1. Se rechaza la hipótesis ya que no se encontró respuesta a los factores en estudio.

2. No se rechaza la hipótesis al manifestarse rendimientos similares aplicando dosis altas y bajas de fertilizante.
3. No se rechaza la hipótesis al observarse que el tratamiento adicional 140-60-50,000 (N-P₂O₅-Dp) fraccionado en tres aplicaciones superó al tratamiento testigo con 850 kg/ha, esto para el sitio El Rosario.
4. No se rechaza la hipótesis al encontrar que el nivel óptimo económico para el sitio El Rosario fue el tratamiento 120-50-45,000 y el 120-50-50,000 (N-P₂O₅-Dp), para capital limitado e ilimitado, respectivamente; mientras que para Estancia de los López el óptimo económico de capital limitado e ilimitado fue el 120-50-45,000 (N-P₂O₅-Dp).
5. No se rechaza la hipótesis al observarse que en uno de los sitios el híbrido H-422, superó al testigo P-507 utilizado en el experimento como variedad principal.

VIII. SUGERENCIAS

En base a los resultados obtenidos se sugiere lo siguiente:

1. Continuar con la experimentación en el municipio, ampliando los espacios de exploración para precisar mejor los resultados obtenidos en el presente trabajo.
2. Estudiar la respuesta de los mismos factores (N-P₂O₅-Dp) en diferentes tipos de suelos.
3. Ensayar mayor número de tratamientos adicionales con diferentes variedades y épocas de aplicación de fertilizante.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Amador P., B. y Balderas P., G.** 1981. Evaluación de los factores ambientales sobre los componentes de rendimiento en cinco variedades de maíz. Informe de labores. SARH. INIA. CIAPA. CAESIX. Santiago Ixcuintla, Nayarit. s/p.
- Castañeda P., A.** 1977. Respuesta de maíz de temporal a diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y densidad de plantas, en valles del norte del Distrito de Tlaxiaco, Oaxaca. Tesis Profesional. E.A: U. de G. p. 43-45.
- Contreras H., J. R.** 1981. Ensayo de fertilización en maíz de temporal en la Mixteca Oaxaqueña. Tesis Profesional. E.A. U. de G. p. 62-70.
- Cruzaley S., R.** 1981. Ensayo de niveles de nitrógeno, fósforo, oportunidad de aplicación de fertilizantes y densidades de población para el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la Región de la Montaña de el Estado de Guerrero. Tesis Profesional. E.A. U de G. p. 26-46.
- García E.,** 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köeppen. Instituto de Geografía. UNAM. México. p. 149.
- García G., L.** 1984. Respuesta del maíz (*Zea mays*) a siete factores de la producción en el agrosistema No. 3 del área de influencia del Plan Puebla. Tesis Profesional. E.S.A. U.A.N. p. 25-42.
- González A., I. J. y B., Carrillo P.** 1989. Fertilización y densidad de población en maíz de punta de humedad residual, en el sur de Nayarit. P.V. 89/89, en: Memorias de la Tercera Reunión Científica Forestal y Agropecuaria 1991. CIPAC. Estado de Nayarit. p. 69.

- González A., I. J. y H., Gurrola R.** 1989. Respuesta del maíz a la fertilización y densidad de población en suelos café rojizos de San José de Mojarras. P.V. 89/89, en: Memorias de la Tercera Reunión Científica Forestal y Agropecuaria 1991. CIPAC. Estado de Nayarit. p. 71.
- González L., M.** 1980. Fertilización - densidades en el cultivo de maíz bajo condiciones de temporal en el Valle de Coalcoman, Michoacán. Tesis Profesional. E.A. U. de G. p. 35-49.
- Laguna L., J.** 1983. Estudio de fertilización y densidad de población en maíz de temporal en los Valles Centrales de Chiapas. Tesis Profesional. E.A. U. de G. p 43-65.
- López L., F.** 1980. Generación de tecnología para maíz de temporal en la región sur de Nayarit. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 290 p.
- Martínez G., G.** 1977. Fertilización en maíz de temporal para siete municipios de la región de los Altos de Jalisco. Tesis Profesional. E.A. U. de G. p. 45-48.
- Navarro G. S.** 1981. Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays*) a siete factores de la producción bajo condiciones de temporal en la región de Tierra Caliente (Guerrero y Michoacán). Tesis Profesional. E.A. U. de G. p 41-77.
- Ocampo M., J.** 1979. Respuesta de nitrógeno, fósforo y densidad de población en el rendimiento de grano de maíz de temporal, en dos agrosistemas planicie y lomerío, en la región de Chiuatla, Puebla. Tesis Profesional. E.S.A. U.A.N. p. 40-70.
- Osuna G., J. A.** 1987. Campo experimental Santiago Ixcuintla. Formato número 3. Resumen Antecedentes de la Investigación. Nayarit. p. 3.
- Sandoval I., E.** 1975. Ensayo de rendimientos en maíz con diferentes fechas y fuentes de fertilización. Tesis Profesional. E.A. U. de G. p. 23-42.

