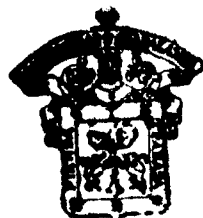


UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

**ESTUDIO DE FERTILIZACION Y DENSIDAD DE POBLACION EN
MAIZ DE TEMPORAL EN LOS VALLES CENTRALES DE CHIAPAS**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

ORIENTACION FITOTECNIA

P R E S E N T A

J O E L L A G U N A L O P E Z

GUADALAJARA, JALISCO. 1983

Las Agujas, Mpio. de Zapopan. Jal. 31 de Mayo de 1980

C. ING. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S E N T E .

Habiendo revisado la Tesis del PASANTE _____

JÓEL LAGUNA LOPEZ Titulada:

" ESTUDIO DE FERTILIZACION Y DENSIDAD DE POBLACION EN MAIZ DE TEMPORAL
EN LOS VALLES CENTRALES DE CHIAPAS."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la
misma.

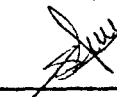
DIRECTOR DE TESIS



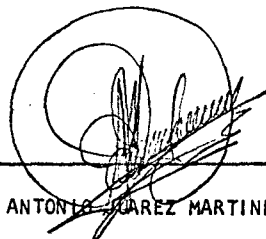
ING. GABRIEL MARTINEZ GONZALEZ

ASESOR

ASESOR



ING. SALVADOR MENA MUNGUIA



ING. ANTONIO JUAREZ MARTINEZ

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas por la autorización de los datos que hicieron posible la realización de este trabajo.

A los Ingenieros Gabriel Martínez González, Salvador Mena Munguía y Antonio Juárez Martínez, por las sugerencias y revisión de esta tesis.

Al Ing. Jaime López Martínez por su contribución en la orientación y revisión de esta tesis.

A los señores Adolfo Vázquez Pérez y Santiago Castellanos Sánchez, por su ayuda en los trabajos de campo.

A la Sra. Thelma Rivera de la Cruz, por su excelente trabajo de mecanografía.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

DEDICATORIA

A mis padres

Arcadio Laguna Pérez

Ma. Guadalupe López de L.

Por su apoyo que me brindaron para mi superación.

A mis hermanos

Arcadio, Gloria, Héctor, Martha, Leticia,

Javier, Alberto, Hilda, Elizabeth, Marcos,

Lupita y Suly.

Con mucho cariño.

A mi esposa Ada Luz con mucho amor...

A mi hija Christian quien lo es todo para mí.

A mi escuela, a mis maestros y a mis amigos.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS	VI
I INTRODUCCION	1
II REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Consideraciones sobre las necesidades nutricionales del maíz	4
2.2 Respuesta del maíz a la aplicación de los fertilizantes y a densidad de población	8
III OBJETIVO, HIPOTESIS Y SUPUESTOS	21
IV DESCRIPCION GENERAL	22
4.1 Localización geográfica de Chiapas	22
4.2 Flora	23
4.3 Hidrografía	25
4.4 Clima	26
4.5 Precipitación	27
4.6 Evaporación	27
4.7 Suelos	28
V MATERIALES Y METODOS	29
5.1 Area de estudio	29
5.2 Características generales de los suelos de la zona de estudio	29
5.3 Factores de estudio y espacios de exploración	34
5.4 Matriz experimental y diseño experimental	36
5.5 Siembra y conducción de los experimentos	37
5.6 Cosecha y análisis estadísticos de los experimentos ...	41
VI RESULTADOS Y DISCUSION	43
6.1 Sobre los rendimientos	43
6.2 Sobre los análisis de varianza	43
6.3 Respuesta a la dosificación de fertilizantes y a la den- sidad de población	45

	Pág.
VII CONCLUSIONES	64
VIII RESUMEN	66
IX LITERATURA CONSULTADA	68
X APENDICE	73

INDICE DE CUADROS

VI

Cuadro No.		Pág.
1	Localización de los experimentos.....	33
2	Características físicas y químicas de los suelos en los cuales se establecieron los experimentos.....	35
3	Lista de los cinco factores controlables de la producción de maíz en los Valles Centrales de Chiapas.....	36
4	Lista de tratamientos generados por la Matriz Mixta en parcelas divididas para el cultivo de maíz.....	38
5	Valores y costos unitarios utilizados en los análisis económicos de los resultados experimentales.....	42
6	Rendimiento promedio de maíz en ton/ha para cada tratamiento de fertilización en las cinco localidades donde se ubicaron los experimentos, coeficiente de variación y diferencia mínima significativa (0.05%)....	44
7	Análisis de varianza de los experimentos de maíz de temporal establecidos en las cinco localidades del área de estudio.....	46

8	Análisis económico de la respuesta a los tratamientos de parcela chica en San Rafael.....	48
9	Análisis económico de la respuesta a los tratamientos de parcela chica en Villahidalgo.....	51
10	Análisis económico de la respuesta a los tratamientos de parcela chica en La Campana.....	55
11	Análisis económico de la respuesta a los tratamientos de parcela chica en Nueva Libertad.....	58
12	Análisis económico de la respuesta a los tratamientos de parcela chica en 20 de Noviembre.....	61

I. INTRODUCCION

El maíz ha sido siempre un importante cultivo alimenticio en los Estados Unidos, México y las regiones andinas de América del Sur. Durante tal vez cien mil años, el maíz existió como una planta silvestre con mazorcas de 12 a 19 mm de longitud, de posiblemente 25 a 50 granos (Wallace y Brown, 1956), citado por L.L. Hammond (1980).

En la actualidad, las mazorcas miden más de 10 veces esa longitud y los granos son bastante más grandes de los que eran antes. La mayoría de las mejoras transcurrieron antes del año 1000 A. de C., pero los cambios más trascendentales ocurrieron en los últimos 200 años y, especialmente, en los últimos 80. Actualmente, la producción de maíz está en la tercera posición mundial en cuanto a área sembrada y cantidad producida, después del trigo y el arroz. El reciente incremento en rendimientos es demostrado por el hecho de que, mientras hubo un aumento de 20% en el área sembrada de maíz, entre 1948 y 1968 (de 88 a 106 millones de hectáreas) la producción, en el mismo período, aumentó en un 80% (de 139 a 251 millones de toneladas. (Arnon, 1979), citado por L.L. Hammond (1980).

Mientras que han sido muchos los factores que contribuyeron a los aumentos en la producción del maíz, uno de los más importantes se relaciona con la habilidad de suministrar a la planta la nutrición mineral adecuada.

No obstante la disponibilidad de otras fuentes de origen vegetal, la dieta del pueblo mexicano todavía incluye al maíz

Como el grano más importante; se estima que el consumo oscila alrededor de los 127 kg per cápita.

En el estado de Chiapas el maíz (Zea maíz L.) ocupa el primer lugar en importancia, y en superficie cultivada en el año de 1981 fue de 502 557* ha, de ésta el 62% se concentra en los Valles Centrales de Chiapas (Cintalapa, Jiquipilas, Ocozocoautla, Villaflores, Villa Corzo, Chiapa de Corzo, Villa de Acala y Venustiano Carranza entre otros), con rendimiento medio de 1.8 ton/ha. La mayor superficie del área cultivada con maíz en los Valles Centrales de Chiapas se siembra bajo condiciones de temporal. El maíz en el área de estudio se siembra bajo dos sistemas agrícolas a) aradura con suelos planos o semiplanos donde es posible el uso de maquinaria o yunta; y b) barreta de suelos delgados con fuertes pendientes donde no es posible el uso de maquinaria o yuntas.

No obstante que el estado de Chiapas en 1981 alcanzó un tercer lugar en producción de maíz, existe un número considerable de factores que limitan el rendimiento del cultivo dentro de los principales se encuentran los siguientes: a) baja fertilidad del suelo, b) el poco uso de los fertilizantes, c) uso de variedades de bajo rendimiento, d) bajas densidades de población, e) competencia de maleza por los nutrimentos y humedad del suelo, f) erosión y g) distribución irregular de la precipitación. Para resolver la problemática anterior es necesario plantear un número considerablemente grande de alternativas.

* Fuente: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Representación General del Estado de Chiapas.

El presente estudio tiene como objetivo principal obtener una tecnología sobre el manejo de los fertilizantes y la densidad de población que cuadyuven a incrementar el rendimiento de maíz de temporal en cuatro municipios de la Depresión Central de Chiapas.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Consideraciones sobre las necesidades nutrimentales del maíz.

El crecimiento y desarrollo de las plantas está determinado por numerosos factores del suelo, del clima y por factores inherentes a las plantas mismas. Algunos de estos factores están bajo el control del hombre, pero la mayoría no pueden ser controlados; por ejemplo el aire, luz, temperatura, etc., pero el hombre sí puede modificar la cantidad de nutrientes disponibles. (C.E. Millar, L.M. Turk, H.D. Foth 1975). Sobre este aspecto solo se harán algunos comentarios relacionados con los nutrimentos esenciales del maíz, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio.

Nitrógeno. El contenido de nitrógeno en la capa arable de la mayoría de los suelos varía entre 0.02 y 0.4 %. La cantidad presente en cada caso particular está sobre todo determinada por la influencia general del clima y por el tipo de vegetación que éste condiciona, estos factores a su vez, son modificados por las características locales de topografía, el material madre y la actividad del hombre así como la duración de los períodos en los que estos factores han actuado (C.A. Black). El maíz absorbe grandes cantidades de nitrógeno y las formas más rápidamente absorbidas son los nitratos; y como un índice de menor velocidad el nitrógeno amónico, el amídico (urea y cianamida) y los compuestos orgánicos nitrogenados. Se dice que una cosecha de 4 000 kg/ha de grano absorbe 120 kg/ha de nitrógeno (García Fernández).

La funciones principales del nitrógeno son las siguientes: Es un constituyente de cualquier célula viva. Se encuentra en grandes cantidades en las partes jóvenes en crecimiento de las plantas; más que en las partes viejas. Es parte de muchas proteínas, las cuales actúan como enzimas y también es parte de la molécula de clorofila. Es esencial en la fotosíntesis, etc.

Síntomas de deficiencia. Cuando existe una deficiencia de nitrógeno las hojas son pequeñas, los tallos finos y rectos y las ramificaciones escasas; de ahí que la planta parezca rala. Como regla general, las hojas más viejas de la parte baja de la planta comienza a tomar un color verde claro y después se ponen amarillas en las puntas. La hoja entera se volverá amarilla, aún cuando los tejidos estén vivos.

Fósforo. Su contenido total en los suelos es bajo. Se calcula en 0.062% el valor medio del contenido de fósforo (P) en la capa arable de tierra laborable de E.U.A., valor mucho menor que las cifras correspondientes de 0.14% para el nitrógeno y 0.83% para el potasio (Lipman), citado por C.A. Black. 1975. La mayoría de los suelos contienen entre 0.022 y 0.083% de fósforo. El fósforo se encuentra exclusivamente en los suelos en forma de ortofosfatos y todos los compuestos son derivados del ácido fosfórico $H_3 PO_4$. Las plantas absorben fósforo como iones; $H_2 PO_4^-$ (fosfato diácido) y HPO_4^{2-} (fosfato monoácido). La concentración de estos iones en la solución del suelo, en un tiempo dado, es pequeña, generalmente nunca mayor que algunas partes por millón. Y esta

concentración de los iones fosfato en la solución del suelo está íntimamente relacionado con el pH del medio. Predominan los iones H_2PO_4^- entre pH 2 y 7 y entre pH 7 y 12 los iones HPO_4^{2-} por lo que en la mayor parte de los suelos se presenta HPO_4^- en su fase acuosa (Hans W Fassbender).

Las principales funciones del fósforo son: es un constituyente de todas las células vivas. Está presente en las semillas en cantidades mayores que en cualquier otra parte de la planta, sin embargo, se encuentra en gran proporción en las partes jóvenes en crecimiento. Forma parte también de los fosfolípidos, nucleoproteínas y de la fitina. Representa un papel muy importante en la transformación de la energía en las células. Es necesario para las transformaciones normales de los carbohidratos en las plantas; por ejemplo, el cambio de almidones en azúcares. El fósforo es también necesario para la asimilación de las grasas, y aparentemente incrementar la eficiencia de los mecanismos cloroplásticos (C.E. Millar L.M, Turk H.D. Foth).

Cuando existe una deficiencia de fósforo, la división celular en los vegetales se retarda y el crecimiento se detiene. Una coloración verde oscuro asociada con un color púrpura en el primer período de crecimiento es síntomas de deficiencia de fósforo. Después las plantas se ponen amarillas. En el cultivo de maíz, frecuentemente se asocia la polinización pobre con la falta de fósforo.

El consumo total de P en maíz es prácticamente proporcional al rendimiento de grano: por cada 100 kg de grano cosechado se requiere de 0.85 a 1.0 kg de P (L.L. Hammond).

Potasio. El potasio es un constituyente abundante y vastamente distribuido en las rocas superficiales de la tierra se calcula que representa, en peso, un 2.6% de la corteza terrestre. Russell (1954) citado por C.A. Black señaló que pese a extraerse potasio continuamente del suelo, la mayoría de éstos continuarán suministrándolo por mucho tiempo.

Los suelos minerales contienen, por lo general mucho más potasio que nitrógeno o fósforo. Según cálculos de Lipman y Conybeare (1936), el contenido medio total de potasio en la capa arable de los suelos cultivables de E.U.A., asciende a 0.83%, que es 5.8 veces superior al de fósforo (C.A. Black).

Las funciones principales de potasio son: desempeña una parte importante en muchos de los procesos fisiológicos y vitales en la planta. Es esencial de todos los procesos metabólicos celulares y en forma aparente tiene un papel específico incluyendo en la absorción de algunos otros elementos minerales, regularizando el grado de respiración, afectando la relación de transpiración y es posible que también influyendo en la acción de las enzimas y ayudando en la síntesis y translocación de los carbohidratos (C.E. Miller).

Una deficiencia de potasio que generalmente se presenta en la mayoría de las plantas son las "hojas quemadas". El maíz indica sus necesidades de potasio por el amarillamiento de las plantas y bordes de las hojas inferiores. Esta coloración no parte de la nervadura central como sucede en la deficiencia de nitrógeno, sino que gradualmente se extiende hacia adentro y hacia arriba desde el extremo y los bordes de la hoja.

2.2 Respuesta del maíz a la aplicación de los fertilizantes y a densidad de población.

Determinar las dosis óptimas de fertilización y establecer la aplicación de plantas más adecuadas en el cultivo de maíz, ha sido tema de numerosos estudios que se han realizado en México. Desde que el hombre se percató de la bondad de los fertilizantes químicos para aumentar la productividad de granos, su inquietud fundamental ha sido optimizar el uso de dichos insumos. Las metodologías para lograr el objetivo han cambiado a medida que han avanzado la ciencia y la técnica, y van desde la simple comparación de dosis crecientes de un determinado fertilizante hasta la generación de ecuaciones empíricas que tratan de explicar matemáticamente la respuesta de los cultivos a la aplicación integral de diferentes fertilizantes en función de un gran número de factores de clima, suelo y manejo.

Los primeros estudios sobre fertilización en maíz en México, datan de la década de los cincuenta, sin embargo, en los últimos años los trabajos desarrollados sobre éste tópico se han intensificado, así lo demuestran los 1 721 experimentos establecidos por el INIA en el año de 1980 (Mejía, y Rojas 1980).

En suelos de origen aluvial Macías (1957) estableció tres experimentos de fertilización en maíz de temporal en el municipio de Cintalapa, Chiapas en los cuales observó el efecto del fertilizante sobre cinco aspectos de desarrollo y crecimiento del cultivo. Y encontró respuesta a los tratamientos en los

que estuvo presente el nitrógeno, observándose plantas más altas con un color verde intenso en comparación con las que no tenían este elemento. También observó que en los tratamientos que llevaron fósforo las plantas mostraron un ligero retardo en el crecimiento. No encontró respuesta a la aplicación de potasio. En los sitios experimentales los resultados indicaron que hubo un aumento en rendimiento de 830 y 216 kg/ha de grano de maíz cuando se aplicó nitrógeno y fósforo respectivamente en promedio de los tres sitios.

Puente et al (1963), llevaron a cabo de 1952 a 1956 veintiséis experimentos de fertilización en maíz de temporal en veintiséis localidades del estado de Veracruz con el objeto de determinar las prácticas de fertilización más adecuadas y el número óptimo de plantas de maíz. La mayoría de los experimentos se establecieron en suelos formados sobre depósitos aluviales. Los rendimientos de maíz en mazorca obtenidos sin la aplicación del fertilizante variaron de 0.3 hasta 6.8 ton/ha. Los rendimientos aumentaron significativamente con la aplicación de nitrógeno en un 88% de los experimentos, la aplicación de fósforo aumentó los rendimientos en forma significativa en el 26% de los experimentos y solamente en un experimento se obtuvo un aumento significativo en el rendimiento de maíz mediante la aplicación de potasio. También observaron que en el 60% de los sitios estudiados la aplicación del nitrógeno fraccionado en dos partes, 1/2 en la siembra y el resto en una segunda aplicación, produjo rendimientos más altos que la aplicación de todo el nitrógeno en el momento de la siembra, concluyendo que la aplicación de todo el nitrógeno en el momento de

la siembra fue menos eficiente, debido a que las malezas absorben parte del nitrógeno.

Coronel y Moreno (1967), en trabajos de fertilización en maíz de temporal en los suelos latosólicos de los planos de Rodríguez Clara, Ver., encontraron que en el 88% de los sitios experimentales se incrementaron los rendimientos significativamente con la aplicación de nitrógeno y fósforo, resultando económicamente costeable su utilización. En ningún sitio se encontró respuesta a potasio. Los resultados indican que la dosis de fertilización recomendable para maíz de temporal en esa zona es de 70 kg de nitrógeno y 60 kg de fósforo por hectárea.

En un suelo que está incluido dentro de la serie de suelos "Cuatlichan" estado de México, Iriarte (1968), estableció un experimento con el fin de determinar sin con la aplicación de rastrojo más la adición de fertilizantes, a los suelos bajo cultivo de maíz de temporal, se producía un aumento en el rendimiento como consecuencia de un mejor aprovechamiento de la precipitación pluvial. Los tratamientos que se incluyeron fueron: tres niveles de materia orgánica en forma de rastrojo y dos niveles de fertilización química. La variedad de semilla utilizada fue el híbrido H-24 de características de precocidad media de 135 días a la maduración. Los resultados mostraron un aumento altamente significativos en rendimiento y el crecimiento de las plantas aumentó a medida que se aumentaron las dosis de rastrojo y fertilizantes.

Coronel y C.P. (1969), llevó a cabo dos experimentos de fertilización en maíz de temporal en los municipios de Ocozocoautla y Villaflores, Chiapas en los que se estudiaron diferentes dosis de N-P y K. La población la mantuvo constante (40 mil plantas por hectárea). La variedad de maíz utilizada fue el híbrido H-503. Los resultados encontrados fueron: en las dos localidades la respuesta a nitrógeno fue mayor que a fósforo y a potasio. En el municipio de Ocozocoautla el tratamiento que obtuvo mayor rendimiento fue 80-40-00 con un incremento de 3.0 ton de mazorca por hectárea con respecto al testigo. En Villaflores la fórmula 120-40-40 fue la que dió mayor rendimiento, con un incremento de 3.3 ton de mazorca por hectárea con respecto al testigo.

Pérez (1970) en estudios realizados en maíz de temporal en ocho sitios de la zona de Soledad Doblado, de la región central de Veracruz, encontró respuesta en todos los sitios a la aplicación de nitrógeno (de 35 a 120 kg/ha). El rendimiento de maíz en mazorca sin la aplicación de fertilizante agrupó a los suelos de los sitios experimentales por su nivel de productividad natural (sin fertilización alguna) en tres categorías: a) de mediano nivel de productividad, con rendimientos unitarios de 2.5 a 2.9 ton/ha; b) de bajo nivel de productividad con rendimientos unitarios de 1.1 a 1.4 ton/ha; y c) de muy baja productividad, con rendimientos unitarios de 0.6 a 0.7 ton/ha. También encontró respuesta a la aplicación de 40 kg/ha de P_2O_5 en dos localidades, produciendo un aumento de 10.0 a 12.0 kg de grano por cada kilogramo de fósforo

aplicado, al recibir el cultivo una fertilización nitrogenada adecuada simultáneamente.