- Trejo S., M.** 1982. Campo experimental Santiago Ixcuintla. Formato número 3. Resumen Antecedentes de la Investigación. Nayarit. p. 3.
- Trejo S., M.** 1987. Campo experimental Santiago Ixcuintla. Formato número 3. Resumen Antecedentes de la Investigación. Nayarit. p. 3.
- Turrent F. A. y R.J. Laird.** 1978. Método gráfico estadístico para la interpretación económica de experimentos conducidos con la matriz Plan Puebla I. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. P. 9-45.
- Vargas S., V. M.** 1982. Determinación de la dosis óptima económica de fertilización y densidad de población en el cultivo de maíz y cacahuate de temporal en los Valles Centrales de Oaxaca. Tesis Profesional E.S.A. U.A.N. p. 28-49.
- Vidal M., V. A.** 1989. Informe de resultados de las evaluaciones de maíz y sorgo del campo experimental C.C.V.P. y C.O.T.E.S.E. Nayarit. Ciclo P.V. 89/89. 35 p.
- Vidal M., V.A.** 1990. Informe de actividades del Programa de Mejoramiento Genético de maíz y sorgo. Ciclo. P.V. 90/90. p. 38.
- Vidal M., V.A.** 1991. Informe de resultados de las evaluaciones realizadas en los cultivos de maíz y sorgo para el C.O.T.E.S.E. Nay. - C.C.V.P. Ciclo P.V. 91/91. p. 35.
- Villa H., R.** 1980. Campo experimental Santiago Ixcuintla. Formato número 3. Antecedentes de la Investigación. Nayarit. 3 p.

Cuadro No. 1A. Respuesta del maíz a dosis de nitrógeno, fósforo, y densidad de población, en Estancia de los López, municipio de Amatlán de Cañas, Nayarit..

REP	TRAT	N (kg /ha)	P ₂ O ₅ (kg /ha)	D (miles /ha)	GRANO (ton/ha)	RASTROJO (ton/ha)	ALTURA PLANTA (cm)	ALTURA MAZORCA (cm)
I	1	120	50	45	5.762	2.850	244	120
	2	120	50	50	5.324	3.750	242	125
	3	120	60	45	5.430	3.100	243	119
	4	120	60	50	5.864	3.550	243	122
	5	140	50	45	6.163	3.400	252	124
	6	140	50	50	5.727	3.000	217	105
	7	140	60	45	5.883	2.850	238	109
	8	140	60	50	6.149	3.450	251	118
	9	100	50	45	4.260	1.575	222	118
	10	160	60	50	5.658	2.725	243	119
	11	120	40	45	2.751	1.100	183	99
	12	140	70	50	3.230	1.700	204	92
	13	120	50	40	5.158	2.450	225	112
	14	140	60	55	4.731	2.650	250	119
	15	120	50	46	5.519	3.300	234	106
	16	184	92	50	5.631	4.050	245	109
	17	140	60	50	5.994	4.350	189	82
	18	140	60	50	5.772	2.950	218	109
II	1	120	50	45	5.036	3.300	232	106
	2	120	50	50	5.909	2.100	238	107
	3	120	60	45	5.868	3.050	248	117
	4	120	60	50	6.708	2.600	243	129
	5	140	50	45	5.443	2.700	251	120
	6	140	50	50	4.666	2.425	220	101
	7	140	60	45	4.689	1.900	219	105
	8	140	60	50	6.301	2.350	235	109
	9	100	50	45	5.266	2.350	220	94
	10	160	60	50	6.229	2.600	238	116
	11	120	40	45	6.043	2.900	227	113
	12	140	70	50	6.602	2.400	215	106
	13	120	50	40	5.733	3.400	232	108
	14	140	60	55	6.177	3.050	248	118
	15	120	50	46	5.209	3.700	238	126

Cuadro No. 1A. Continuación...

REP	TRAT	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	D (miles/ha)	GRANO (ton/ha)	RASTROJO (ton/ha)	ALTURA PLANTA (cm)	ALTURA MAZORCA (cm)
	16	184	92	50	6.690	2.850	236	108
	17	140	60	50	6.556	1.950	190	89
	18	140	60	50	5.901	2.850	253	126
III								
	1	120	50	45	4.562	3.350	233	120
	2	120	50	50	2.705	0.925	191	94
	3	120	60	45	2.605	0.900	173	86
	4	120	60	50	6.126	3.900	255	133
	5	140	50	45	3.908	2.850	231	113
	6	140	50	50	2.821	1.175	194	109
	7	140	60	45	4.197	1.550	214	97
	8	140	60	50	3.953	1.050	191	91
	9	100	50	45	5.566	3.550	260	136
	10	160	60	50	2.565	0.950	173	82
	11	120	40	45	4.284	2.800	243	128
	12	140	70	50	2.207	0.725	176	86
	13	120	50	40	4.679	2.600	245	115
	14	140	60	55	5.293	3.000	252	83
	15	120	50	46	2.484	1.300	188	91
	16	184	92	50	4.642	1.900	218	105
	17	140	60	50	2.092	0.300	154	68
	18	140	60	50	2.180	3.900	245	120
IV								
	1	120	50	45	4.171	1.300	214	108
	2	120	50	50	5.933	3.750	238	119
	3	120	60	45	3.454	2.000	228	123
	4	120	60	50	5.276	2.475	256	135
	5	140	50	45	3.458	1.450	216	99
	6	140	50	50	4.165	1.450	212	106
	7	140	60	45	5.568	3.550	256	121
	8	140	60	50	3.618	1.500	194	99
	9	100	50	45	2.835	1.100	209	101
	10	160	60	50	5.368	2.625	251	133
	11	120	40	45	5.216	2.500	238	119
	12	140	70	50	2.825	1.150	207	103
	13	120	50	40	5.250	2.875	250	112
	14	140	60	55	5.735	4.050	245	126

Cuadro No. 1A. Continuación...

REP	TRAT	N (kg /ha)	P ₂ O ₅ (kg /ha)	D (miles /ha)	GRANO (ton/ha)	RASTROJO (ton/ha)	ALTURA PLANTA (cm)	ALTURA MAZORCA (cm)
	15	120	50	46	4.895	3.750	245	128
	16	184	92	50	5.440	3.825	268	120
	17	140	60	50	4.977	1.350	197	94
	18	140	60	50	3.277	1.325	200	95

Cuadro No. 2A. Respuesta del maíz a dosis de nitrógeno, fósforo, y densidad de población, en El Rosario, municipio de Amatlán de Cañas, Nay.

REP	TRAT	N (kg /ha)	P ₂ O ₅ (kg /ha)	D (miles /ha)	GRANO (ton/ha)	RASTROJO (ton/ha)	ALTURA PLANTA (cm)	ALTURA MAZORCA (cm)
I	1	120	50	45	4.612	3.050	256	149
	2	120	50	50	4.846	2.700	267	135
	3	120	60	45	6.917	3.750	261	141
	4	120	60	50	6.346	3.700	277	143
	5	140	50	45	4.784	2.500	272	133
	6	140	50	50	6.986	3.400	251	126
	7	140	60	45	4.318	2.200	268	129
	8	140	60	50	7.226	2.800	264	141
	9	100	50	45	4.524	2.900	238	113
	10	160	60	50	5.685	2.600	266	133
	11	120	40	45	4.403	3.550	237	110
	12	140	70	50	5.516	2.750	239	118
	13	120	50	40	5.382	3.300	247	135
	14	140	60	55	4.721	1.950	255	140
	15	120	50	46	6.688	3.500	287	149
	16	184	92	50	6.593	3.350	285	150
	17	140	60	50	6.877	3.100	230	145
	18	140	60	50	6.853	3.600	278	159
II	1	120	50	45	4.312	2.200	279	140
	2	120	50	50	4.488	1.550	258	142
	3	120	60	45	3.500	2.500	255	180
	4	120	60	50	7.336	2.500	284	149
	5	140	50	45	6.261	2.900	272	145
	6	140	50	50	5.745	3.550	260	132
	7	140	60	45	4.888	2.800	272	128

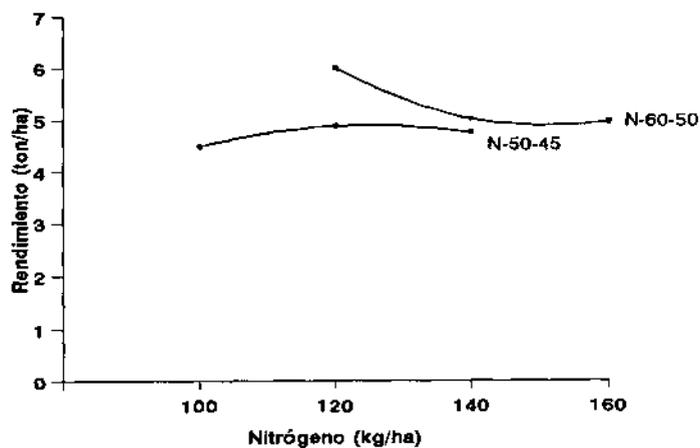
Cuadro No. 2A. Continuación...

REP	TRAT	N (kg /ha)	P ₂ O ₅ (kg /ha)	D (miles /ha)	GRANO (ton/ha)	RASTROJO (ton/ha)	ALTURA PLANTA (cm)	ALTURA MAZORCA (cm)
	8	140	60	50	6.306	3.150	271	143
	9	100	50	45	6.602	3.400	259	134
	10	160	60	50	5.349	2.500	272	135
	11	120	40	45	6.851	3.700	261	138
	12	140	70	50	5.541	2.100	272	151
	13	120	50	40	5.972	2.000	274	140
	14	140	60	55	6.685	2.900	271	147
	15	120	50	46	6.086	4.350	279	137
	16	184	92	50	5.681	2.500	265	137
	17	140	60	50	6.488	2.700	243	107
	18	140	60	50	5.433	2.500	272	145
III	1	120	50	45	3.953	2.400	237	130
	2	120	50	50	6.109	2.900	233	119
	3	120	60	45	4.408	3.100	230	105
	4	120	60	50	5.188	2.300	240	125
	5	140	50	45	4.583	2.800	241	125
	6	140	50	50	5.588	3.000	248	118
	7	140	60	45	5.221	2.450	251	123
	8	140	60	50	5.787	3.250	235	117
	9	100	50	45	4.670	2.900	266	139
	10	160	60	50	5.735	1.700	243	126
	11	120	40	45	4.621	2.400	238	121
	12	140	70	50	4.826	3.000	254	127
	13	120	50	40	5.058	2.200	263	122
	14	140	60	55	5.267	2.900	242	119
	15	120	50	46	5.443	3.400	250	115
	16	184	92	50	5.287	3.300	249	125
	17	140	60	50	5.367	2.050	220	100
	18	140	60	50	5.713	2.400	245	119
IV	1	120	50	45	5.107	2.600	244	118
	2	120	50	50	6.641	3.500	255	134
	3	120	60	45	5.148	2.500	265	132
	4	120	60	50	5.660	2.700	225	112
	5	140	50	45	4.715	2.300	263	127
	6	140	50	50	6.460	2.900	279	155