Castañeda (1977), efectuó dos experimentos sobre fertilización en maíz de temporal en dos localidades del estado de Oaxaca y encontró en ambos sitios respuesta a los tratamientos; así lo demostró el análisis de varianza.

Martínez (1977), en estudios realizados de fertilización y densidad de población en maíz de temporal en siete municipios de la región de los altos del estado de Jalisco, encontró que la respuesta de maíz a las aplicaciones de nitrógeno y fósforo variaron de acuerdo al tipo de suelo, el manejo del mismo y a la precipitación pluvial. En general se incrementaron los rendimientos con la aplicación de nitrógeno y una buena densidad de población; solo en algunos sitios encontró respuesta a fósforo.

González, et al (1977), asentó que en dos estudios de fertilización realizados, uno en un suelo franco-marron-rojizo de buen drenaje interno y externo, y el otro en un suelo franco-limoso-aluvial, de buen drenaje externo, encontró en el primer suelo respuesta a 120-30-50 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O , en el segundo a pesar que los rendimientos se vieron afectados por la enfermedad conocida como achaparramiento se encontró respuesta a la aplicación de 40-30-50 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O , respectivamente.

González et al (1977) en estudios realizados sobre nitrógeno, fósforo y potasio en maíz en el estado de Portuguesa

Venezuela, encontró que la combinación de 120-60-50 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O respectivamente se obtuvo el máximo rendimiento porque contenía K que fue muy limitante así como también se encontró respuesta a nitrógeno que fue el más efectivo.

González y Blanco et al (1977) efectuaron un experimento en maíz en el que probaron diferentes dosis de N, P_2O_5 y K. El experimento estuvo ubicado a 10 km al sur de Ospino del estado Portuguesa Venezuela. Encontraron que los mayores rendimientos se lograron con la aplicación de 120-00-50 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O respectivamente.

Pérez, (1977) trabajando en suelos de color rojo, profundos bien drenados y en suelos aluviales de textura medias de color grisáceo, probó diferentes niveles de fertilización nitrogenada (0-60-120-180 y 240 kg/ha) y diferentes densidades de población (40-60 y 80 mil pl/ha) y encontró que los mayores rendimientos se obtuvieron con 40 y 60 mil pl/ha y con 60 kg/ha de nitrógeno.

Coutiño (1977), realizó tres experimentos de fertilización y densidades de maíz de temporal en los municipios de Venustiano Carranza, Villaflores y Villa Corzo, Chiapas en el cual estudió diferentes dosis de nitrógeno, manteniendo constante el fósforo (40 kg/ha). Las densidades empleadas fueron de 40 000 y 60 000 pl/ha; las variedades de maíz utilizadas fueron: H-507, H-509 y H-510. Los resultados obtenidos indicaron que solo se encontró respuesta a la aplicación de 40 kg/ha de nitrógeno en los tres municipios. También se encontró respuesta a 60 000 pl/ha en un sitio con el maíz H-510.

López (1977), llevó a cabo cinco experimentos de fertilización y densidad de población con el cultivo de maíz de temporal en los municipios de Jiquipilas y Cintalapa, Chiapas, con el objeto de determinar la dosis óptima económica, y encontró que en forma general se logró incrementar los rendimientos en un 65% con respecto al testigo sin fertilizar. Los mayores rendimientos se obtuvieron con la fórmula de fertilización 100-60-00 y con una densidad de población de 65 000 pl/ha, en una localidad encontró respuesta a la aplicación de 60 kg/ha de potasio siempre y cuando se presenten cantidades adecuadas de nitrógeno y fósforo en el suelo.

En un suelo con características de un latosol ferralítico en la estación experimental de papas, granos y fibras, Cuba, Betancourt (1978), hizo un estudio con maíz T-66 bajo condición de temporal en el cual probó diferentes densidades de población (20-40-60 y 80 mil plantas por hectárea) y dos niveles de fertilización (Fo y Fi); 150-100 y 100 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O respectivamente). Encontró que no fueron significativamente las interacciones fertilidad por poblaciones para ninguno de los caracteres estudiados, sin embargo, al pasar de 20 000 a 40 000 plantas por hectárea el rendimiento se duplica. La explicación de no tener respuesta significativamente se debió por un lado al hecho de que el terreno se había fertilizado regularmente en los últimos años, y por otro, a que la fecha de siembra de este experimento resultó tardía.

Portillo et al (1978), en tres años de estudio realizaron 29 experimentos de fertilización en maíz de temporal en

el estado de Tlaxcala y encontraron que, en forma general, con la fórmula de fertilización 40-20-00 y sembrando de 50 a 60 mil plantas por hectárea se obtienen los mejores rendimientos de maíz.

De 1978 a 1979 Zamarripa (1978 y 1979), llevó a cabo 13 experimentos de fertilización y densidad de población en maíz de temporal en 12 localidades del municipio de Ocozocoautla, Chiapas, y detectó respuesta a la aplicación de nitrógeno en siete localidades, a fósforo en seis y a densidad de población en cuatro. Obteniendo un aumento del rendimiento en promedio desde 20 a 38% más que el testigo sin fertilizar.

Hernández y Turrent (1978), en nueve sitios de la Sierra de Tabasco, establecieron cuatro experimentos por sitio sobre fertilización en maíz de temporal. En los experimentos 1 y 2 se estudiaron cuatro niveles de nitrógeno 30-40-50 y 60; cuatro de fósforo 0-20-40 y 60 kg/ha y cuatro densidades de población 30-40-50 y 60 mil plantas por hectárea, utilizando el maíz criollo blanco en el primero y el híbrido H-507 en el segundo. En el tercer experimento se estudiaron ocho variedades de maíz, los niveles de nitrógeno y fósforo se mantuvieron constantes: 90 y 40 kg/ha, respectivamente. En el cuarto experimento se probaron dos variedades de maíz, los niveles de fertilización, fueron los mismos que en el experimento número tres, se aplicaron 50 kg/ha de K_2O a cuatro tratamientos y además se adicionaron 5.0 ton/ha de gallinaza a dos tratamientos. En todos los sitios el maíz respondió a la aplicación de nitrógeno y fósforo. Lo anterior permitió definir tres

agrosistemas: suelos derivados de calizas, suelos rojos y suelos aluviales. En los suelos calizos el maíz H-507 respondió un 28% más a la aplicación de fertilizante nitrogenado y un 50% más al fosfatado; en suelos rojos, en un 20% y en un 37% a nitrógeno y a fósforo respectivamente. En los suelos aluviales la respuesta fue igual que en suelos rojos, no así a fósforo que fue menor cuando se usó el H-507.

Pineda, y Núñez (1979) realizaron un trabajo en los terrenos del Colegio de Postgraduados de Chapingo, en cultivo de maíz (H-29) de temporal. Se probaron seis niveles de nitrógeno, (0, 40, 80, 120, 160 y 200 kg/ha de N), utilizando sulfato de amonio como fuente nitrogenada. Adicionalmente se provó el comportamiento de tres fertilizantes nitrogenados diferentes: nitrato de amonio, urea y el propio sulfato de amonio, en este caso se empleó una dosis común de 120 kg de N/ha. También se compararon diferentes épocas de aplicación con el sulfato de amonio; a) todo a la siembra; b) todo a los 30 días; c) todo a los 50 días; d) 1/2 a la siembra y 1/2 a los 30 días, y; e) 1/2 a la siembra y 1/2 a los 50 días. En este último caso la dosis total fue también de 120 kg de N. Los resultados obtenidos indicaron que hubo una clara respuesta a las dosis crecientes de nitrógeno, hasta el nivel de 120 kg/ha, entre estas dosis y las dos subsiguientes (160 y 200) no hubo diferencia significativa. El maíz respondió de igual manera al sulfato de amonio y a la urea y éstos dos recuperaron estadísticamente al nitrato de amonio.

Las aplicaciones tempranas totales o fraccionadas superaron a las aplicaciones tardías.

Durante los años 1975 a 1977, Ruiz (1979), llevó a cabo 56 experimentos de fertilización y densidad de población en maíz de temporal en varias localidades de los Valles Centrales de Oaxaca con el objeto de obtener recomendaciones sobre fertilización y densidad de población, bajo las condiciones irregulares de precipitación que se presentan en esa región y encontró respuesta económica a nitrógeno en 36 sitios y a fósforo en 21 de los 56 en estudio. No encontró respuesta significativa a densidad de población en ninguna localidad. Además, este mismo autor menciona que los principales factores que determinan el rendimiento de maíz son la sequía y la pendiente del terreno. Recomendando que las dosis económicas de nitrógeno, fósforo y densidad de población para esta zona de estudio son:

Intensidad de sequía	Dosis	N	P ₂ O ₅	DP
Leve		55	16	36 000
Severa		30	12	36 000
Extremadamente severa		00	00	36 000

Zamarripa y López (1980) efectuaron nueve experimentos sobre fertilización de maíz de temporal en tres municipios del estado de Chiapas (Cintalapa, Jiquipilas y Ocozocoutla) en los cuales probando niveles de fertilización nitrogenada (40, 70, 100 y 130 kg/ha), fosfatada (0, 30 60 y 90 kg/ha),

y diferentes densidad de población (35, 45, 55 y 65 mil plantas por hectárea), además de probar dos variedades (mejoradas y criolla, así como dos tipos de labranza (tradicional y nula). Detectaron en todos los sitios respuesta a la aplicación de 100 a 130 kg/ha de nitrógeno; en cinco localidades se observaron respuesta a fósforo de 30 a 90 kg/ha y en seis a densidad de población de 55 a 65 mil plantas por hectárea. Con un incremento del 45% con respecto al testigo sin fertilizar. Solo en un sitio se encontró que la variedad V-524 superó a la criolla.

González (1980), realizó un estudio de fertilización y densidad de población con maíz H-509 bajo condiciones de temporal en el Valle de Coalcoman, Michoacán, encontrando que
* fertilizar con 60 kg/ha de nitrógeno, 30 kg/ha de fósforo y con una población de 40 000 a 44 000 plantas por hectárea se obtienen los máximos rendimientos.

González, (1981), llevó a cabo en 1979 y 1980, 14 experimentos de fertilización en maíz, siete correspondientes al ciclo de temporal y los siete restantes al ciclo de tonamil con el objeto de efectuar recomendaciones sobre prácticas de fertilización y densidad de población mediante la agrupación de agrosistemas en el patrón de cultivo maíz-maíz, en la región del Distrito de Temporal No. IV del estado de Veracruz. Para ellos utilizó el diseño de tratamientos Matriz Mixta para ocho factores: nitrógeno, fósforo, densidad de población variedades (H-507 y V-524), control de malezas oportunidad

de fertilización, control de plagas del suelo y arreglo topológico. El análisis de varianza indicó que hubo significancia en todos los casos a tratamientos de parcela chica ($N-P_2O_5$ y DP) en ocho localidades hubo diferencia significativa a variedad y en una sola a control de malezas. Después de haber realizado el análisis combinado de los 14 experimentos utilizó el método CP, para la definición de agrosistemas. Los resultados obtenidos con el procedimiento antes descrito fueron: cuando se utilizó H-507 y se fertiliza con 50-35-47 y 50-15-47 (kg/ha de $N-P_2O_5$ y miles de plantas) para los dos ciclos: temporal y tonamil. Cuando se siembra la variedad V-524 en ambos ciclos, se debe fertilizar con 65 y 35 kg/ha de N en suelos someros y profundos, respectivamente; sembrar 55 y 65 mil plantas por hectárea en suelos con menor del 50% en arena y mayor del 50% respectivamente y solo se deben de aplicar 20 kg/ha de P_2O_5 cuando se siembra en el ciclo de temporal.

Conclusiones de la Revisión de Literatura

1.- El cultivo de maíz responde en un gran porcentaje a las aplicaciones de nitrógeno (85% aproximadamente) de los sitios, en un menor porcentaje a fósforo (45% aproximadamente) y casi nunca a potasio.

2.- La magnitud de respuesta a las aplicaciones de nitrógeno y fósforo y a densidad de población varía de acuerdo a las condiciones ecológicas particulares de los sitios experimentales.

3.- El factor que más influye en la respuesta a los fertilizantes es: la cantidad y distribución de la precipitación.

4.- La aplicación del nitrógeno fraccionado en dos partes produjo los rendimientos más altos.

III. OBJETIVO

Determinar la dosis óptima económica de fertilización y densidad de población en dos variedades de maíz, bajo dos tipos de control de maleza en cuatro municipios de la Depresión Central de Chiapas.

HIPOTESIS

1. La respuesta del cultivo a las aplicaciones de nitrógeno y fósforo y a diferentes densidades de población es igual en todos los sitios.
2. El comportamiento de las variedades empleadas y el tipo de control de maleza es semejante en los diferentes sitios muestreados.

Para probar las hipótesis antes descritas, se consideran los siguientes supuestos.

1. Con los rangos de exploración utilizados para nitrógeno, fósforo y densidad de población se suprimen las deficiencias de estos factores, además en tales rangos se encuentran las dosis óptimas económicas.
2. Las variedades de maíz utilizados en todos los sitios experimentales son las que mejor adaptación tienen en el área de estudio.

IV. DESCRIPCION GENERAL

4.1 Localización geográfica de Chiapas.

El estado de Chiapas tiene una superficie de 74 415 km². Se sitúa en el extremo sur poniente del país; colinda al norte con Tabasco; al sur con el Oceano Pacífico al este con la República de Guatemala y al oeste con Veracruz y Oaxaca. Geográficamente según (López Portillo) forma parte de América Central y en su territorio pueden definirse cuatro zonas:

1) La Planicie Costera del Pacífico, 2) La Sierra Madre de Chiapas, 3) el Valle Central y 4) La Meseta Central.

La Planicie Costera del Pacífico se inicia en la desembocadura del río Tehuantepec, en Oaxaca; es de origen aluvial y la ocupa gran número de ciénegas.

La Sierra Madre de Chiapas se extiende desde el río Ostuta hasta la frontera con Guatemala y ocupa la parte meridional del Estado; tiene unos 280 km de longitud con altura media de 1500 m. Sus cimas más elevadas se localizan en el este, como el volcán del Tacaná, con más de 4000 m en la frontera con Guatemala. Los mejores pasos hacia el norte se localizan en el poniente, en los valles de los ríos Jiquipilas y Arriaga. Su declive hacia el pacífico es violento y escarpado y el del atlántico es suavemente inclinado.

El Valle Central es una depresión alargada entre la Sierra y la Meseta Central que fue formada por el río Grande de Chiapas.

un afluente del Grijalva. En el Valle hay llanuras fluviales y lacustres; su altitud media es de 600 m.

La Meseta Central tiene una anchura media de 50 kms; se extiende desde el río Grande de Chiapas hasta Guatemala, con dirección Noroeste-Sureste. Por la acción erosiva se convirtió en penillanura con mesas en Comitán conocidas como Sierra de Comitán, así como en la Sierra de San Cristóbal y en la de Panteppec.

4.2 Flora.

La situación y el variado relieve del estado de Chiapas hacen que en su territorio, dentro del carácter tropical del mismo se presentan diversas clases de climas con infinita gradación de temperatura y humedad, aunque faltan los típicos climas áridos. En consecuencia su flora posee también una variedad extraordinaria, ya que a las más pequeñas variaciones de clima y suelo corresponden cambios en el carácter de la cubierta vegetal de este.

Se puede afirmar sin temor a equivocarse que la flora de Chiapas es la más rica de todos los estados de la República Mexicana, si se exceptúa quizá, al de Oaxaca. Los tipos de vegetación más representativos en el área de estudio, según Miranda (1975) son los siguientes:

1. Selva Alta siempre verde.- Las especies más comunes de este tipo de vegetación son: el amate (*Ficus* spp), el cedro (*Cedrella mexicana*), el caoba (*Swietenia macrophylla*), el mata

palo (*Ficus involuta*), el chicozapote (*Achras zapote*), el can-shán (*Terminalia abovata*), el gusano (*Lonchocarpus hondurensis*), el cuajinicuil (*Igna spuria*), el bitze (*Igna punctata*), el zapote (*Pachira aguatica*), el coralillo (*Pichecolobium arboreum*), el sauz o sauce (*Salix chilensis*), y el castaño (*Sterculia mexicana*), entre otros.

2. Bosque de pino y encino.- Se tienen pino (*Pinos spp.*) y encino (*Quercos spp.*).

3. Selvas Altas Subdeciduas.- Este tipo de vegetación pierde sus hojas un período más largo que la selva alta siempre verde y las especies más comunes son: guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), totoposte (*Licania arborea*), canelo (*Calcophyllum candidissimum*), granadillo (*Lafoensia punicaefolia*), Cedro (*Cedrella mexicana*), amate (*Ficus cotinifolia*), primavera (*Cybistax Donell Smithii*), ceiba (*Ceiba pentandra*), guapinol (*Hymenaca courbaril*), mulato (*Bursera simaruba*), entre otros.

4. Selvas Bajas Deciduas.- Los árboles y arbustos que constituyen este tipo de vegetación permanecen desnudos de follaje durante un largo período de tiempo en la época seca. Esta clase de vegetación ha estado sujeta año tras año a la devastación producida durante la última parte de la estación seca por los incendios. Los tipos más frecuentes de ésta vegetación son: camaron o plumajillo (*Avaradora amorphoides*), zaucillo (*Fraxinus purpusii*), tepeguaje (*Lysiloma desmostachys*), brasil (*Haematoxylon brasileto*), copal (*Bursera excelsa*), Higo (*Ficus Cookii*), nanche (*Bryrsonima crasifolia*), guaje (*Leucaena shannoni*), palo

puerdo (*Caesalpinia eriostachys*), ishcanal (*Acacia collinsii*), palo mulato (*Bursera simaruba*), espino blanco (*Acacia pennatula*) y madre de cacao (*Caesalpinia volutinia*), entre otros.

5. Sabanas.- Este tipo de vegetación está formado por gramíneas especiales y por árboles bajos de troncos tortuosos cuyas raíces penetran a gran profundidad y cuyas hojas son capaces de resistir largos períodos de sequía sin marchitarse. Este tipo de vegetación es el que todos los años de febrero a mayo, superficies inmensas de kilómetros y kilómetros cuadrados son arrasadas por los fuegos voraces. Sin embargo esta vegetación se caracteriza por su capacidad para resistir el fuego. Las especies más comunes de esta vegetación son: quebracho (*Acacia milleriana*), nanche (*Byrsonima crassifolia*), hojaman (*Curatella americana*), espino o euquete (*Acacia pennatula*), y el gorjo o siete pellejos (*Ateleia pterocarpa*).

Palmeras.- Se encuentra la especie: palma real o soyate (*Sabal mexicana*).

4.3 Hidrografía.

Entre los principales ríos que atraviezan por el área de estudio se encuentran los siguientes: Río Tablón que drena 278 km², Río Santo Domingo que drena 404 km², Río San Pedro Buenavista que drena 110 km² y el Río Dorado que drena 83 km³. El promedio del volumen anual que escurre por estos ríos es de 26 10141 m³ anuales. Estos ríos se encuentran en lo que se conoce como la Fraylesca. También se tiene el Río Suchiapa, Río América Libre y finalmente el Río Cuxtepeques que tiene un escurrimien-

to de 603 millones de m^3 por año. En este último río se hizo la Presa El Portillo que irrigará 10 000 ha. Todos los ríos antes mencionados son afluentes del Río Grijalva o Río Grande de Chiapas que es el más importante de la Depreseión de Chiapas. Además se tiene en el área de estudio la Presa Belisario Domínguez (La Angostura) que abarca los municipios de la Concordia, Villa Corzo y Venustiano Carranza con una capacidad de 18 200 millones de m^3 y almacena 9 200 millones de m^3 en una superficie de 64.2 km^2 .

4.4 Clima.

De acuerdo a la clasificación climática de Koppen modificado por E. García (1973), en la región de estudio predomina el grupo de clima A, que es el grupo de climas tropicales lluviosos con temperatura media del mes más frío de 18°C y donde la temperatura media anual es mayor a 22°C . Dentro de este grupo se tienen los siguientes: Awo (w)g, Aw, (w) (i)g, Awo (w) (i')g y el Aw₂ (w) (i')g.

Las características de los diferentes tipos climáticos se anuncian a continuación.

Awo (w), es el más seco de los subhúmedos, con una época seca en la mitad del año en que se encuentra el invierno.

Aw₁ (w), intermedio en cuanto a grado de humedad entre el Awo y Aw₂, tiene época seca en la temporada lluviosa desplazada hacia el otoño.

Aw_2 (w), es el más húmedo de los subhúmedos, tiene época seca, además de una marcada en el invierno, una corta en el verano.

4.5 Precipitación

La precipitación en la región de estudio varía de 861 mm anuales en el municipio de Villa de Acala, hasta 1535 mm en el municipio de la Concordia como se aprecia en el Cuadro 1., del apéndice también se presenta la distribución de la lluvia a través de los meses del año para tres localidades ubicadas dentro del área de estudio Figura 1 del apéndice. El 86% de la precipitación anual se registra en los meses de mayo a septiembre. Aún cuando las condiciones de precipitación se consideran buenas, se presenta en el municipio de Villa de Acala la sequía intraestival o canícula presentándose entre la segunda quincena de julio y la primera de agosto.

4.6 Evaporación

La evaporación registrada en el área de estudio varía de 1752 a 1837 mm Cuadro 1 del apéndice. Al hacer la comparación de la precipitación pluvial mensual con el promedio de evaporación se observa en la Figura 1 del apéndice que la evaporación es mayor en los meses de octubre a mayo, en cambio en los meses de junio a septiembre, la precipitación es mayor a la evaporación, la temperatura media anual varía de 23.8 a 25°C siendo los meses más calientes de abril a mayo.

4.7 Suelos

Corresponde por sus características geológicas a las eras azoica y paleozoica. Se han detectado tres zonas fisiográficas según Turrent F.C. (1979), que son: vegas y Terrazas, mesetas y declives.

Las zonas de vega y terrazas abarca el 50% de todos los Valles o Depresión. La Roca Madre existente es de origen ígneo; hacia el sur granitos, dioritas y andesitas y de origen sedimentario al norte, calizas; así como depósitos continentales recientes. Los suelos que se presentan son tipo fluvisol arenarcillosos, vertisoles arcillo-arenosos y cambisoles arenarcillosos según la clasificación FAO-UNESCO.

Zona de Mesetas.- Esta zona fisiográficamente ocupa un 20% de los Valles aproximadamente; su altura sobre el nivel del mar fluctúa entre los 700 y los 1 300 m. La Roca Madre existente es de origen sedimentario, calizas. Los suelos son tipo renzina franco-arcillosos, litosoles con rocas aflorantes y vertisoles.

Zonas de declives (lomeríos). Rodeando a la zona de vegas y terrazas se localiza esta zona fisiográfica. Posee una extensión aproximada de 30% del total de los Valles. Su altura fluctúa entre 400 y 1 200 m. La Roca Madre existente al Sureste, Sur y Suroeste, es de origen ígneo y al Norte y al Este, es de origen sedimentario. Los tipos de suelos que se presentan son al Norte y al Este las rendzinas y litosoles derivados de calizas, al Sur Sureste y Suroeste cambisoles y regosoles derivados de granito y diorita.

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Area de estudio

El área de estudio donde se estableció el presente trabajo fueron los municipios de: Villaflores, Villa Corzo, La Concordia y Villa de Acala que se encuentran localizados en los Valles Centrales de Chiapas mejor conocida como "Depresión Central". Esta Depresión se extiende al noroeste de la Sierra Madre paralelamente a ésta de ONO a ESE quedando limitada al noroeste por la Altiplanicie de Chiapas y al norte por las montañas del norte, ver Figura 1, tiene una longitud de 280 km y anchura de 30 en el sureste y 55 km al noroeste y una superficie de 9000 km² (Geología de Chiapas). En el Cuadro 1 se presenta la localización exacta de los experimentos y en la Figura 2 se presenta la situación geográfica de la zona donde se ubicaron los experimentos.

5.2 Características generales de los suelos de la zona de estudio.

De acuerdo a la clasificación realizada por Quiñonez* en 1980, los suelos donde se establecieron los experimentos corresponden a las siguientes unidades de suelo: a) Fluvisoles eútricos Je, b) Vertisol pélico Vp y c) Cambisol ferralico. Las características de cada una de ellas es la siguiente:

Fluvisol eútrico Je (del latín Fluvius río y del griego eu: bueno). Suelos originados de depósitos aluviales recién-

* Profesor Huberto Quiñonez. DETENAL, México.

tes que no presentan horizontes de diagnóstico o ningún otro, excepto en algunos casos un horizonte A pálido; color amarillo opaco en seco y amarillo grisasio obscuro en húmedo, con buen drenaje externo e interno, de profundidad mayor a los 150 cm.

Vertisol pélico Vp (del latín verto: voltear literalmente, suelo que se revuelve, que se voltea). Son suelos que se presentan en climas templados y cálidos, en zonas en las que hay una marcada estación seca y otra lluviosa. Se caracterizan por las grietas anchas y profundas que aparecen en ellos en la época de sequía. Son suelos muy arcillosos, color negro-cafesáceo en seco y negro en húmedo; el drenaje superficial es de lento a rápido y el interno es escasamente drenado, la profundidad es de más de 140 cm.

Carbisol ferralico Bf (del latín cambiare: cambiar literalmente, suelo que cambia).

Suelos que tienen un horizonte B cambico (se caracteriza porque a pesar de ser arenoso, en el subsuelo forman algunos terrones, por lo que ya no se consideran como suelos de arena suelta). Los cambisoles ferrálicos tienen una capacidad de intercambio (por el método de cloruro de amonio) menor de 24 meg/100 g de arcilla, por lo menos en algún subhorizonte del horizonte B cámbico.

Se recolectaron muestras compuestas de suelo a dos profundidades de 0-15 y de 15-30 cm en cada sitio experimental. En el Cuadro 2 se presentan las características físicas y químicas de cada uno de los sitios experimentales.

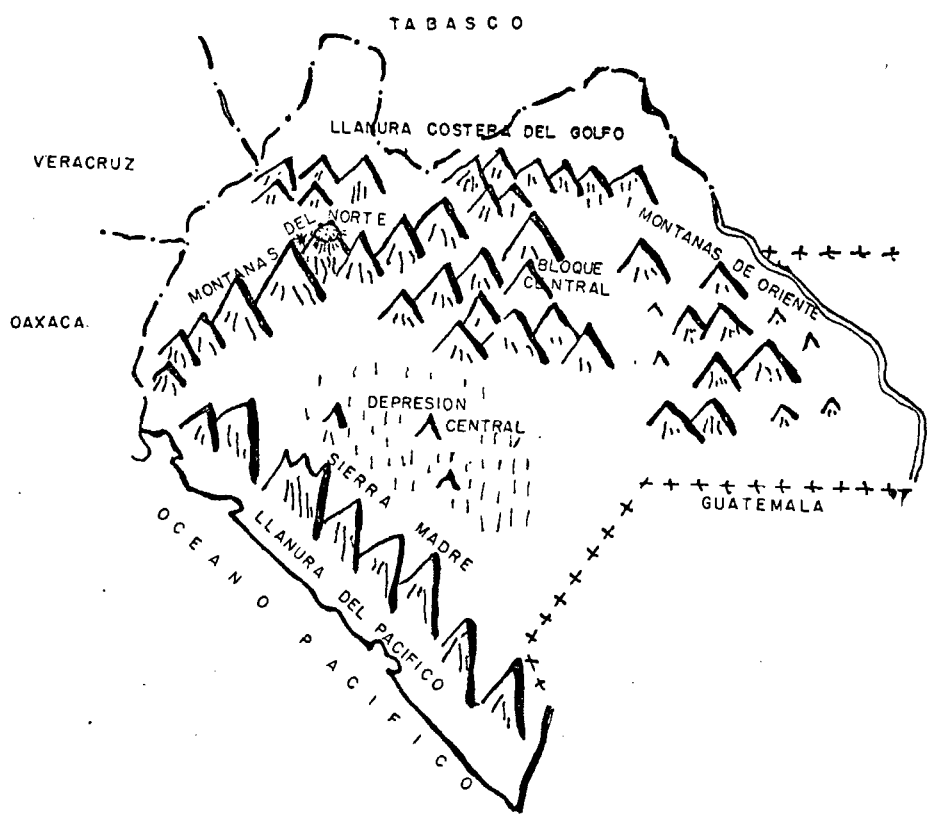
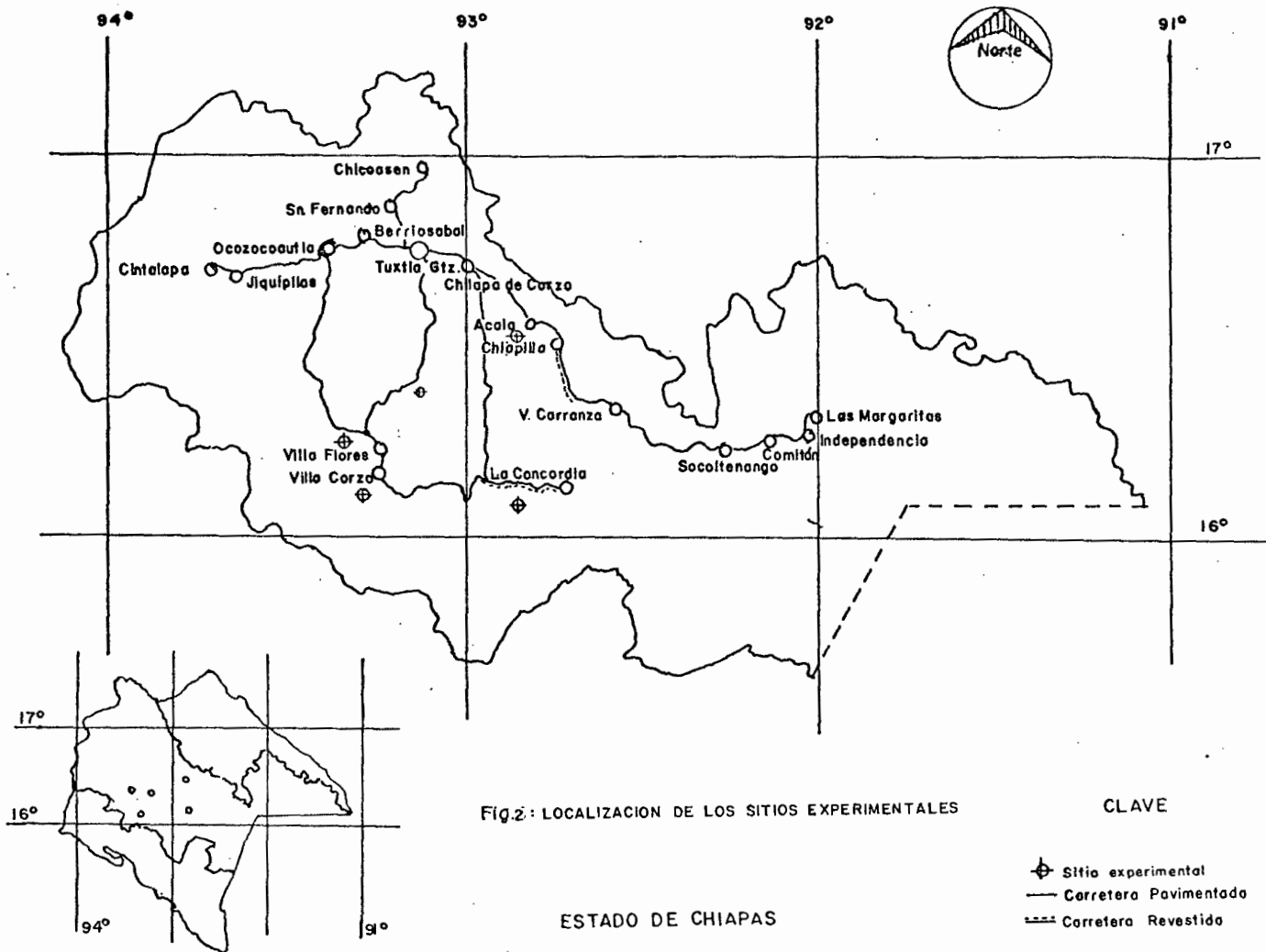


FIG. 1.

* VOLCAN EL CHICHONAL



CUADRO 1. LOCALIZACION DE LOS EXPERIMENTOS

Número	Localización	Nombre del Predio	Municipio	Propietario	Altura sobre el nivel del mar
1	Km 75 Ocozocoautla Villaflores	Rancho San Rafael	Villaflores	Efraín Vázquez	650
2	30 Km al Este de la ciudad de Villaflores	Ejido Villahidalgo	Villaflores	Rafael Montero	520
3	Km 3 del Ejido Independencia Presa El Portillo.	Ejido Nueva Libertad	La Concordia	René Reley	580
4	10 Km al Oeste de la ciudad de Villa Corzo	Rancho La Campana	Villa Corzo	Oscar Castellanos	575
5	Km 30 Tuxtla Gutiérrez Presa Belisario Domínguez	Ejido 20 de Noviembre	Villa de Acala	Alfredo Rufz	530

SECRETARÍA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA



En general predominan las texturas arena migajosa y migajón arenoso a excepción del sitio localizado en 20 de Noviembre que fue un migajón arcillo arenoso en sus dos profundidades. El drenaje de los suelos se considera bueno ya que no se presentaron problemas con inundaciones en ninguno de los sitios. Los experimentos se localizaron en terrenos planos con pendientes del 2% en promedio, de suelos profundos. La determinación de las texturas se llevó a cabo por el método del hidrómetro de Boyoucos (1951).

Los valores de pH de las 10 muestras variaron de 6.6 a 7.2 resultando ligeramente ácido o neutro en todas las muestras. El contenido de materia orgánica es pobre en todos los sitios experimentales y su determinación se hizo de acuerdo al método de Walkley-Black (1946), el contenido de fósforo aprovechable, determinado con fluoruro ácido diluido, (Bray, R.H. and Hurtz T.L.) se encuentra abajo del nivel crítico (10 ppm) para buen suministro en cultivos anuales.

5.3 Factores de estudio y espacio de exploración.

Se manejaron integralmente cinco factores controlables de la producción, la lista completa de los mismos se presenta en el Cuadro 3.

De acuerdo a la información recabada en varios recorridos efectuados por el área de estudio, y a las altas cantidades de fertilizantes que se aplican a los predios que participan en el concurso la Mazorca de Oro, se definió el espacio

CUADRO 2. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE LOS SUELOS EN LOS CUALES SE ESTABLECIERON LOS EXPERIMENTOS.

Experimento	Profundidad en (cm)	Clasificación textural	Cationes Intercambiables				Materia orgánica %	Fósforo aprovechable (ppm)	Carbonato de calcio %	PH
			Calcio (me/100 g)	Magnesio	Sodio	Potasio				
San Rafael	0-15	Arena Migajosa	3.25	1.20	0.61	0.38	0.97	1.16	1.40	7.1
	15-30	Arena Migajosa	3.25	1.20	0.87	0.28	0.83	1.13	1.30	7.2
Villa Hidalgo	0-15	Migajón Arenoso	4.38	1.79	1.22	0.15	0.97	1.15	1.80	6.7
	15-30	Arena Migajosa	4.23	1.39	1.87	0.10	0.68	1.16	1.80	6.9
Nueva Libertad	0-15	Arena Migajosa	5.74	1.79	1.22	0.08	0.86	1.06	1.40	6.6
	15-30	Migajón Arenoso	3.25	0.39	1.57	0.15	0.87	1.06	1.40	6.7
La Campana	0-15	Migajón Arenoso	4.49	1.37	0.87	0.05	1.67	1.14	2.50	6.9
	15-30	Migajón Arenoso	4.29	1.20	1.17	0.00	1.60	1.13	2.50	6.8
20 de Noviembre	0-15	Migajón Arcillo Arenoso	4.95	2.00	1.13	0.15	1.70	2.06	2.60	7.0
	15-30	Migajón Arcillo Arenoso	4.51	2.00	0.78	0.18	1.70	2.04	2.20	6.9

CUADRO 3. LISTA DE LOS CINCO FACTORES CONTROLABLES DE LA PRODUCCION DE MAIZ EN LOS VALLES CENTRALES DE CHIAPAS.

Número	Factor	Niveles	Unidades
1	Nitrógeno	90-120-150-180	kg de N/ha
2	Fósforo	30-60-90-120	kg de P_2O_5 /ha
3	Densidad de población	45-55-65-75	Miles de plantas/ha
4	Variedad	V-524 y H-509	
5	Control de malezas	Tradicional y químico	

de exploración para nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y densidad de población (DP). Para los tres factores de estudio, los espacios de exploración fueron: para N de 90 a 180 kg/ha, P_2O_5 de 30 a 120 kg/ha y para DP de 45 a 75 pl/ha, el factor DP varió en la localidad 20 de Noviembre ya que solo se emplearon de 40 a 70 mil pl/ha.

5.4 Matriz experimental y diseño experimental

Se manejaron integralmente bajo un diseño de Matriz Mixta (Turrent 1979), cinco factores controlables de la producción. En las parcelas se estudiaron los tratamientos resultantes de la Matriz Plan Puebla I (Turrent 1978) para tres factores: dosis de fertilizante nitrogenado y fosforado, y a la

densidad de población.

En las parcelas grandes se estudiaron los factores variedad y control de maleza, manejados a dos niveles por medio de la Matriz Factorial 2^2 . Se incluyeron como tratamientos adicionales, la aplicación de 60 kg/ha de K_2O y se vio la oportunidad de aplicación del fertilizante nitrogenado 2/3 en la primera aplicación y 1/3 en la segunda. Además se colocó en el centro del experimento una franja de cuatro surcos como un tratamiento testigo absoluto. En el Cuadro 4 se presenta la lista completa de tratamientos.

Para la aleatorización y distribución de los tratamientos se empleó un diseño experimental de parcelas divididas con dos repeticiones. Las parcelas grandes fueron ocupadas por los cuatro tratamientos que integran la Matriz Factorial 2^2 . Las parcelas chicas estuvieron representadas por los 14 tratamientos que resultan de la Matriz Plan Puebla I para tres factores, más los dos tratamientos adicionales que corresponden a la Matriz Baconiana.

La unidad experimental constó de dos surcos de 8.0 m de largo en todos los casos. La distancia entre surcos fue de 0.80 m y la distancia entre plantas varió de acuerdo a las densidades que le correspondía a cada tratamiento.

5.5 Siembra y conducción de los experimentos

Los terrenos en los cuales se establecieron los lotes experimentales fueron preparados por los agricultores cooperantes, de acuerdo a sus costumbres y consistieron en un bar-

CUADRO 4. LISTA DE TRATAMIENTOS GENERADOS POR LA MATRIZ MIXTA EN PARCELAS DIVIDIDAS PARA EL CULTIVO DE MAIZ.

PARCELAS GRANDES			PARCELAS CHICAS			
No.	Control de malezas	Variedad	No. de Trat.	FERTILIZANTE		Densidad de Población miles/ha.
				kg / ha N	P ₂ O ₅	
1	Tradicional	V-524	1	120	60	55
			2	120	60	65
			3	120	90	55
			4	120	90	65
			5	150	60	55
			6	150	60	65
			7	150	90	55
			8	150	90	65
			9	90	60	55
			10	180	90	65
			11	120	30	55
			12	150	120	65
			13	120	60	45
			14	150	90	75
			15 *	150	90	65
			16**	150	90	65
2	Con herbicida	V-524	1	120	60	55
			16	150	90	65
3	Tradicional	H-509	1	120	60	55
			2	120	60	65
			3	120	90	55
			4	120	90	65
			5	150	60	55
			6	150	60	65
			7	150	90	55
			8	150	90	65
			9	90	60	55
			10	180	90	65
			11	120	30	55
			12	250	120	65
			13	120	60	45
			14	150	90	75
			15	150	90	65
			4	Con herbicida	H-509	1
16	150	90				65
16	150	90				65

* Tratamiento adicional con potasio 60 kg/ha

** Tratamiento adicional para observar la oportunidad de aplicación del fertilizante.

becho y una rastra con maquinaria cuando empezaron a caer las primeras lluvias. La siembra de los experimentos se llevó a cabo de acuerdo a la mejor fecha de siembra de cada agricultor del 10 al 24 de junio.