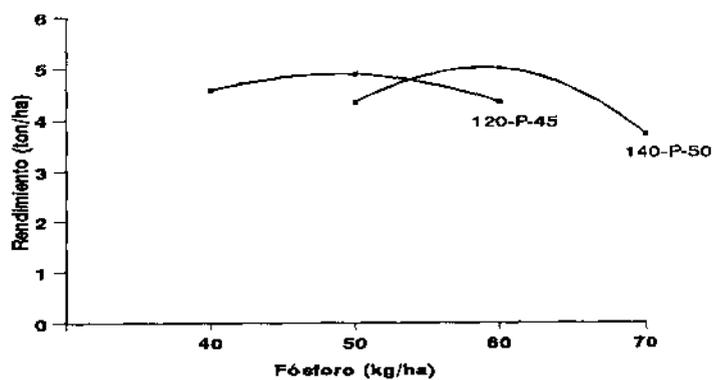
Cuadro No. 2A. Continuación...

REP	TRAT	N (kg /ha)	P ₂ O ₅ (kg /ha)	D (miles /ha)	GRANO (ton/ha)	RASTROJO (ton/ha)	ALTURA PLANTA (cm)	ALTURA MAZORCA (cm)
	7	140	60	45	5.428	2.300	247	118
	8	140	60	50	4.428	2.850	246	117
	9	100	50	45	4.754	3.350	251	123
	10	160	60	50	5.944	2.900	254	125
	11	120	40	45	5.216	2.500	218	105
	12	140	70	50	5.307	2.150	265	147
	13	120	50	40	5.130	2.650	239	108
	14	140	60	55	5.842	2.800	249	117
	15	120	50	46	3.126	2.400	232	111
	16	184	92	50	5.611	3.100	229	107
	17	140	60	50	6.028	2.400	230	108
	18	140	60	50	6.746	1.850	274	144

Gráfica No. 1



Gráfica No. 2



Gráfica No. 3

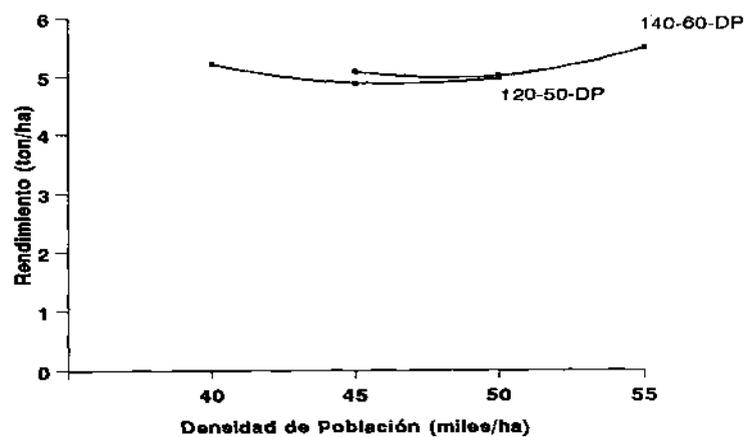
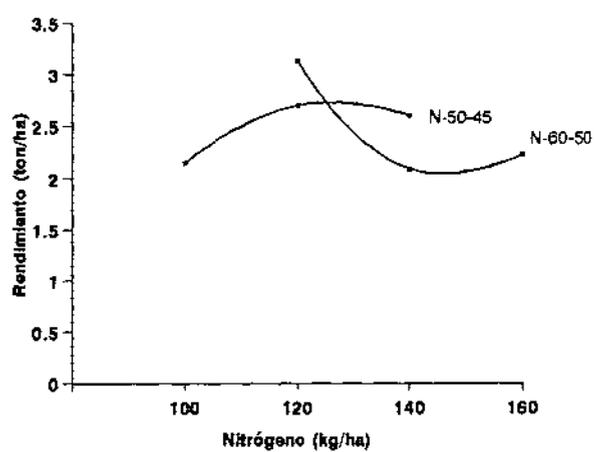
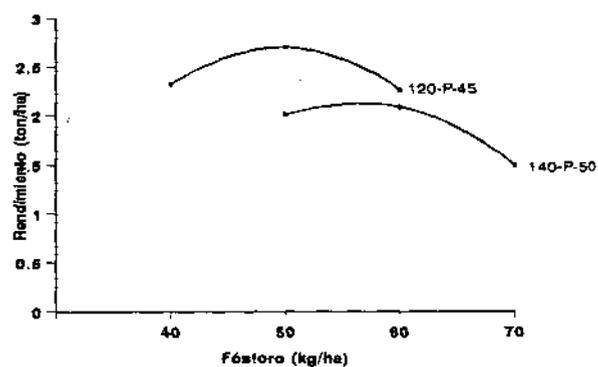


Figura 3. Respuesta del rendimiento a Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Población. Estancia de los López.