En el mes de junio se instalaron pluviómetros en las fincas de los agricultores cooperantes a una distancia no mayor de 500 metros de cada sitio experimental. Los pluviómetros usados fueron los de aluminio. En el Cuadro 2 del apéndice se presenta la precipitación observada en las cinco localidades de estudio, en tanto que en las Figuras 2 al 6 del apéndice se pueden apreciar las respectivas distribuciones.

En la Figura 7 del apéndice se presenta el régimen de precipitación observada durante el ciclo del cultivo en el año de 1980 en Villaflores, así como el régimen de lluvia promedio de los últimos 18 años. En los últimos 18 años llovieron en promedio 240 mm en junio, 219 mm en julio, 254 mm en agosto y 307 mm en los meses de septiembre y octubre. En 1980 en promedio de cuatro sitios con semejante precipitación Cuadro 2 del apéndice, llovió más que el promedio de los últimos 18 años. En Villa de Acala Figura 8 del apéndice se puede observar que en 1980 llovió lo mismo que en los últimos 16 años, solo que la distribución no se comportó de igual manera, ya que en los últimos días de julio y en los últimos días de agosto la precipitación aumentó, presentándose una disminución en los primeros días de agosto y en los primeros días de septiembre.

Se aplicó Volatón 2.5% polvo en dosis de 15 kg/ha en el fondo del surco al momento de la siembra, para controlar las plagas del suelo, principalmente gallina ciega (*Phylophaga* spp).

La aplicación del fertilizante se hizo a mano en banda, en el fondo del surco y se tapó con azadón. Aplicándose la mitad del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra y la otra mitad del nitrógeno en la segunda labor, aplicándose por dentro del surco. Se colocaron de tres a cuatro semillas a diferentes distancias, y cuando las plantas tenían de 15 a 17 días de nacidas, se hizo el aclareo, dejando solo dos plantas por golpe.

Las variedades de maíz utilizadas fueron: V-524 y H-509 en tres sitios y el criollo local y una variedad mejorada en los otros dos experimentos. El control de malezas se hizo de la siguiente manera: tradicional que consistió en dar la primera labor a los 30 días y una limpia manual y segunda labor a los 55 días después de la siembra. Control integral que consistió en dar la primera labor con yunta y luego se aplicó herbicida "Esteron 47" a dosis de un litro por hectárea y una segunda aplicación de "Gramoxone" a razón de un litro por hectárea en la segunda labor.

Una vez que las mazorcas alcanzaron su madurez fisiológica se efectuó la dobla, que consiste en doblar el tallo del maíz en el entrenudo inmediatamente abajo de donde se encuentra la mazorca, con el objeto de prevenir los daños ocasiona-

dos por lluvias que caen en ese tiempo y que causan pudriciones en las mazorcas, otro de los problemas que se evita con esta práctica es el daño por pájaros, así como el acame que es ocasionado por fuertes vientos que se presentan en la región.

5.6 Cosecha y análisis estadísticos de los experimentos.

La cosecha se efectuó en el mes de diciembre, se cosecharon los dos surcos, contándose el número de plantas y mazorcas cosechadas por parcela y se pesaron éstas. Se tomaron 15 mazorcas por tratamiento en una repetición para determinar el porcentaje de grano, además se recolectaron 100 gr de grano por tratamiento para determinar su contenido de humedad. Posteriormente se hizo la conversión a toneladas por hectárea con un contenido del 12.0% de humedad, sobre base seca.

Los resultados obtenidos por experimentos fueron analizados de acuerdo al método Gráfico-Estadístico propuesto por Turrent (1978), con el fin de determinar el tratamiento óptimo de capital ilimitado (TOECI) y el tratamiento óptimo económico de capital limitado (TOECL); siendo el TOECI el que tiene el mayor ingreso neto más costos fijos y el (TOECL) el que tiene la mayor tasa de retorno al capital variable, el precio de estos insumos y del producto con vigencia hasta el 31 de diciembre de 1980 que se consideró para extraer las DOE se presentan el en Cuadro 5.

CUADRO 5. VALORES Y COSTOS UNITARIOS UTILIZADOS EN LOS ANÁLISIS ECONÓMICOS DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES.

NITROGENO

Costo de un kg de Nitrógeno (Urea 46% de N) en bodega.....	\$ 7.30
Costo de acarreo ó flete de un kg de Nitrógeno.....	0.60
Costo de aplicación de 1 kg de Nitrógeno	1.60
Interés (al 12% durante 8 meses)	<u>0.50</u>
Costo Global de un kg de Nitrógeno	10.00

FOSFORO

Costo de un kg de fósforo (Sup. Fost. de Cal. Triple 46% P ₂ ⁰ ₅	\$ 8.50
Costo de acarreo ó flete de un kg de Fósforo	0.60
Costo de aplicación de un kg de Fósforo	1.60
Interés (al 12% durante 8 meses)	<u>0.50</u>
Costo global de un kg de Fósforo	11.20
Costo global de un kg de Potasio	6.61
Costo de 1 000 plantas de maíz V-524 (85% Germ.)	8.25
Costo de 1 000 plantas de maíz H-509 (85% Germ.)	9.00
Costo de 1 000 plantas de maíz criollo (85% Germ.)	4.70
Precio de un kg de maíz	4.50
Costos de cosecha y acarreo	0.39
Precio real de un kg de maíz	4.11

RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 Sobre los rendimientos

Los rendimientos de maíz en grano comercial* con el 12% de humedad obtenidos con los diferentes niveles de fertilización de nitrógeno y fósforo y con las diferentes densidades de población estudiados en los cinco sitios experimentales se presentan en el Cuadro 6.

Puede observarse, que los rendimientos unitarios de las parcelas testigos (sin fertilizar) variaron de 1.433 ton/ha (en San Rafael), hasta 5.250 ton/ha (en La Campana). Los menores rendimientos se obtuvieron en San Rafael con una media de 3.720 y los más altos se lograron en La Campana con un valor medio de 6.13 ton/ha. De todos los tratamientos en estudio en parcelas chicas el que obtuvo mayor rendimiento fue el Número 12 que corresponde a la aplicación de 150-120-65, kg de N/ha, kg de P_2O_5 /ha y miles de plantas por hectárea con una producción media de 5.108 ton/ha, y el más bajo resultó ser el testigo sin fertilizar, con un rendimiento de 2.751 ton/ha. El rendimiento medio de los cinco experimentos fue de 4.724 ton/ha.

6.2 Sobre los análisis de varianza

Se realizaron análisis de varianza, para cada uno de los experimentos Cuadro 7.

* Los rendimientos comerciales se estiman como 80% de los rendimientos experimentales.

CUADRO 6. RENDIMIENTO PROMEDIO DE MAIZ EN TON/HA PARA CADA TRATAMIENTO DE FERTILIZACION EN LAS CINCO LOCALIDADES DONDE SE UBICARON LOS EXPERIMENTOS, COEFICIENTE DE VARIACION Y DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA (0.05%)

				Villaflores		Villacorzo	La	Villa de	X
				San Rafael	Villa Hidalgo	La Campana	Concordia Nueva Libertad	Acala 20 de Noviembre	
1	120	60	55	3.773	5.842	5.858	4.155	4.861	4.898
2	120	60	65	3.504	5.441	6.558	3.737	4.034	4.655
3	120	90	55	3.195	5.365	6.081	3.698	4.555	4.579
4	120	90	65	3.924	5.637	6.154	3.858	4.359	4.786
5	150	60	55	3.467	5.215	6.011	3.967	3.810	4.494
6	150	60	65	3.822	5.650	6.550	4.304	4.617	4.989
7	150	90	55	4.112	5.866	5.966	4.140	3.869	4.791
8	150	90	65	4.134	5.847	5.887	4.331	4.257	4.891
9	90	60	55	3.478	4.166	5.854	3.513	4.102	4.223
10	180	90	65	3.628	5.747	6.017	4.429	3.965	4.757
11	120	30	55	3.870	5.050	5.977	3.863	3.628	4.478
12	150	120	65	4.692	5.585	6.358	4.604	4.302	5.108
13	120	60	45	3.357	4.863	5.460	3.489	3.605	4.155
14	150	90	75	3.403	5.713	6.516	4.306	4.091	4.806
15	150	90	65*	4.096	5.699	6.414	4.293	3.992	4.899
16	150	90	65**	3.025	5.744	6.451	4.735	4.334	4.858
17	00	00	55***	1.433	1.822	5.250	1.698	3.551	2.751
\bar{X}				3.720	5.53	6.13	4.10	4.14	
C.V. %				19.44	5.30	10.50	15.25	15.00	
DMS 0.05 TON/HA				0.723	0.541	0.644	0.623	0.616	
Variedades de Maíz				V-524	V-524	V-524	Criollo	Criollo	
				H-509	H-509	H-509	H-509	V-524	

* Tratamiento adicional con potasio 60 kg/ha

** Tratamiento adicional para observar la oportunidad de aplicación del fertilizante.

*** Tratamiento testigo sin fertilizar.

No se encontró respuesta a los factores en estudio en parcelas grandes en ninguna localidad, sin embargo, al realizar el procedimiento para el cálculo de los efectos factoriales, de acuerdo a la metodología propuesta por Turrent (1979), se observó un aumento en el rendimiento de 361 kg/ha en promedio cuando se pasa de V-524 a H-509 en tres localidades (San Rafael, La Campana y Villahidalgo), en la localidad de 20 de Noviembre se observó un aumento en el rendimiento de 530 kg/ha cuando se pasa del criollo a V-524 y en el sitio localizado en Nueva Libertad se observó una disminución en el rendimiento de 923 kg/ha cuando se pasa de criollo a V-524.

En todos los sitios hubo efecto significativo a tratamientos de parcela chica con una probabilidad del 5% en dos sitios y del 1% en los otros tres.

No se encontró respuesta en ninguna localidad a las interacciones de: parcela grande por parcela chica (PG x PCH), interacción labranza por parcela chica (L x PCH), interacción variedad por parcela chica (V x PCH), y a la interacción labranza por variedad por parcela chica (L x V x PCH).

6.3 Respuesta a la dosificación de fertilizantes y a la densidad de población.

Después de haber realizado el análisis de varianza para cada uno de los experimentos y al no encontrar respuesta significativa a tratamientos de parcelas grandes ni a las interacciones en ningún caso, Cuadro 7, se procedió con el análisis aplicando el método Gráfico Estadístico para los factores de

CUADRO 7. ANALISIS DE VARIANZA DE LOS EXPERIMENTOS DE MAIZ DE TEMPORAL ESTABLECIDOS EN LAS CINCO LOCALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO.

Fuente de variación	G.L.	San Rafael CM	Villahi- dalgo CM	La Campana CM	Nueva Libertad CM	Villa de Acala CM
Tratamiento (P.G.)	3	7.01221	0.8189	3.1749	10.2307	7.3766
Repeticiones	1	9.6196	1.6444	2.2294	38.0628	13.0807
Error A	3	9.5924	0.9855	0.9003	5.9878	3.6657
Tratamiento (P.CH.)	15	1.4184**	0.7625**	0.7907*	1.1124**	0.7030*
Interacción (PG x PCH)	45	0.7360	0.3687	0.3015	0.3415	0.5027
Interacción (L x PCH)	15	0.6846	0.3664	0.1629	0.3228	0.4492
Interacción (V x PCH)	15	1.1034	0.5283	0.3171	0.3257	0.4558
Interacción (L x V x PCH)	15	0.4200	0.2113	0.4244	0.3376	0.6030
Error B	60	0.5224	0.2930	0.4149	0.3889	0.3802
Total	127					
C.V. %		19.44	5.29	10.50	15.25	15.00

P = Parcela G = Grande CH = Chica L = Labranza V = Variedad.

parcela chica. En este caso, en que hay evidencia que los tratamientos de parcela chica afectan al rendimiento de maíz de manera independiente a los tratamientos de parcela grande, las parcelas grandes funcionan como repeticiones adicionales a las dos repeticiones del experimento. Es decir, que en lo que respecta a la respuesta a los tratamientos de parcela chica, habrá ocho repeticiones.

En el Cuadro 8 se presenta el análisis económico de la respuesta a los tratamientos de parcela chica en la localidad de San Rafael. Se puede observar que se encontró respuesta dentro del cubo a la interacción NP al aplicar la prueba del efecto mínimo significativo (EMS) al 10% de probabilidad y que fue igual a 0.302 ton/ha. También se observa que fuera del cubo se encontró respuesta a DP al realizar una prueba de DMS al 10% de probabilidad, ya que la diferencia de $4.123 - 3.403 = 0.720$ ton/ha es superior a la $DMS = 0.523$.

Después de haber calculado los costos variables y los ingresos netos más costos fijos, resulta que el máximo ingreso neto más costos fijos se asocia con el tratamiento 150-120-65 ($N-P_2O_5$ -DP). Por lo tanto a éste corresponde el tratamiento óptimo económico de capital ilimitado (TOECI). El rendimiento obtenido con dicho tratamiento fue igual a 4.69 ton/ha como se aprecia en el Cuadro 8. A dicho rendimiento corresponde un ingreso neto de \$ 16 452/ha que es el más alto de todos los valores enlistados en el Cuadro 8 y el tratamiento óptimo económico para capital limitado (TOECL) es el tratamiento

CUADRO 8. ANALISIS ECONOMICO DE LA RESPUESTA A LOS TRATAMIENTOS DE PARCELA CHICA EN SAN RAFAEL.

No.	Tratamientos			Rend. totales	Columnas de Yates			Divi- sor a	Efectos facto- riales a nivel de media		Rend. Promedio	Costos variables d C V \$/ha	Ingresos netos más costos fijos e \$/ha	Incremento en rendi- miento ton/ha	Incremento Ingreso Neto	TRC A IN/C		
	N kg/ha	P ₀ ₅ kg/ha	DP pl/ha		1	2	3		Ton/ha	Identi- fica- ción								
1	120	60	55 M	30.189	+ 58.221	+ 115.175	+ 239.460	64	+ 3.741	M	3.639	3.639	1 869.00	13 087.29	2.206	7 197.66	3.851	
2	120	60	65 M	28.032	+ 56.954	+ 124.285	+ 6.694	32	+ 0.209	D								
3	120	90	55 M	25.562	+ 58.316	+ 3.673	+ 6.386	32	+ 0.199	P		3.559	2 203.50	12 423.99	2.126	6 534.36	2.965	
4	120	90	65 M	31.392	+ 65.969	+ 3.021	+ 5.328	32	+ 0.166	PD			3.644	2 169.00	12 807.84	2.211	6 918.21	3.190
5	150	60	55 M	27.738	- 2.157	- 1.267	+ 9.110	32	+ 0.285	N								
6	150	60	65 M	30.578	+ 5.830	+ 7.653	1 0.652	32	- 0.020	ND								
7	150	90	55 M	32.894	+ 2.640	+ 7.987	+ 8.920	32	+ 0.307	* NP								
8	150	90	65 M	33.075	+ 0.181	- 2.659	- 10.646	32	- 0.333	NPD	4.123	4.123	2 503.50	14 442.03	2.690	8 552.40	3.416	
9	90	60	55 M	27.828					0.302	EMS ^b		3.478	1 569.00	12 725.58	2.045	6 835.95	4.357	
10	180	90	65 M	29.025								3.628	2 803.50	12 107.58	2.195	6 217.95	2.218	
11	120	30	55 M	30.963								3.870	1 534.50	14 371.20	2.437	8 461.57	5.527	
12	150	120	65 M	37.543								4.693	2 836.00	16 450.23	3.260	10 560.60	3.721	
13	120	60	45 M	26.854							3.357	3.357	1 869.00	11 928.27	1.924	6 038.64	3.231	
14	150	90	75 M	27.224							* 3.403	3.403	2 503.50	11 482.83	1.970	5 593.20	2.234	
15	150	90	65 M	32.773						EMS ^c	0.523	4.097	2 899.00	13 939.17	2.664	8 049.54	2.77	
16	150	90	65 M	24.198								3.025	2 503.50	9 929.25	1.592			
17	00	00	55 M	11.464								1.433						
TOECL	150	120	65 M															
TOECL	120	30	55 M															

a El número 64 viene de la fórmula $2^N r$, donde $n = 3$, $r = 8$. El número 32 viene de la fórmula $1/2 2^N r$.

b $EMS 10\% = t 10\%$, 60 gl $\sqrt{\frac{CSED}{2^N - 2r}} = 1.67 \sqrt{\frac{0.5224}{2 \times 8}} = 0.302$ ton/ha

c $EMS 10\% = t 10\%$, 60 gl $\sqrt{CSED \left(\frac{1}{F} + \frac{1}{FZ} \right)} = 1.67 \sqrt{0.5224 \left(\frac{1}{16} + \frac{1}{8} \right)} = 0.523$

d Costos variables del tratamiento. CV = nN, pP, dD, donde n es el costo por kg de N, p es el costo por kg de P₀₅ y d es el costo de 1000 plantas. En el ejemplo $n = \$ 10.00$ $p = \$ 11.15$ y $d = \$ 9.0$

e Se usa la fórmula $IN-CV = Yy-CV$ donde y es el valor del kg de maiz, Y es el rendimiento de maiz. En el ejemplo $y = \$ 4.11$

120-30-55 ya que a el corresponde la mayor tasa de retorno a capital variable.

En la Figura 3, se presenta gráficamente la respuesta del maíz expresada en rendimiento de grano en ton/ha obtenida por el efecto de la aplicación de diferentes niveles de fertilización nitrogenada y fosfórica y a la densidad de población.

La función de respuesta al fertilizante fosfórico para localizar la dosis óptima económica será la 150-P-65 y para la fertilización nitrogenada N-120-65. Se puede observar que la curva de respuesta no fue mayor a los 150 kg/ha de N ya que al pasar al nivel más alto de nitrógeno los rendimientos disminuyeron: la función de respuesta a densidad de población para determinar la dosis óptima económica será la 150-90-D. Puede observarse que la curva de respuesta no fue mayor de 65 mil plantas/ha. El mayor rendimiento se obtuvo con una población de 60 mil plantas/ha.

En el Cuadro 9 se presenta el algoritmo para el análisis Gráfico Estadístico de la respuesta a la fertilización nitrogenada y fosforada y a la densidad de población en la localidad de Villahidalgo. Las pruebas de hipótesis sobre los efectos factoriales muestran que los efectos NP y D son significativamente diferente de cero, ya que superan al EMS 10% = 0.226 ton/ha y la DMS 10% = 0.391 ton/ha. Por lo que se considera la respuesta a los tres factores en estudio.

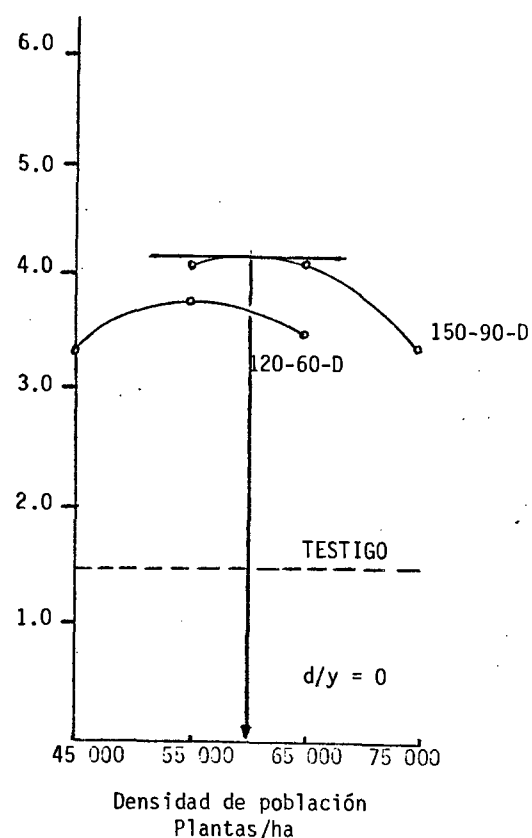
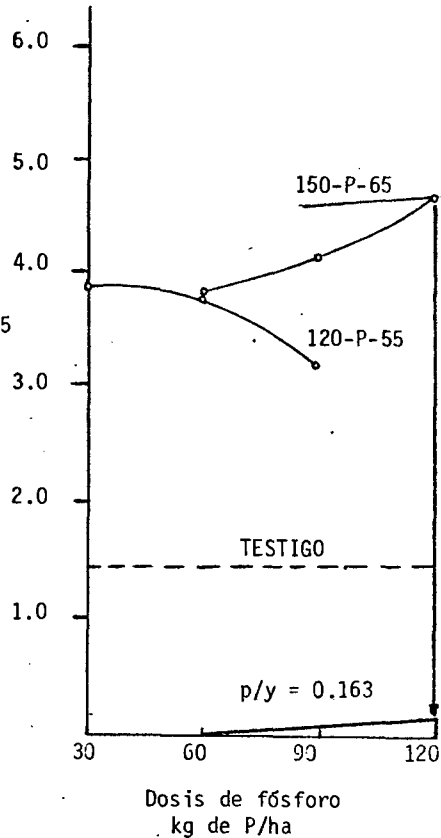
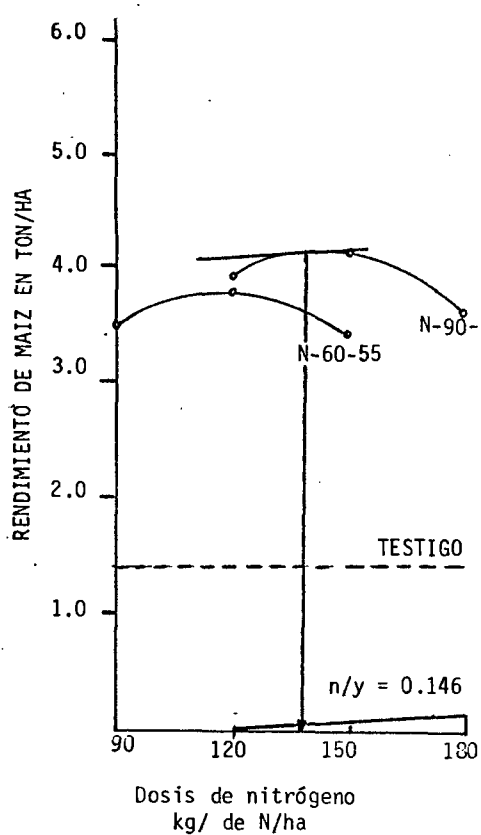


FIGURA 3 . RESPUESTA DEL MAIZ A LA DOSIFICACION DE FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFORADO Y A DENSIDAD DE POBLACION EN LA LOCALIDAD DE SAN RAFAEL MUNICIPIO DE VILLAFLORES, CHIAPAS. 1980.

CUADRO 3. ANALISIS ECONOMICO DE LA RESPUESTA A LOS TRATAMIENTOS DE PARCELA CHILA EN VILLAHIDALGO.

No.	Tratamientos			Rend. totales	Columnas de Yates			Efectos factoriales a nivel de media			Rend. Promedio		Costos variables e		Ingresos netos más costos		Incremento en rendimiento		Incremento Ingreso Neto		T R C
	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	DP pl/ha		1	2	3	Divisor a	Ton/ha	Identificación	(1)	(2)	C V \$/ha	figos d A IN \$/ha	A Y ton/ha	A IN \$/ha	A IN/C				
1	120	60	55 M	46.743	+ 90.273	+ 176.289	+ 358.912	64	5.608	M	5.64	5.843	-1 869.00	22 145.73	4.021	14 657.31	7.842				
2	120	60	65 M	43.530	+ 88.016	+ 180.623	+ 2.300	32	+ 0.072	D		5.441	1 959.00	20 403.51	3.619	12 915.09	6.593				
3	120	90	55 M	42.917	+ 86.921	- 1.031	+ 4.524	32	+ 0.141	P	5.501	5.365	2 203.50	19 846.65	3.543	12 358.23	5.608				
4	120	90	65 M	45.099	+ 93.702	+ 3.331	+ 1.764	32	+ 0.055	PD		5.637	2 293.50	20 874.57	3.615	13 386.15	5.837				
5	150	60	55 M	41.720	- 3.213	- 2.257	+ 2.334	32	+ 0.073	N	5.43	5.215	2 169.00	19 264.65	3.393	11 776.23	5.429				
6	150	60	65 M	45.201	+ 2.182	+ 6.781	+ 4.362	32	+ 0.136	ND		5.650	2 259.00	20 962.50	3.828	13 474.08	5.965				
7	150	90	55 M	46.926	+ 3.481	+ 5.395	+ 4.038	32	+ 0.281	* NP		5.866	2 503.00	21 606.26	4.044	14 117.84	5.640				
8	150	90	65 M	46.776	- 0.150	- 3.631	- 9.026	32	- 0.292	* NP	5.85	5.847	2 593.00	21 438.17	4.025	13 949.75	5.380				
9	90	60	55 M	41.328				0.226	ENS b			5.166	1 569.00	19 663.26	3.344	12 174.84	7.759				
10	180	90	65 M	45.976								5.747	2 893.00	20 727.17	3.925	13 238.75	4.576				
11	120	30	55 M	40.404								5.050	1 534.50	19 221.00	3.226	11 732.58	7.646				
12	150	120	65 M	44.677								5.585	2 928.00	20 026.35	3.763	12 537.93	4.282				
13	120	60	45 M	36.906							* 4.863	4.863	1 799.00	18 187.93	3.041	10 699.51	5.947				
14	150	90	75 M	45.706							5.713	5.713	2 683.00	20 797.43	3.891	13 309.01	4.960				
15	150	90	65 M	45.589								5.699	2 989.60	20 433.29	3.877	12 944.87	4 329				
16	150	90	65 M	45.951								5.774	2 593.00	21 014.84	3.922	13 526.42	5.216				
17	00	00	55 M	14.582								1.822									
TDE	120	60	55 M																		

a El número 64 viene de la fórmula $2^n Y$, donde $n = 3$, $r = 8$. El número 32 viene de la fórmula $1/2 \cdot 2^n Y$

b $ENS 10\% = t 10\%$, $60 \text{ gl } \sqrt{\frac{CMB}{2^n \cdot 2r}} = 1.67 \sqrt{\frac{0.2930}{2^3 \cdot 8}} = 0.226 \text{ ton/ha}$

c Costos variables del tratamiento, $CV = nN, pP, dD$, donde n es el costo por kg de N , p es el costo por kg de P_2O_5 y d es el costo de mil plantas. En el ejemplo $n = \$ 10.00$, $p = \$ 11.15$ y $d = \$ 9.00$

d Se usa la fórmula $IK - CV = y$ - CV donde y es el valor del kg de maíz, Y es el rendimiento de maíz. En el ejemplo $y = 5 4.11$

e $ENS 10\% T 10\% \sqrt{\frac{CMB (\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2})}{2^n}} = 1.67 \sqrt{\frac{0.2930 (\frac{1}{16} + \frac{1}{8})}{2^n}} = 0.391 \text{ ton/ha}$

La aplicación del método Gráfico Estadístico conduce al tratamiento 120-60-55 como tratamiento óptimo económico para ambos tipos de capitales ilimitado y limitado y a la vez como dosis óptima económica.

Por lo tanto el tratamiento óptimo económico de capital ilimitado (TOECI) y el tratamiento óptimo económico de capital limitado (TOECL) corresponde a: 120-60-55. El rendimiento obtenido con dicho tratamiento fue igual a 5.843 ton/ha como se puede apreciar en el Cuadro 9. A dicho rendimiento corresponde un ingreso neto más costos fijos = \$ 22145 por hectárea que es el valor más alto de todos. Y a la vez este mismo tratamiento es el TOECL ya que es el que tiene la mayor tasa de retorno al capital variable.

En la Figura 4 se observa gráficamente la respuesta del maíz expresada en rendimiento de grano en ton/ha obtenida por el efecto de la aplicación de diferentes niveles de fertilización nitrogenada y fosforica y a la densidad de población.

La función de respuesta a la fertilización nitrogenada para localizar la dosis óptima económica será la N-60-55, para el fertilizante fosfórico la 120-P-55 y para la densidad de población 120-60-D.

En este sitio la aplicación del tratamiento 120-60-55, produjo un aumento en el rendimiento de 4,0 ton/ha de maíz en grano adicional sobre el rendimiento obtenido al no aplicar fertilizante, lo cual indica que estos suelos tienen un

RENDIMIENTO DE MAIZ EN TON/HA

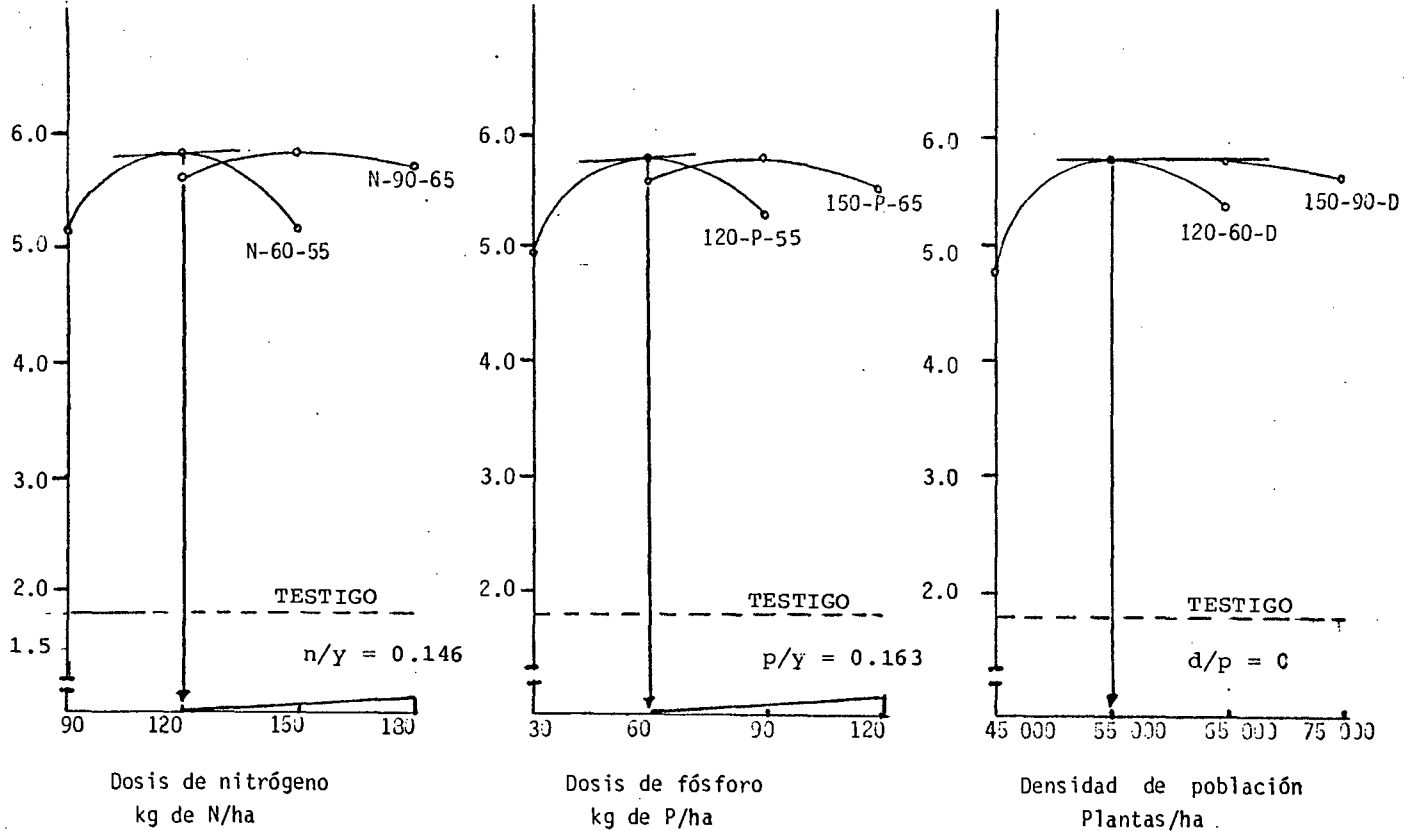


FIGURA 4 . RESPUESTA DEL MAIZ A LA DOSIFICACION DE FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFORADO Y A DENSIDAD DE POBLACION EN LA LOCALIDAD DE VILLAHIDALGO MUNICIPIO DE VILLAFLORES, CHIAPAS. 1980.

nivel de fertilidad muy bajo.

En el Cuadro 10 se aprecia el análisis económico de la respuesta al fertilizante nitrogenado y fosfórico y a la densidad de población del experimento localizado en La Campana, se puede observar la respuesta a la interacción NPD por lo que se considera respuesta a los tres factores en estudio. La aplicación de este método lleva a la fórmula 120-60-65 como tratamiento óptimo económico para ambos tipos de capital ilimitado y limitado, y a la vez también como dosis óptima económica. Ya que dicho tratamiento es el que obtiene el mayor ingreso y la mayor tasa de retorno al capital variable = 1.744. El rendimiento obtenido con este tratamiento fue igual a 6.558 ton/ha como se aprecia en el Cuadro 10.

En la Gráfica 5 se presenta la respuesta de maíz a los tres factores en estudio. De los ocho tratamientos del cubo el 120-60-65 se asoció con el máximo ingreso neto más costos fijos, las funciones de respuesta serán N-90-65, 150-P-65 y 120-60-DP para nitrógeno, fósforo y densidad de población respectivamente.

En ambos sitios (Villahidalgo y La Campana) la respuesta a los fertilizantes nitrogenado y fosfórico fue el tratamiento 120-60 kg/ha de N y P_2O_5 respectivamente, lo que varió fue la densidad de población, siendo de 55 000 pl/ha para la primera y de 65 000 pl/ha para la segunda. Posiblemente la mayor respuesta a densidad de población en esta última se de-

CUADRO 10. ANALISIS ECONOMICO DE LA RESPUESTA A LOS TRATAMIENTOS DE PARCELA CHICA EN EL RANCHO LA CAMPANA.

No.	Tratamientos			Rend. totales	Columnas de Yates			Divi- sor a	Efectos facto- riales a nivel de media Igeniti- ficación Ton/ha	Rend. promedio ton/ha	Costos variables c \$/ha	Ingresos netos mas costos C V fijos A IN \$/ha	Incremento en rendi- miento ton/ha	Incremento Ingreso Neto A IN \$/ha	T R C A IN/C	
	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	DP pl/ha		1	2	3									
1	120	60	55 M	46.868 +	99.333 +	197.217 +	392.534	64	6.133	M	5.858	1 869.00	22 207.00	0.608	629.88	0.337
2	120	60	65 M	52.465 +	97.884 +	195.317 +	9.866	32 +	0.308	D	6.558	1 959.00	24 994.00	1.308	3 416.88	1.744
3	120	90	55 M	48.650 +	100.488 +	6.181 -	7.108	32 -	0.222	F	6.081	2 203.50	22 799.40	0.831	1 211.91	0.550
4	120	90	65 M	49.234 +	94.829 +	3.685 -	1.328	32 -	0.041	PD	6.154	2 293.50	22 959.40	0.904	1 421.94	0.620
5	150	60	55 M	48.086 +	5.597 -	1.449 -	1.900	32 -	0.059	N	6.011	2 169.00	22 536.20	0.761	958.71	0.442
6	150	60	65 M	52.402 +	0.584 -	5.659 -	2.496	32 -	0.078	ND	6.550	2 259.00	24 661.50	1.300	3 084.00	1.365
7	150	90	55 M	47.730 +	4.316 -	5.013 +	4.210	32 +	0.131	NP	5.966	2 503.00	22 017.25	0.716	439.76	0.175
8	150	90	65 M	47.099 -	0.631 +	3.685 +	8.698	32 +	0.272*	NPD	5.867	2 593.00	21 602.60	0.637	25.07	0.009
9	90	60	55 M	46.829					0.269	EMS b	5.854	1 569.00	22 490.95	0.604	913.44	0.582
10	180	90	65 M	48.139							6.017	2 893.00	21 836.90	0.767	259.37	0.089
11	120	30	55 M	47.817							5.977	1 534.50	23 031.00	0.727	1 453.47	0.947
12	150	120	65 M	50.867							6.358	2 928.00	23 203.40	1.108	1 625.88	0.555
13	120	60	45 M	43.684							5.460	1 799.00	20 641.60	0.210		
14	150	90	75 M	52.132							6.516	2 683.00	24 097.80	1.266	2 520.26	0.939
15	150	90	65 M	51.313							6.414	2 989.60	23 371.94	1.164	1 794.44	0.600
16	150	90	65 M	51.611							6.451	2 593.00	23 920.60	1.201	2 343.11	0.903
17	00	00	55 M	42.002							5.250					
TOECI	120	60	65 M													

a El número 64 viene de la fórmula $2^n r$, donde $n = 3$, $r = 8$. El número 32 viene de la fórmula $1/2 \cdot 2^n r$.

b $EMS 10t = t 10t$, $60 \text{ gl } \sqrt{\frac{C \cdot N \cdot b}{2^n \cdot 2r}} = 1.67 \sqrt{\frac{0.3802}{2 \cdot 8}} = 0.269 \text{ ton/ha}$.

c Costos variables del tratamiento, $CV = nN + pP + dD$, donde n es el costo por kg de N, p es el costo por kg de P_2O_5 y d es el costo de mil plantas. En el ejemplo $n = \$ 10.00$, $p = \$ 11.15$ y $d = \$ 9.00$.

d Se usa la fórmula $IN - CV = y - Y - CV$ donde y es el valor del kg de maíz, Y es el rendimiento de maíz. En el ejemplo $y = \$ 4.11$

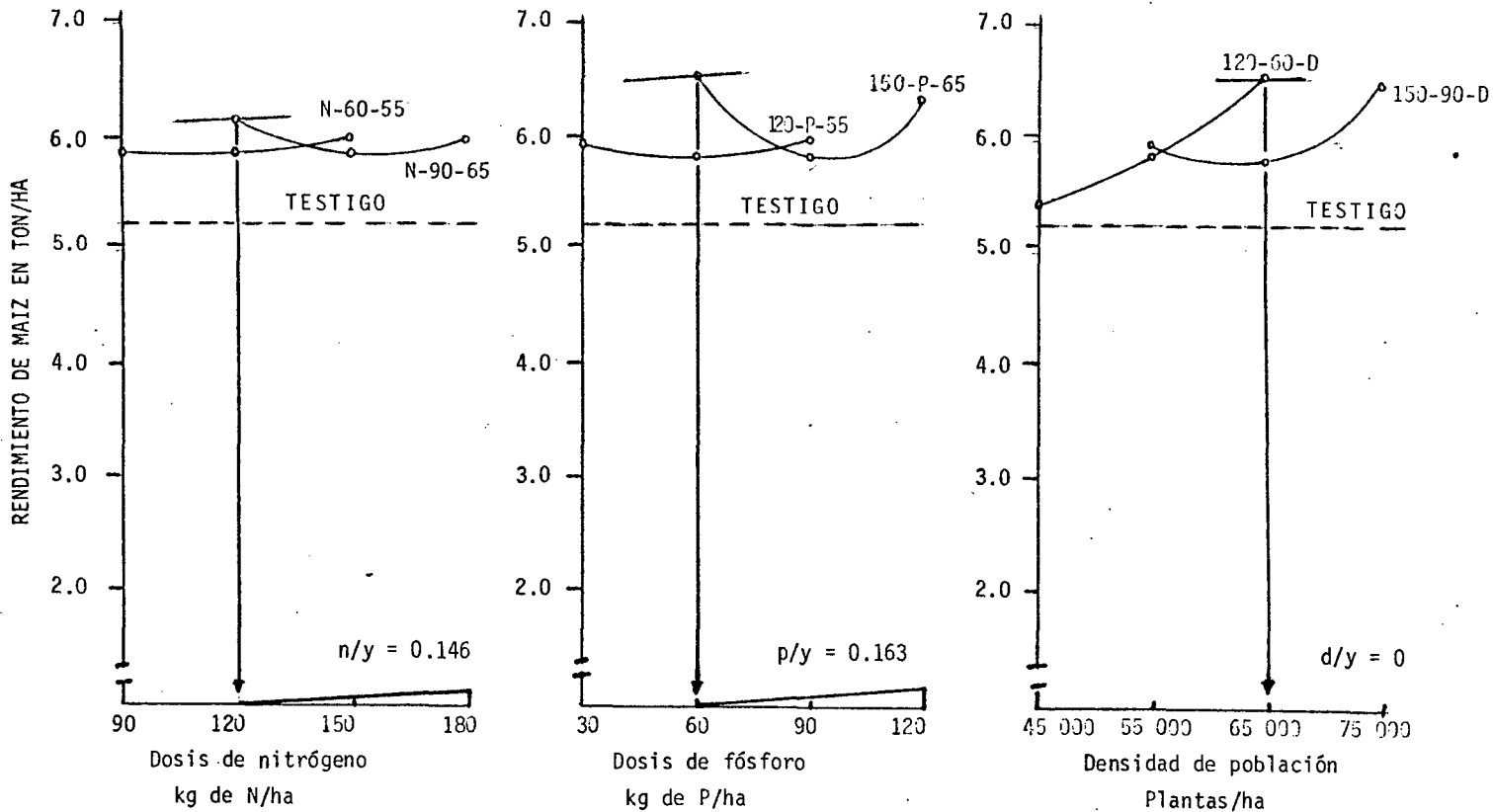


FIGURA 5 . RESPUESTA DEL MAIZ A LA DOSIFICACION DE FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFÁTADO Y A DENSIDAD DE POBLACION EN LA LOCALIDAD RANCHO LA CAMPANA MUNICIPIO DE VILLACORZO, CHIAPAS. 1980.

ba a que el suelo sea de mejor fertilidad como se aprecia en el análisis químico mencionado anteriormente y en los rendimientos obtenidos en esta localidad ya que la media general fue la más alta de los cinco sitios experimentales con un rendimiento de 6.13 ton/ha y el testigo sin fertilizar obtuvo un rendimiento de 5.25 ton/ha, mientras que en Villahidalgo el testigo sin fertilizar rindió 1.822 ton/ha.