Gráfica No. 1



Gráfica No. 2



Gráfica No. 3

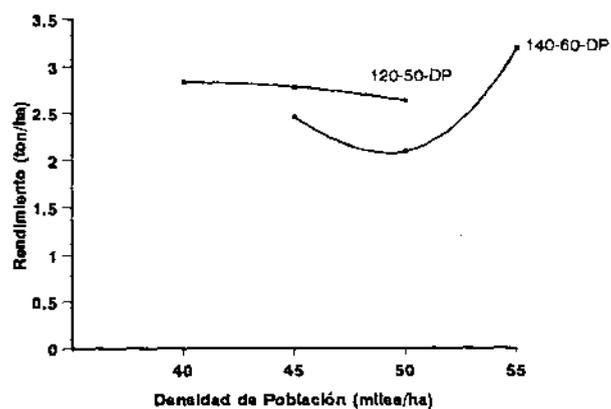
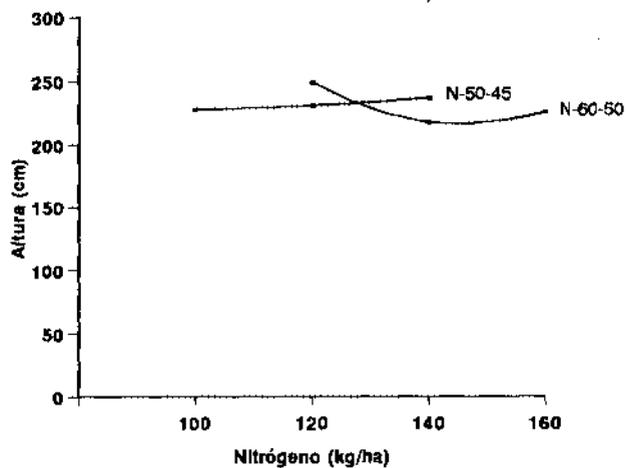
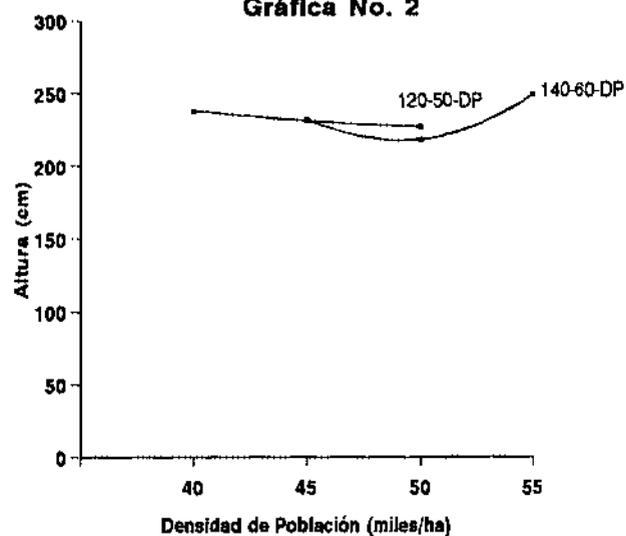


Figura 4. Respuesta del rastrojo de maíz al Nitrógeno, Fósforo y Densidad de población. Estancia de los López.

Gráfica No. 1



Gráfica No. 2



Gráfica No. 3

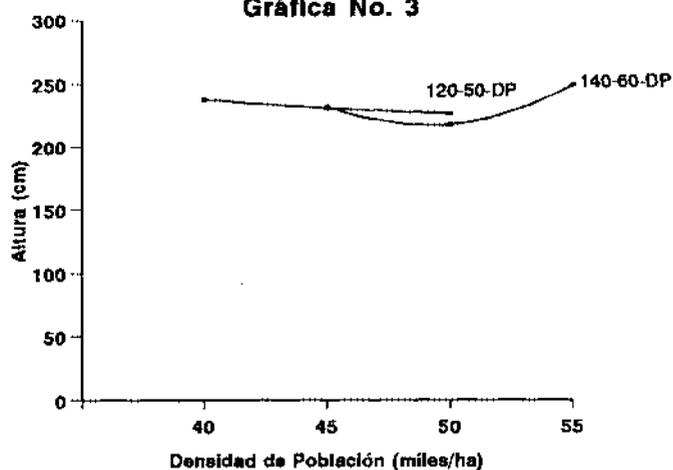


Figura 5. Respuesta de la altura de planta a Nitrógeno, Fósforo y Densidad de población. Estancia de los López.