En el Cuadro 11 se presenta el análisis económico de la respuesta a la fertilización nitrogenada y fosforada y a la densidad de población en la localidad de Nueva Libertad. Las pruebas de hipótesis sobre los efectos factoriales muestran que solo se encontró respuesta a N dentro del cubo y a P fuera de él, ya que los efectos son significativamente diferente de cero, pues superan al EMS 10% = 0.260 ton/ha y a la DMS 10% = 0.451 ton/ha respectivamente.

Al calcular los costos variables y los ingresos netos más costos fijos, resulta con el máximo ingreso neto más costos fijos se asocia con el tratamiento 150-120-65. Por lo tanto el TOECI corresponde a este tratamiento. El rendimiento obtenido con este tratamiento fue de 4.604 ton/ha con un ingreso neto más costos fijos de \$ 16 084/ha. El TOECL es el tratamiento 120-30-55 ya que a él corresponde la mayor tasa de retorno al capital variable = 4.80. El rendimiento obtenido con este tratamiento fue 3.863 ton/ha.

En la Figura 6 se encuentra representado gráficamente la respuesta del maíz expresada en rendimiento de grano en

CUADRO 11. ANALISIS ECONOMICO DE LA RESPUESTA A LOS TRATAMIENTOS DE PARCELA CHICA EN NUEVA LIBERTAD.

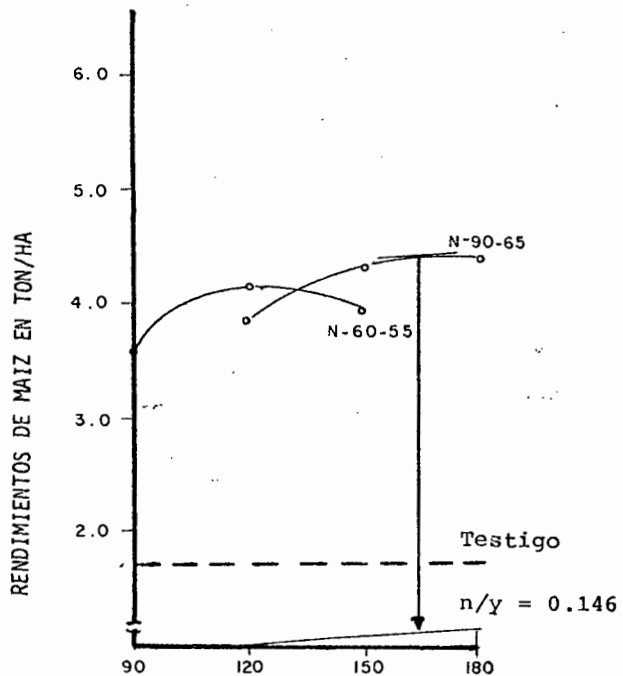
No.	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	DP pl/ha	Rend. totales	Columnas de Yates			Divi- sor a	Efectos factor- iales a nivel de media Ton/ha Identifi- cación	Rend. Promedio ton/ha		Costos Variables C V \$/ ha	Ingresos Netos mas Costos Fijos	Incremento en rendi- miento A Y ton/ha	Incremento Ingreso Neto AIN \$/ha	T R C AIN/C
					1	2	3			(1)	(2)					
1	120	60	55 M	33.244 +	63.138 +	123.587 +	257.527	64	4.024 M	3.862	3.946	1 869.00	14 349.06	2.248	7 370.28	
2	120	60	65 M	29.894 +	60.449 +	133.940 +	2.145	32 +	0.067 D							
3	120	90	55 M	29.587 +	66.171 +	2.075 -	1.091	32 -	0.034 P		3.776	2 203.50	13 324.08	2.080	6 345.30	2.88
4	120	90	65 M	30.862 +	67.769 +	4.220 +	3.447	32 +	0.108 PD							
5	150	60	55 M	31.736 -	3.350 -	2.689 +	10.353	32 +	0.323 * N		4.136	2 169.00	14 829.96	2.438	7 851.18	3.62
6	150	60	65 M	34.435 +	1.275 +	1.598 +	6.295	32 +	0.197 ND							
7	150	90	55 M	33.124 +	2.699 +	4.625 +	4.287	32 +	0.134 NP	4.185						
8	150	90	65 M	34.645 +	1.521 -	1.178 -	5.803	32 -	0.181 NPD		4.236	2 503.50	14 906.46	2.538	7 927.68	3.17
9	90	60	55 M	28.101					0.260 EMS		3.512	1 569.00	12 865.32	1.814	5 886.54	3.75
10	180	90	65 M	35.430							4.429	2 603.50	15 399.69	2.731	8 420.91	3.00
11	120	30	55 M	30.907						3.863	3.863	1 534.00	14 342.93	2.165	7 364.15	4.80
12	150	120	65 M	36.831						* 4.604	4.604	2 838.00	16 084.44	2.906	9 105.66	3.21
13	120	60	45 M	27.915							3.489					
14	150	90	75 M	34.446							4.306	4.306				
15	150	90	65 M	34.341							4.293	2 899.00	14 745.23	2 595	7 766.45	2.68
16	150	90	65 M	37.880							4.735	2 503.00	16 957.85	3.037	9 979.07	3.99
17	00	00	45 M	13.581							1.698					
TOTCI	180	90	65 M						DMS 10%	0.451 ^c						
TOTCI	120	50	55 M													

a El número 64 viene de la fórmula $2^n r$, donde $n = 3$, $r = 8$. El número 32 viene de la fórmula $1/2 2^n r$.

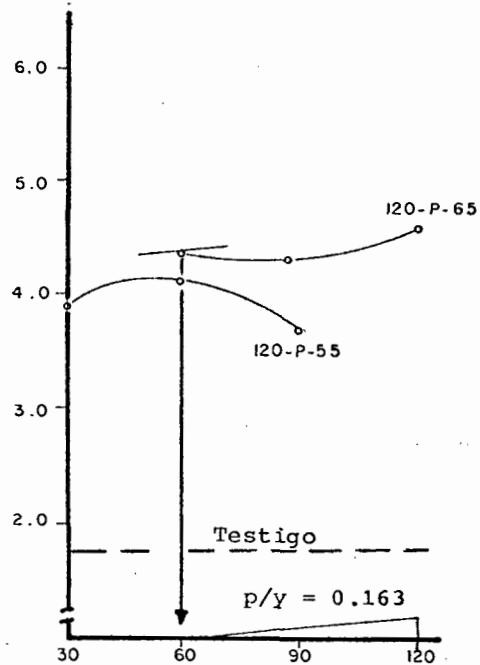
b $DMS 10\% = t \cdot 10\% \cdot 60 \lg \sqrt{\frac{0.3869}{n}} = 1.67 \sqrt{\frac{0.3869}{2 \times 8}} = 0.260$ ton/ha

c $DMS 10\% = t \cdot 10\% \cdot 90 \lg \sqrt{\frac{0.3869}{r} \left(\frac{1}{F} + \frac{1}{E} \right)} = 1.67 \sqrt{\frac{0.3869}{16} \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{8} \right)} = 0.451$ ton/ha

d Costos variables del tratamiento $C = nN + pP + dD$, donde n es el costo por kg de N, p es el costo por kg de P_2O_5 y d es el costo de 1 000 plantas. En el ejemplo $n = \$ 10.0$ y $d = \$ 9.0$



Dosis de Nitrógeno Kg de N/ha



Dosis de Fósforo Kg de P/ha

FIGURA 6 RESPUESTA DEL MAIZ A LA DOSIFICACION DE FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFORADO, EN EL EJIDO DE NUEVA LIBERTAD MUNICIPIO DE LA CONCORDIA, CHIAPAS. 1980

ton/ha obtenida por el efecto de la aplicación de diferentes niveles de fertilización nitrogenada y fosforada. En esta Figura se omite la función de respuesta a la densidad de población, debido a que no se encontró respuesta a este factor. Al trasladar la pendiente de la relación producto insumo (y/n) hacia la curva N-90-65 se observa que el punto de tangencia se encuentra entre los niveles 150 y 180 kg de N/ha, o sea que en este rango se localiza la DOE. La función de respuesta al fertilizante fosfórico para localizar la dosis óptima económica será la 120-P-65.

En este sitio se encontró respuesta al tratamiento 16 que corresponde a la fórmula 150-90-65 el cual se asoció con un tratamiento adicional, en el que como ya se mencionó, la aplicación del fertilizante nitrogenado se fraccionó en $2/3$ en la 1ª aplicación y el resto $1/3$ en la 2a. aplicación. Con este tratamiento se obtuvo el más alto rendimiento de los que aparecen en el Cuadro 11, con un rendimiento de 4.735 ton/ha.

En el Cuadro 12 se presenta el análisis económico de la respuesta a los fertilizantes nitrogenado y fosfórico y a densidad de población en la localidad de 20 de noviembre. Las pruebas de hipótesis sobre los efectos factoriales muestran que los efectos ND y P son significativamente diferentes de cero, ya que superan al EMS $10\% = 0.257$ ton/ha y a la DMS $10\% = 0.446$ ton/ha. Esto significa que hay respuesta a los tres factores, a ND dentro del cubo y a P fuera de él.

CUADRO 12. ANALISIS ECONOMICO DE LA RESPUESTA A LOS TRATAMIENTOS DE PARCELA CHICA EN 20 DE NOVIEMBRE

No.	Tratamientos			Rend. totales	Columnas de Yates			Divisor a	Efectos factoriales a nivel de media Identificación Ton/ha	Rend. Promedio ton/ha (1) (2)	Costos variables C V \$/ha	Ingresos netos más costos fijos \$/ha e	Incremento en rendimiento A Y ton/ha	Incremento Ingreso Neto A IN \$/ha	TAC A IN/C	
	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	DP pl/ha		1	2	3									
1	120	60	50 M	33.886	+ 66.159	+ 137.471	+ 269.891	64	4.217 M	4.395	4.236	1 934.00	15 476.00	0.685	881.35	0.455
2	120	60	60 M	32.273	+ 71.312	+ 132.420	+ 6.371	32	+ 0.199 D		4.034					
3	120	90	50 M	36.442	+ 67.412	- 3.185	+ 2.749	32	+ 0.086 P		4.555	2 268.50	16 452.50	1.004	1 857.95	0.819
4	120	90	60 M	34.870	+ 65.008	+ 9.556	- 3.319	32	- 0.104 PD		4.360					
5	150	60	50 M	30.477	- 1.613	+ 5.153	- 5.051	32	- 0.158 N		3.809					
6	150	60	60 M	36.935	- 1.572	+ 2.404	+ 12.741	32	+ 0.398** ND		4.617	2 299.00	16 677.00	1.066	2 082.26	0.905
7	150	90	50 M	30.955	+ 6.458	+ 0.041	- 7.557	32	- 0.236 NP		3.869					
8	150	90	60 M	34.053	+ 3.098	- 3.360	- 3.401	32	- 0.106 NPD	4.437	4.256					
9	90	60	50 M	32.820					0.257 SNEB		4.102	1 634.00	15 225.20	0.551	630.61	0.386
10	180	90	60 M	31.719							3.965	2 933.50	13 362.60			
11	120	30	50 M	29.024						*	3.628	3.628	1 599.50	13 311.60		
12	150	120	60 M	34.420							4.302	4.302	2 968.00	14 713.20		
13	120	60	40 M	28.840							3.605					
14	150	90	70 M	32.730							4.091					
15	150	90	60 M	31.938							3.992					
16	150	90	60 M	34.673							4.334					
17	00	00	40 M	28.080							DMS 10% 0.446 ^c	3.551				
TOE	150	60	60 M													

a El número 64 viene de la fórmula $2^n r$, donde $n = 3$, $r = 8$. El número 32 viene de la fórmula $1/2 2^n r$.

b $DMS 10\% = T 10\%$, $60 \text{ gl } \sqrt{\frac{C \cdot T_0}{2^n \cdot r}} = 1.67 \sqrt{\frac{0.3802}{2 \cdot 8}} = 0.257 \text{ ton/ha}$

c $DMS 10\% T 10\%$, $60 \text{ gl } \sqrt{\frac{C \cdot M \cdot D \cdot (1 + 1)}{r \cdot r^2}} = 1.67 \sqrt{\frac{0.3802 \cdot (1 + 1)}{16 \cdot 8}} = 0.446 \text{ ton/ha}$

d Costos variables del tratamiento, $C V = nN + pP + dD$, donde n es el costo por kg de N , P es el costo por kg de P_2O_5 y d es el costo de 1000 plantas. En el ejem. $n = 10.00$, $P = 11.15$ y $d = 6.5$

e Se usa la fórmula $IN - CV = yY - CV$ donde y es el valor del kg de maíz, Y es el rendimiento de maíz. En el Ejemplo $y = \$ 4.11$

Al realizar el análisis económico resulta ser el tratamiento 150-60-60 el que se asocia con el máximo valor. Por lo tanto este tratamiento corresponde al tratamiento óptimo económico de capital ilimitado. El rendimiento obtenido en dicho tratamiento fue de 4.167 ton/ha, con un ingreso neto más costos fijos = \$ 16 777 por ha que es el valor más alto de todos los valores enlistados en el Cuadro 12. A este mismo tratamiento corresponde el TOECL ya que a él corresponde la mayor tasa de retorno al capital variable = 0.905.

En la Figura 7 se presenta gráficamente la respuesta del maíz expresada en rendimiento de grano en ton/ha obtenida por el efecto de la aplicación de diferentes niveles de fertilización nitrogenada y fosforada y a la densidad de población. La función de respuesta del fertilizante nitrogenado para localizar, la dosis óptima económica será la N-90-60, para encontrar la dosis de fósforo será la 150-P-60 y para densidad de población la dosis óptima económica será la 150-90-D.

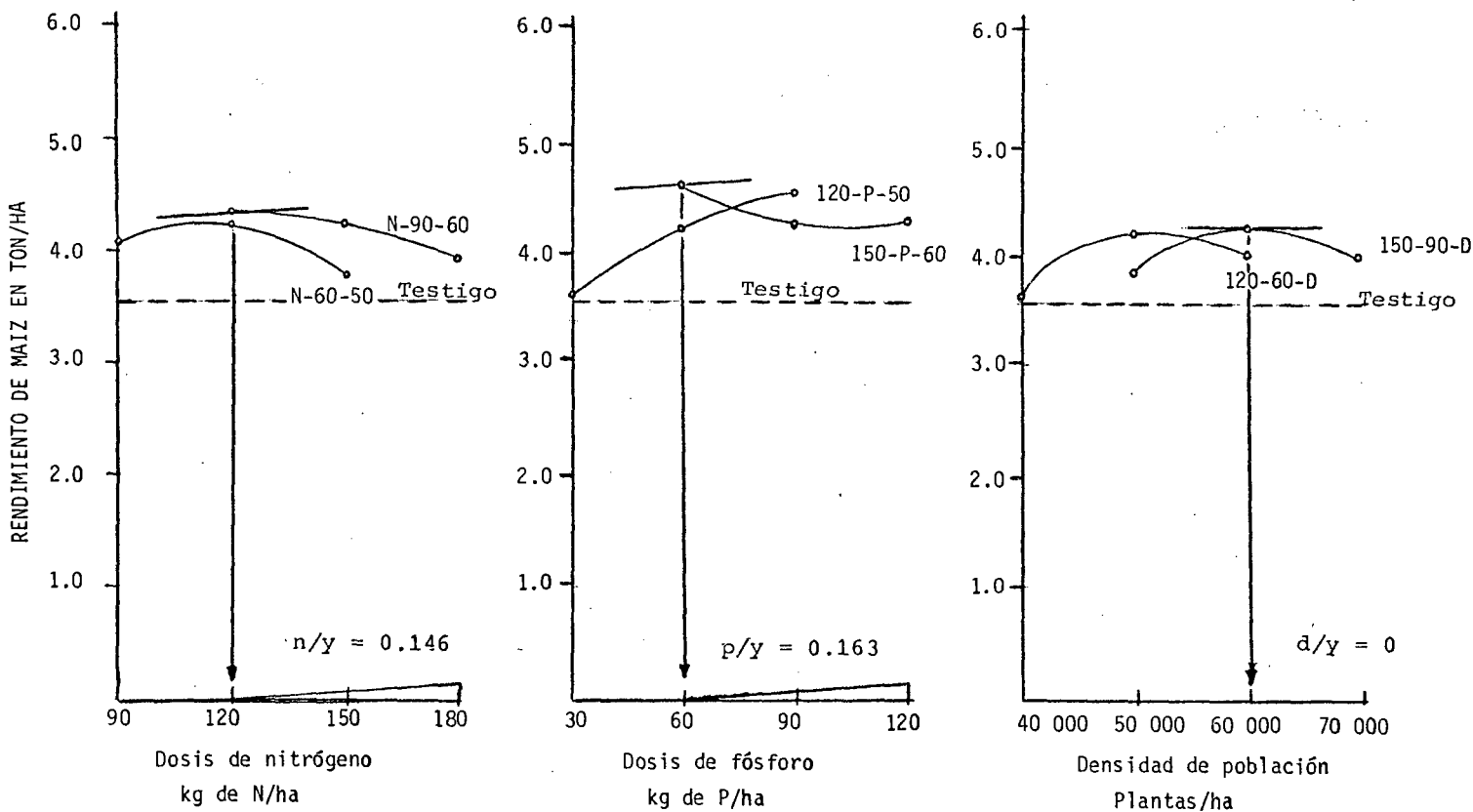


FIGURA 7. RESPUESTA DEL MAIZ A LA DOSIFICACION DE FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO Y A DENSIDAD DE POBLACION EN LA LOCALIDAD 20 DE NOVIEMBRE MUNICIPIO DE VILLA DE ACALA, CHIAPAS. 1980.

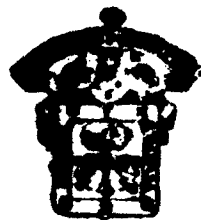
VII CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo su pudo llegar a las siguientes conclusiones:

1. Se encontró en todos los sitios respuesta significativa en los rendimientos al efectuarse aplicaciones de nitrógeno, fósforo y densidad de población, con excepción del experimento localizado en Nueva Libertad en donde no hubo respuesta a densidad de población.
2. En las localidades de Villahidalgo y La Campana, el nivel óptimo económico de fertilización nitrogenado fue el de 120 kg/ha; de 130, 150 y 165 kg/ha en San Rafael, 20 de Noviembre y en Nueva Libertad respectivamente. En esta última localidad se encontró respuesta a la oportunidad de aplicación del nitrógeno.
3. En las localidades de Villahidalgo, La Campana, Nueva Libertad y 20 de Noviembre el nivel óptimo económico del fertilizante fosforado fue de 60 kg/ha y de 90 kg/ha en San Rafael.
4. En las localidades de Villahidalgo, San Rafael, 20 de Noviembre y La Campana se encontró respuesta a densidad de población, encontrandose las densidades óptimas entre las 55 y 65 mil plantas por hectárea.

5. No se encontró respuesta a variedades y a la forma del control de maleza, los cuales fueron considerado como factores de parcela grande. Posiblemente porque el número de repeticiones no fueron suficientes.

Tomando en cuenta las variantes climáticas y de suelo que existen en el área de estudio se considera adecuado continuar estos trabajos por dos años, con el objeto de tener mayor confiabilidad en los resultados y poder dar recomendaciones prácticas.



ESCUELA DE AGRICULTUR
BIBLIOTECA

VIII. RESUMEN

En el año de 1980 se establecieron cinco experimentos de fertilización y densidad de población en maíz de temporal en los municipios de Villaflores, Villa Corzo, Nueva Libertad y Villa de Acala, dichos municipios están enclavados en la Depresión Central de Chiapas.

El objetivo principal de este estudio fue determinar la dosis óptima económica de fertilización y densidad de población en dos variedades de maíz, bajo dos tipos de control de maleza.

Se estudiaron cuatro dosis de nitrógeno (90, 120, 150 y 180 kg/ha), cuatro de fósforo (30, 60, 90, 120 kg/ha) y cuatro de densidad de población (45, 55, 65 y 75 mil plantas por hectárea). Además se evaluaron dos variedades de maíz y dos tipos de control de maleza. El diseño experimental utilizado fue el de parcelas divididas con dos repeticiones; se empleó un arreglo de tratamientos con la Matriz Mixta para cinco factores.

Con los rendimientos de maíz al 12% de humedad se realizaron los análisis de varianza para cada uno de los experimentos.

No se encontró respuesta a los factores en estudio en parcelas grandes. En todos los sitios hubo efecto significativo a tratamientos de parcela chica. Posteriormente con la aplicación del método Gráfico Estadístico se determinaron las dosis óptimas económicas de capital ilimitado y limitado para

nitrógeno, fósforo y densidad de población de maíz.

En todos los sitios se encontró respuesta a las aplicaciones de nitrógeno y fósforo, las que variaron de 120 a 180 kg/ha y de 60 a 120 kg/ha respectivamente. Así como también se encontró respuesta a densidad de población en cuatro de los sitios estudiados y éstas variaron de 55 a 65 mil plantas por hectárea.

IX LITERATURA CONSULTADA

1. Betancourt, J. 1979. Efecto de diferentes densidades de población de plantas en maíz. *Ciencia Técnica Agrícola* 1(2): 5-18.
2. Bouyocus, G.S. 1951. A recalibration of the hydrometer method of making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*. 63: 424-438.
3. Black, C.A. 1975. Relaciones suelo-planta. Tomo II Traducción de la 1/a. Edición en Inglés por Armando Rabuffetti. 1/a. Edición Buenos Aires, Argentina. Editorial Hemisferio Sur.
4. Bray, R.H. and Kurtz L.T. 1945. "Determination of total, organic and available forms of Phosphorus in Soils". *Soil Sci* 59:39-45.
5. Castañeda, Palomera, A. 1977. Respuesta del maíz de temporal a diferentes niveles de nitrógeno fósforo, densidad de plantas, en el Valle del Norte del Distrito de Tlaxiaco, Oaxaca. Tesis Profesional. Escuela de Agricultura. Universidad de Guadalajara.
6. Coronel y Moreno, 1967. Estudio sobre fertilización de maíz de temporal en suelos latosólicos rojo-amarillentos de la región de Rodríguez Clara Veracruz. Memorias del III Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. México, D.F.
7. _____ y CP., 1970. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, II y III Informe de trabajo del Patronato Estatal de Extensión, Investigación, Divulgación Agrícola y Sanidad Vegetal, Chiapas.
8. Coutiño E. B. Ocozocoautla, Chiapas. México. Campo Agrícola Experimental Centro de Chiapas. 1978. Informe de Labores 1977 CAECECH. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.
9. Fassbender, Hans, W. 1975. Química de Suelos con énfasis en suelos de América Latina, Turrialba. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA.

10. García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
11. García Fernández, J. S.F. Fertilización Agrícola. 2/a. Edición. Ediciones Agrociencia. Zaragoza España.
12. González T.R. y Blanco et al 1977. Efectos de N, P y K en maizales del Estado Portuguesa (II Sur de Ospino) *Agronomía Tropical*. XXVII (1): 25-34.
13. _____ et al. 1977. Efectos de N, P y K en maizales del estado de Portuguesa. I Noroeste de Arauca. *Agronomía Tropical* XXVII (1): 15-24.
14. _____ et al 1977. Efectos de N, P y K en maizales del estado de Portuguesa (III Sabanética y Turen) *Agronomía Tropical* XXVII (1) 35-48.
15. González, L.M. 1980. Fertilización densidades en el cultivo del maíz bajo condiciones de temporal en el Valle de Coacoman, Mich. Tesis Profesional. Escuela de Agricultura Universidad de Guadalajara.
16. González, Paredes. J.L. 1981. Definición de Agrosistemas para generar prácticas de fertilización y densidad de población en el patrón anual de cultivo maíz-maíz, en la zona norte del estado de Veracruz. Tesis Profesional. Escuela de Agricultura. Universidad de Guadalajara.
17. Hammond L.L. 1980. Necesidades Nutricionales del Maíz. Trabajo presentado en el curso de adiestramiento CIAT/IFDC sobre Investigación en Eficiencia de Fertilizantes en los Trópicos, en Cali, Colombia (Mimeografiado).
18. Hernández Hernández, L. y Turrent, F. 1978. Ensayo sobre fertilización y variedades de maíz en la sierra de tabasco. Ciclo Temporal. *Revista bimestral ENA Chapingo, México* (10): 66-72.

19. Iriarte Salazar, H.L. 1968. Estudio sobre la incorporación de rastrojo y fertilizantes químicos en maíz de temporal. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Méx.
20. López, G.I. Ocozocoautla, Chiapas. México. Campo Agrícola Experimental Centro de Chiapas. 1977. Informe de Labores 1977 CAE-CECH. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.
21. López Portillo, J. Estado de Chiapas.
22. Martínez, González, G. 1977. Fertilización en maíz de temporal para siete municipios de la Región de los Altos del Estado de Jalisco. Tesis Profesional. Escuela de Agricultura. Universidad de Guadalajara.
23. Macías, M.J. 1957. Investigación sobre los elementos determinantes del rendimiento del maíz en el municipio de Cintalapa, Chiapas. Tesis Profesional. Universidad de Coahuila. Escuela Superior de Agricultura Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.
24. Mejía, A.C. y Rojas, M.B. 1981. México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Experimentos realizados por el INIA en 1980. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Folleto Informativo No. 19.
25. Miranda Faustino. 1975. La vegetación de Chiapas. 1/a. Parte. Ediciones Gobierno del Estado. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México.
26. Miller, C.E. Turk, L.M. y Foth, H.D. 1975. Fundamentos de la Ciencia del Suelo. Traducción de la 5/a. Edición en Inglés. 1/a. Edición. México CECSA.
27. Mullerried, K.F. 1952. La Geología de Chiapas.
28. Pérez, Zamora, O. 1970. Fertilización de maíz de temporal en la zona de Soledad Doblado de la región central de Veracruz. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.

29. Pérez, R.S. 1977. Influencia de diferentes niveles de nitrógeno y población de plantas sobre los rendimientos en maíz (Zea maíz L) *Agronomía Tropical* XXVII: 451-459.
30. Pineda, M.R. y Núñez, E.R. 1979. Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Programa General y Resúmenes. Morelia, Michoacán México.
31. Portillo, Vázquez, M y Carmona Bolaños, L.F. 1979. Recomendaciones económicas para el uso de fertilizantes en áreas de temporal del estado de Tlaxcala. *Revista bimestral de la ENA, Chapingo, México.* (10):13-20.
32. Puente, F. et al 1963. Prácticas de fertilización y población óptima para siembras de maíz en las regiones tropicales de Veracruz. Folleto Técnico No. 45. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, S.A.G. México.
33. Ruiz, Vega. J. 1979. Dosis de fertilizantes y densidad de población para maíz de temporal en los Valles Centrales de Oaxaca. Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
34. Turrent, Fernández, C. 1979. El proceso de producción agrícola de los Valles y Mesetas Centrales de Chiapas. Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. México.
35. Turrent, Fernández, A. 1978. El método gráfico estadístico para la interpretación de experimentos conducidos por la Matriz Plan Puebla I. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
36. _____ 1979. Uso de una matriz mixta para la optimización de cinco a ocho factores controlables de la producción. Escritos sobre la metodología de la investigación en productividad de agro-sistemas No. 6. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

37. Walkley, A. 1946. A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soils effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. Soil Sci. 63: 251-263.
38. Zamarripa Moran A. Ocozocoautla, Chiapas. Campo Agrícola Experimental Centro de Chiapas. 1978 y 1979. Informe de Labores 1978 y 1979 del CAECECH. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.
39. _____ y López, Martínez. J. Ocozocoautla, Chiapas. Campo Agrícola Experimental Centro de Chiapas 1980. Informe de Labores de 1980 del CAECECH. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

X A P E N D I C E

CUADRO 1. PRECIPITACION Y EVAPORACION MEDIA MENSUAL REGISTRADA EN TRES LOCALIDADES UBICADAS DENTRO DEL AREA DE ESTUDIO. EN UN PERIODO QUE FLUCTUA DE 10 A 20 AÑOS.

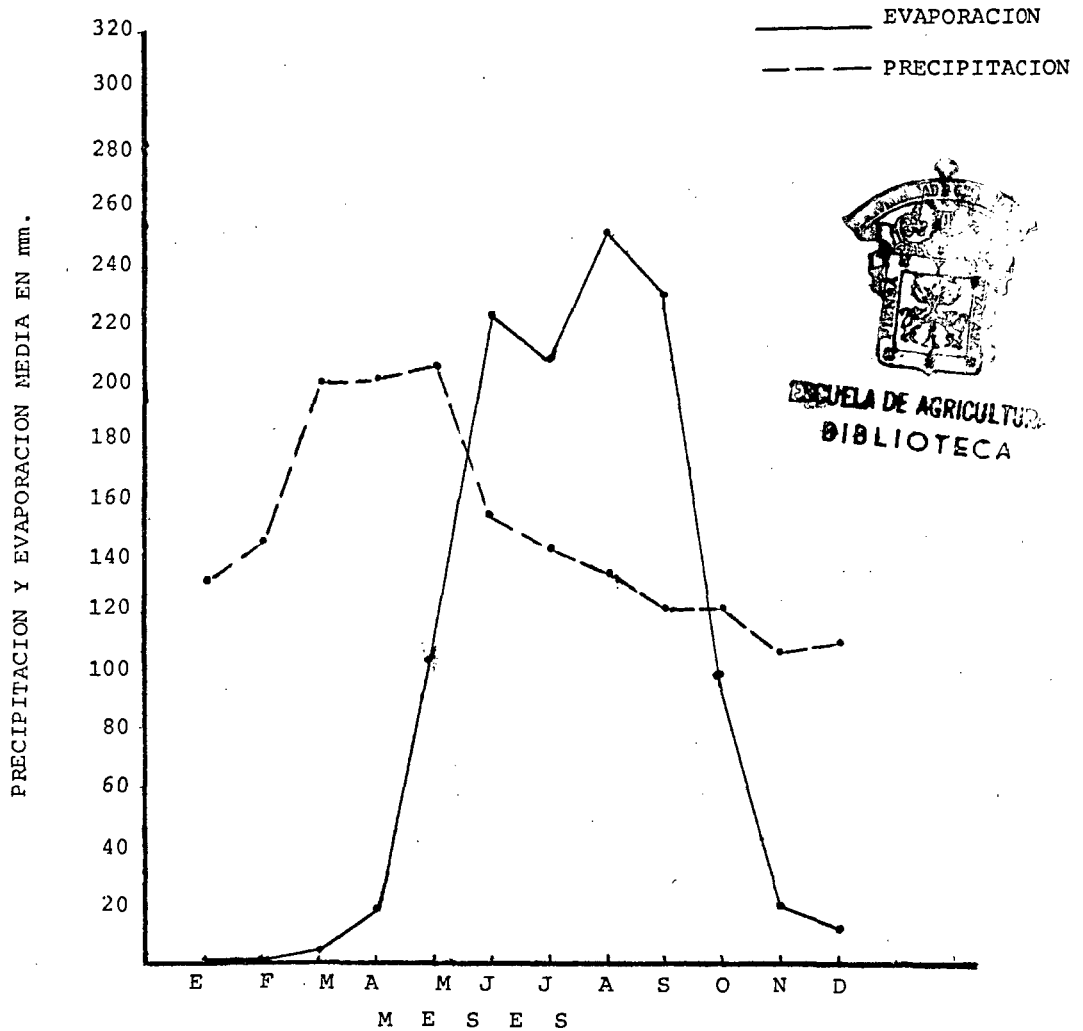
Localidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL ANUAL	
Villaflores	*	1.35	0.25	8.30	18.15	92.20	234.10	235.60	255.95	245.00	68.95	18.40	4.00	1 182.25
	**	128.02	140.79	193.65	204.10	202.19	141.57	144.52	137.14	115.72	118.57	110.54	116.18	1 752.99
Villa de Acala		0.95	0.30	1.10	14.25	49.90	177.95	146.10	174.35	195.00	76.50	22.65	2.25	861.30
		138.90	155.30	210.40	202.25	211.42	170.63	146.78	149.99	129.89	129.33	129.96	127.63	1 774.85
La Concordia		0.56	0.09	7.47	21.00	166.06	256.36	270.67	321.04	272.93	167.26	21.67	30.00	1 535.11
		130.60	159.60	219.60	229.90	226.00	170.00	139.50	136.70	121.90	125.40	86.10	92.00	1 837.30

FUENTE: Departamento de Hidrometría de la SARH en Chiapas.

* Precipitación

** Evaporación

FIGURA 1. PRECIPITACION Y EVAPORACION MENSUAL EN LA REGION DE ESTUDIO.



CUADRO 2. PRECIPITACION PROMEDIO CADA 10 DIAS REGISTRADA EN EL CICLO DEL CULTIVO EN CADA UNA DE LAS LOCALIDADES UBICADAS DENTRO DEL AREA DE ESTUDIO. CICLO 1980.

Mes	Decena	L o c a l i d a d e s				
		San Rafael	Villa Hidalgo	La Campana	Nueva Libertad	20 de Noviembre
Junio	1	47.0	62.0	60.3	00.0	00.0
	2	45.0	67.0	79.0	52.6	00.0
	3	113.0	75.0	92.8	50.3	31.0
Julio	1	110.0	65.0	00.0	70.6	56.0
	2	126.0	69.0	36.0	149.8	63.0
	3	165.0	99.5	170.0	122.5	180.0
Agosto	1	69.0	38.0	129.5	82.0	14.5
	2	86.0	103.0	40.5	51.5	18.0
	3	122.0	166.6	138.0	160.6	132.0
Septiembre	1	121.0	67.0	175.0	61.0	21.5
	2	72.7	135.5	65.0	113.5	79.5
	3	83.7	124.0	54.0	104.6	18.0
Octubre	1	15.0	28.0	00.0,	00.0	27.0
	2	30.0	6.0	19.0	88.8	24.0
	3	20.0	14.0	85.0	12.0	00.0
Total		1 225.4	1 119.0	1 144.1	1 119.8	664.0

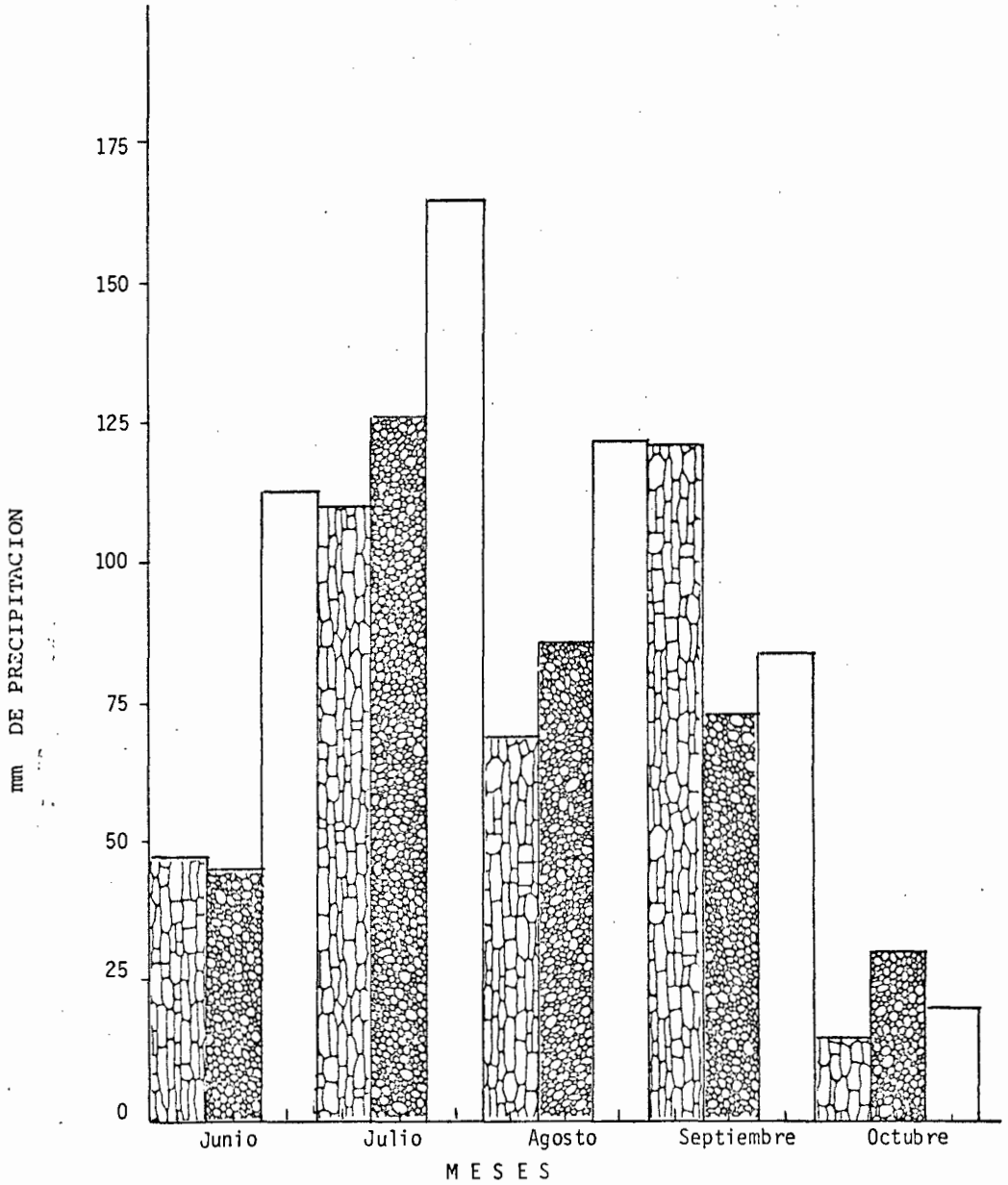


FIGURA 2 .PRECIPITACION REGISTRADA EN EL CICLO DEL CULTIVO EN SAN RAFAEL.
CICLO 1980.