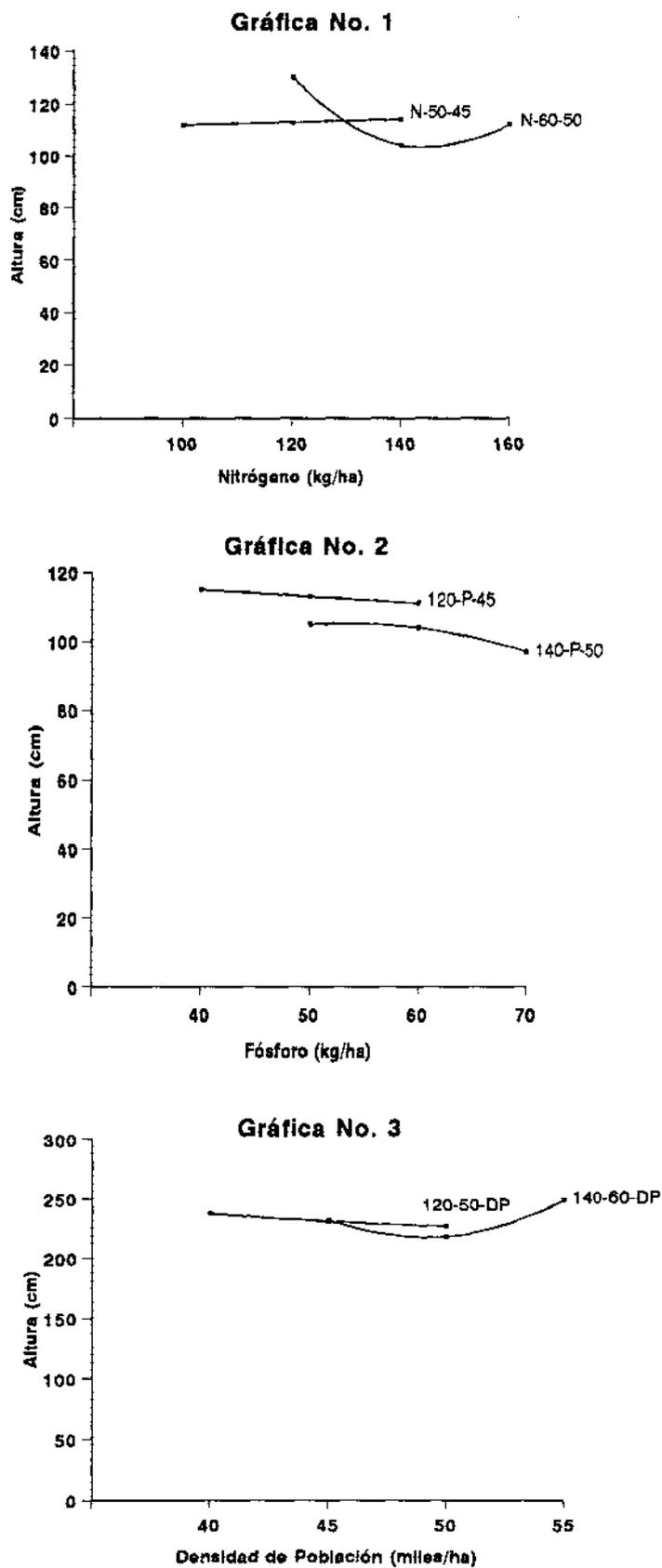


Figura 6. Respuesta de la altura de mazorca a Nitrógeno, Fósforo y Densidad de población. Estancia de los López.

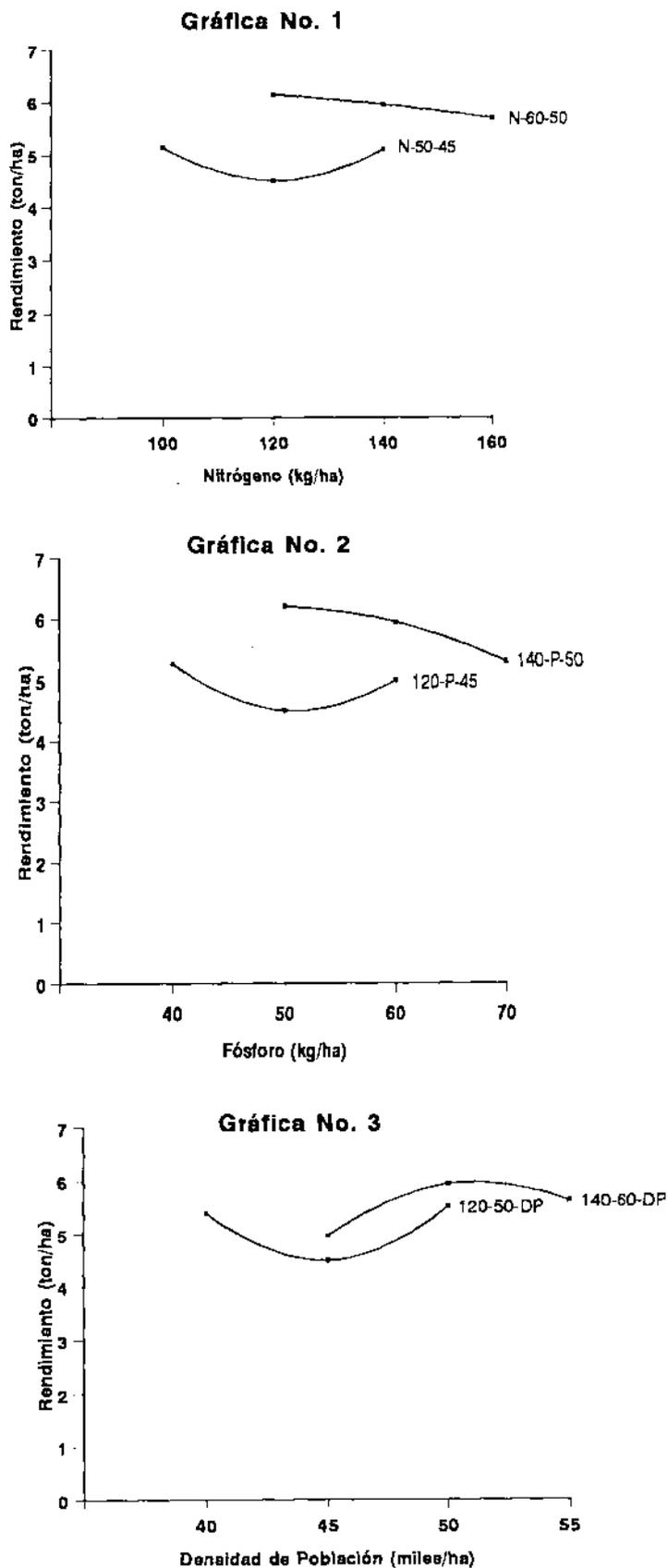
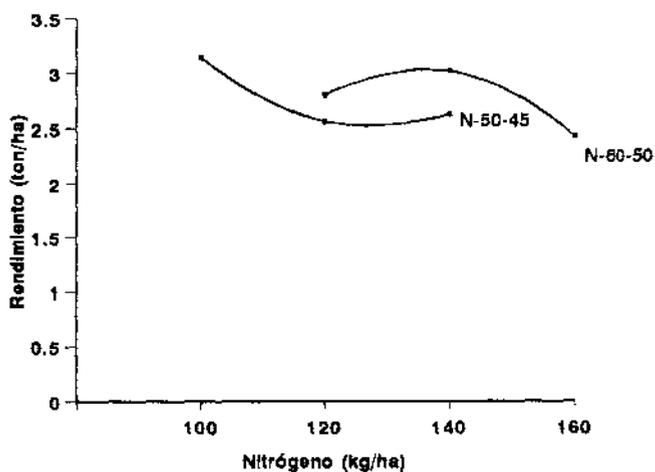
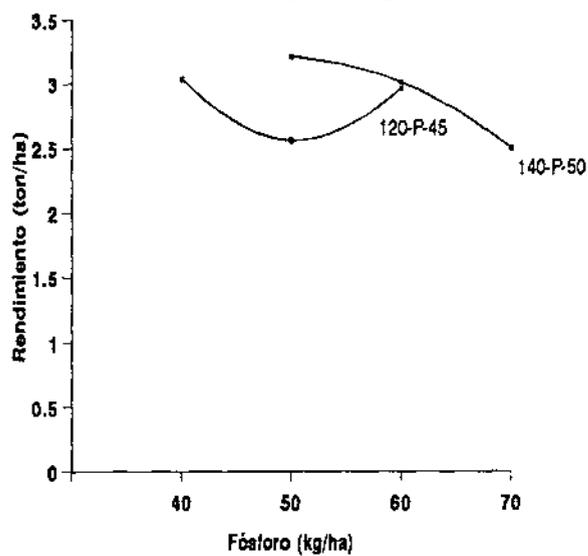


Figura 7. Respuesta del rendimiento a Nitrógeno, Fósforo y Densidad de población. El Rosario.

Gráfica No. 1



Gráfica No. 2



Gráfica No. 3

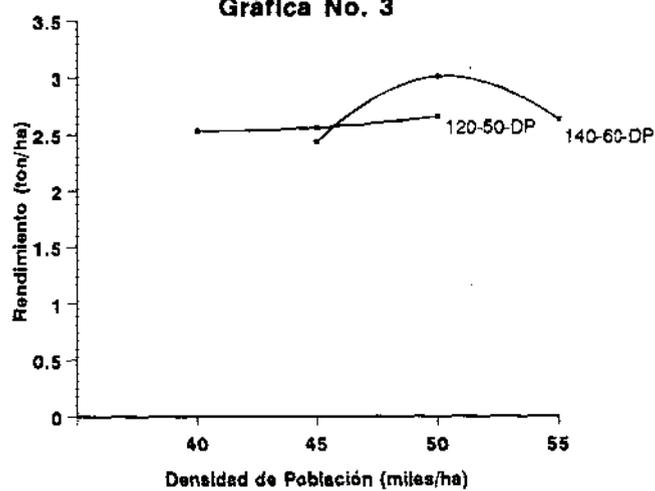
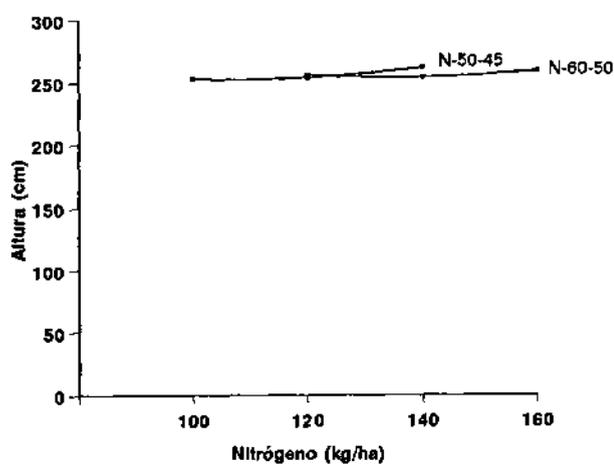
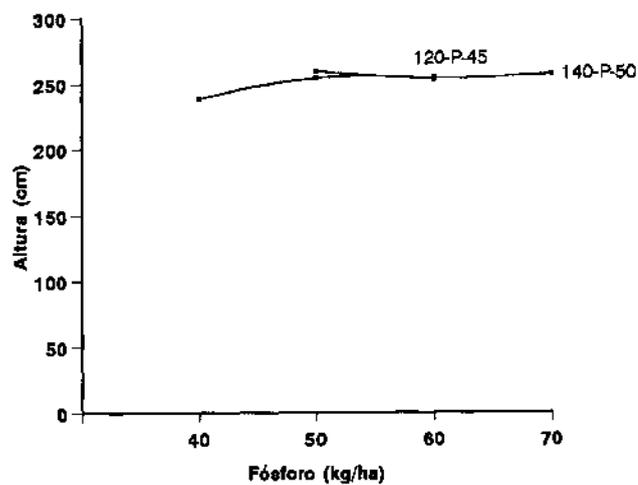


Figura 8. Respuesta del rastrojo de maíz a Nitrógeno, Fósforo y Densidad de población. El Rosario.

Gráfica No. 1



Gráfica No. 2



Gráfica No. 3

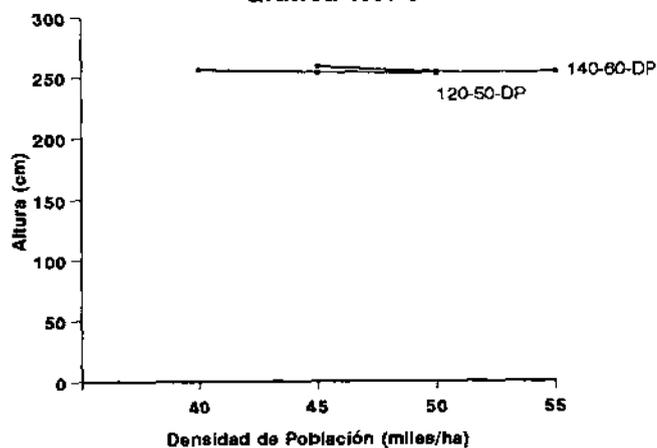
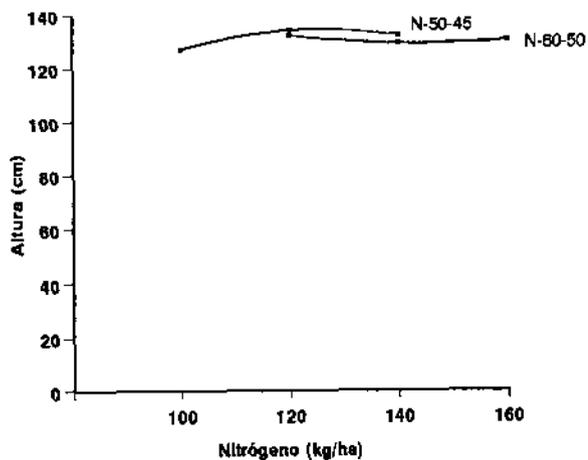
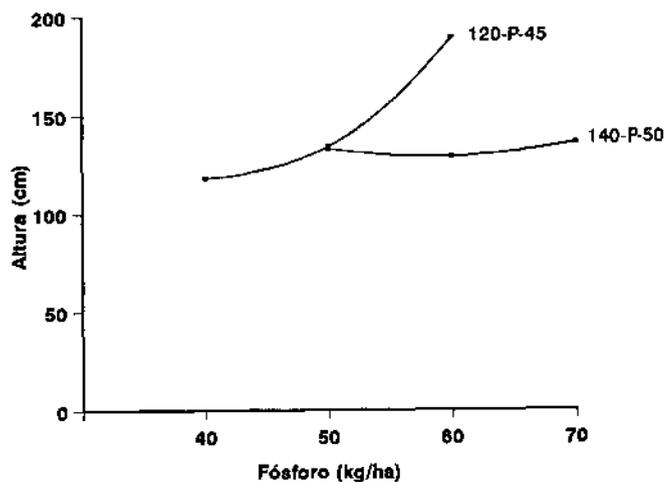


Figura 9. Respuesta de la altura de planta a Nitrógeno, Fósforo y Densidad de población. El Rosario.

Gráfica No. 1



Gráfica No. 2



Gráfica No. 3

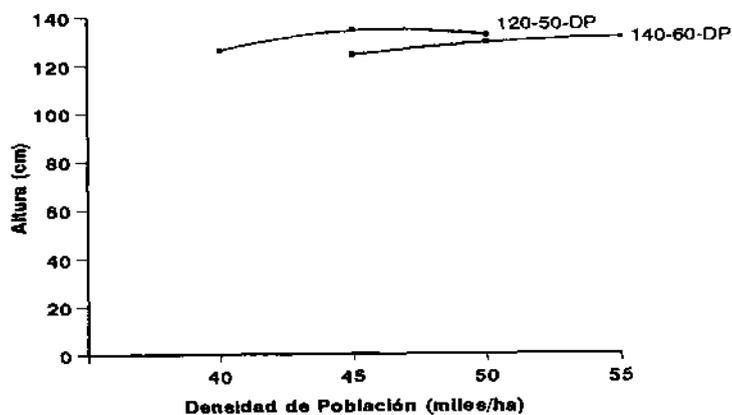


Figura 10. Respuesta de la altura de mazorca a Nitrógeno, Fósforo y Densidad de población. El Rosario.