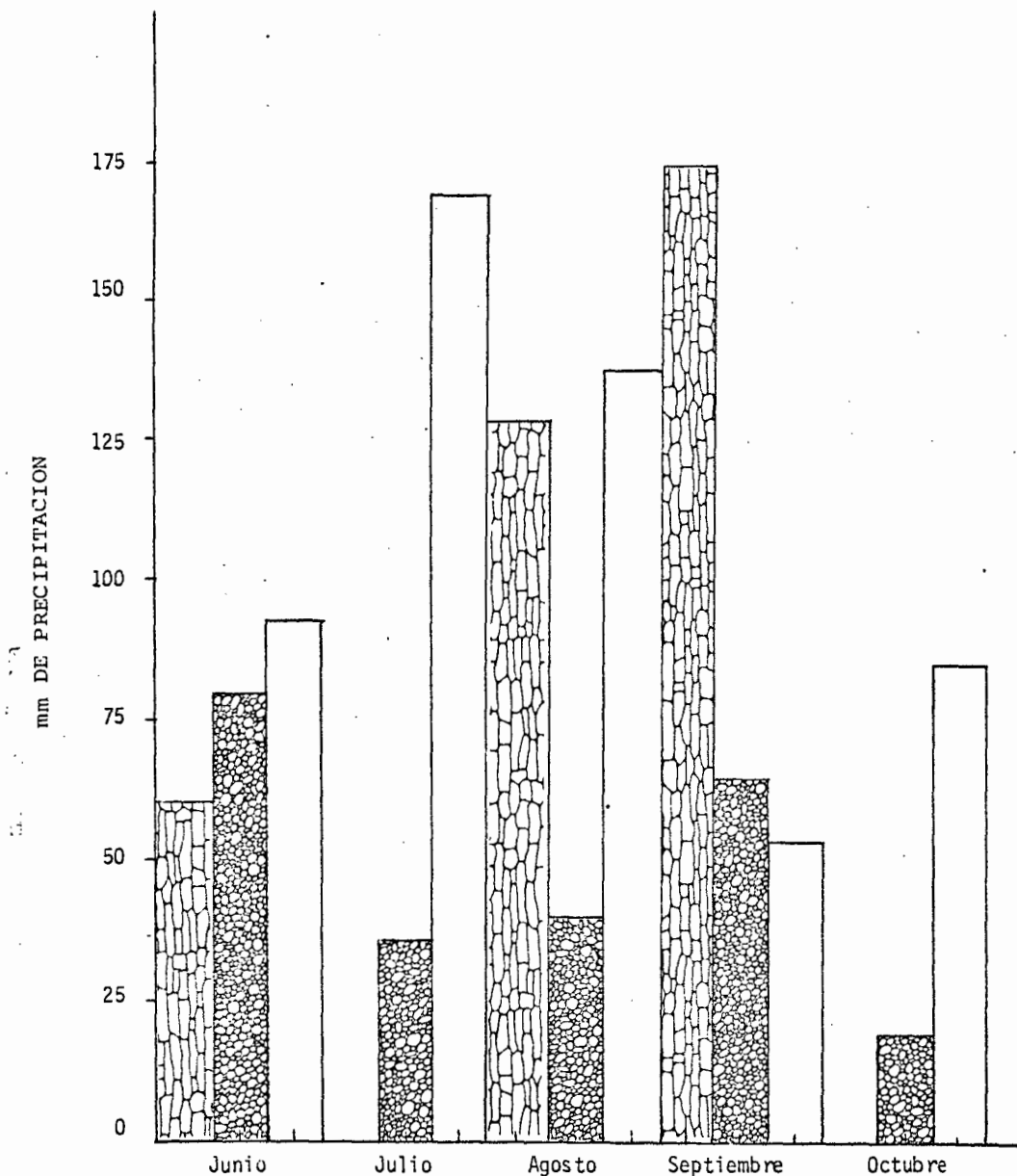


FIGURA 3. PRECIPITACION REGISTRADA EN EL CICLO DEL CULTIVO EN LA CAMPANA. CICLO 1980.

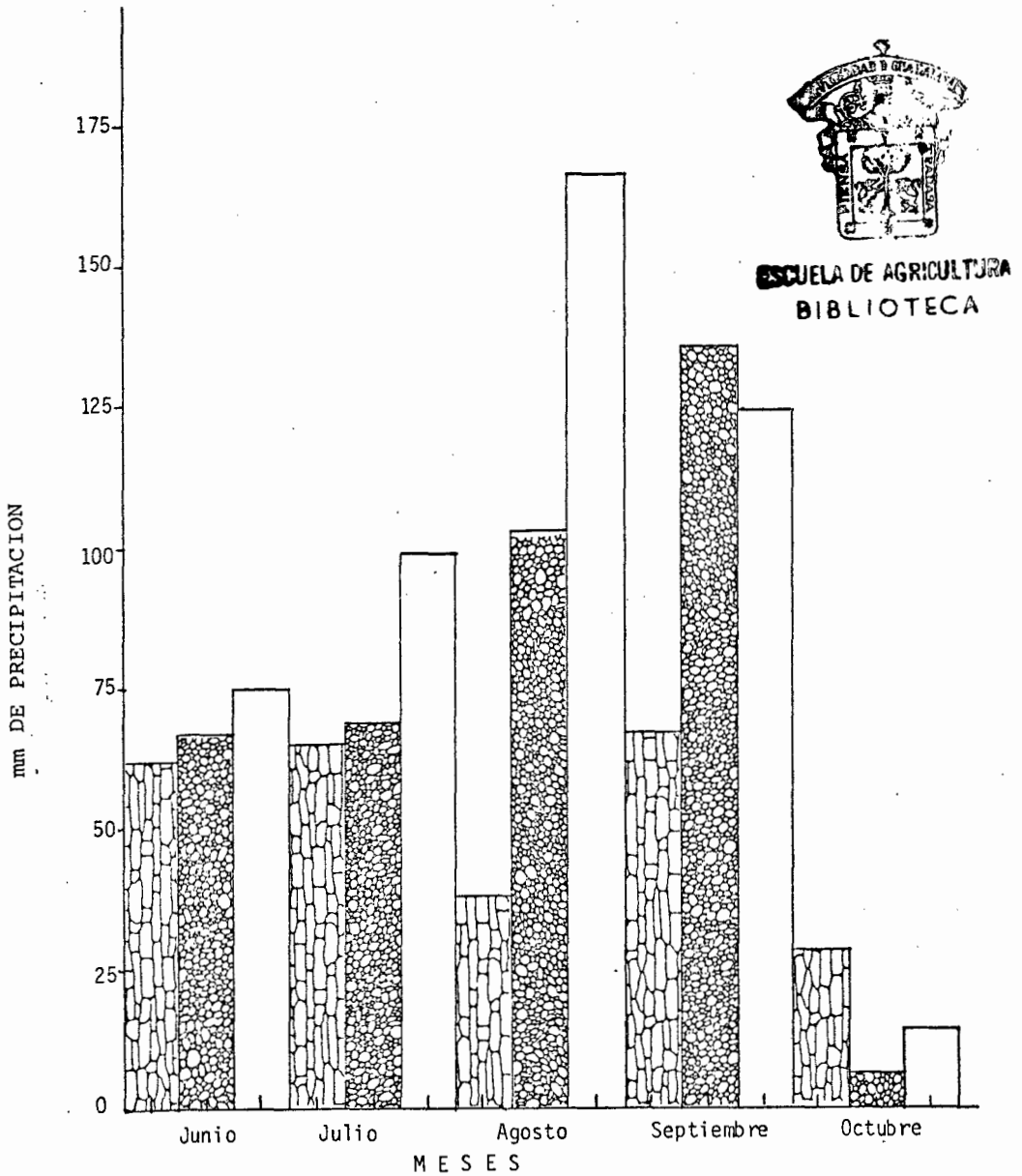


FIGURA 4. PRECIPITACION REGISTRADA EN EL CICLO DEL CULTIVO EN VILLA HIDALGO. CICLO 1980.

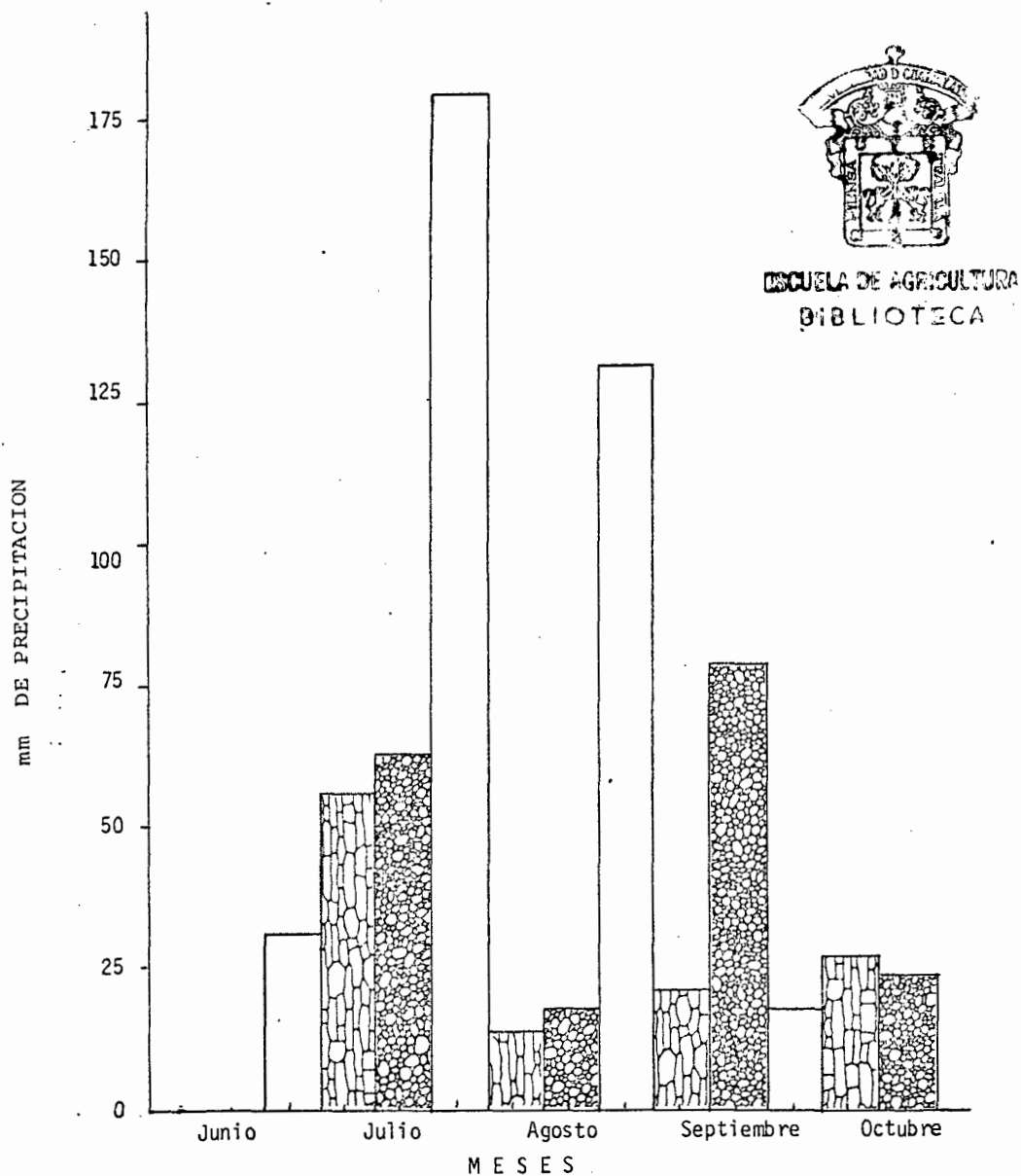


FIGURA 5. PRECIPITACION REGISTRADA EN EL CICLO DEL CULTIVO EN 20 DE NOVIEMBRE. CICLO 1980.

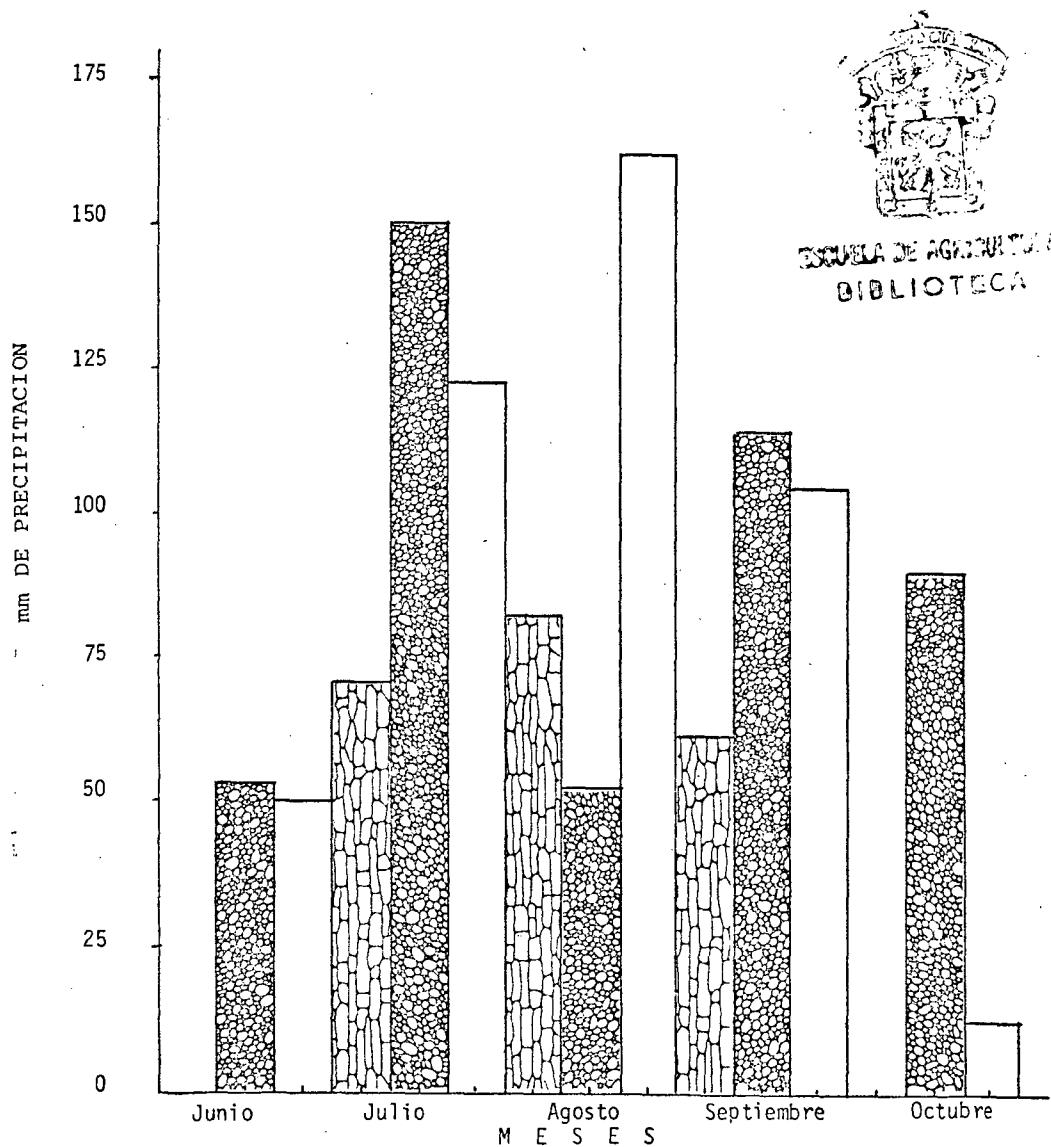


FIGURA 6.: PRECIPITACION REGISTRADA EN EL CICLO DEL CULTIVO EN NUEVA LIBERTAD. CICLO 1980.

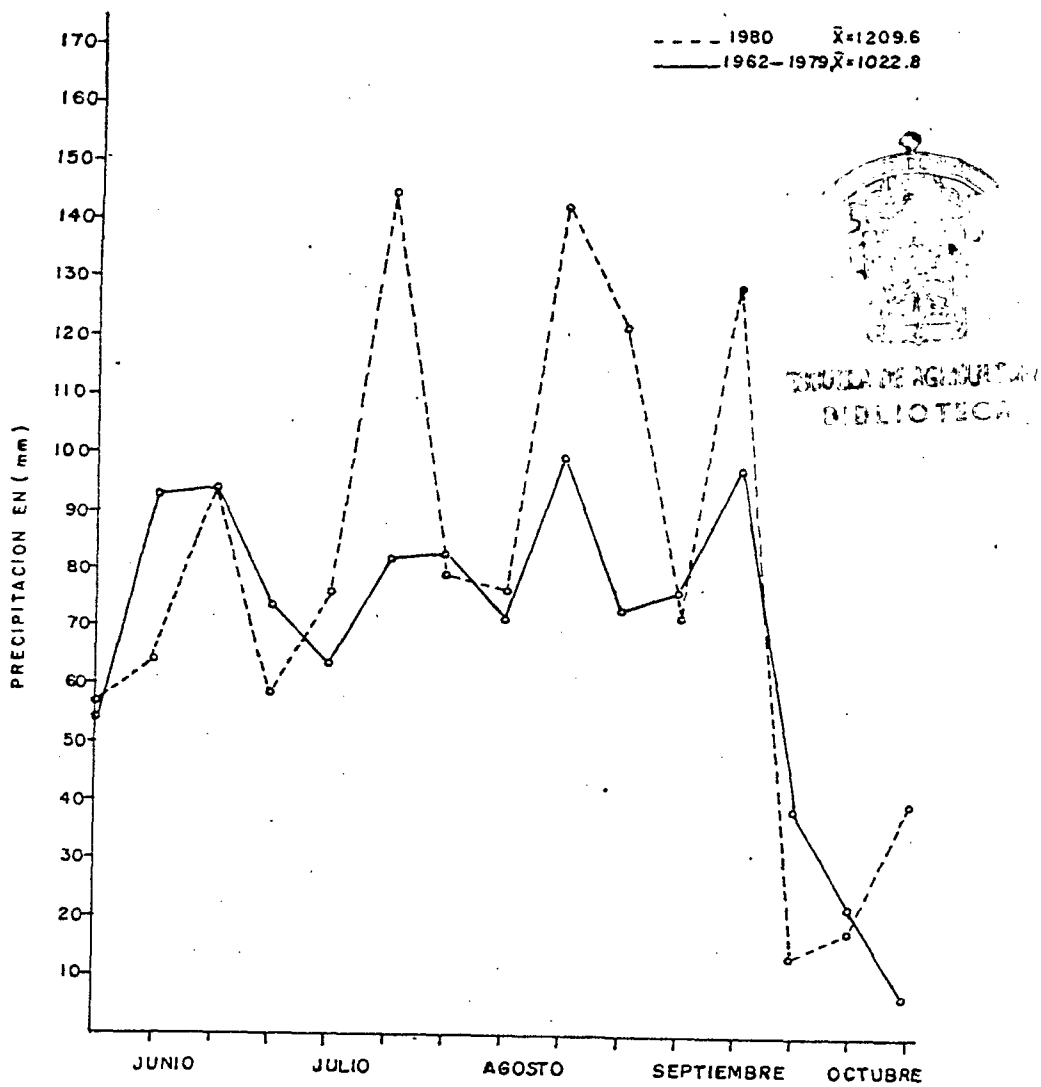


FIGURA. 7. REGIMENES PROMEDIOS DE LLUVIAS EN VILLA FLORES CHIAPAS

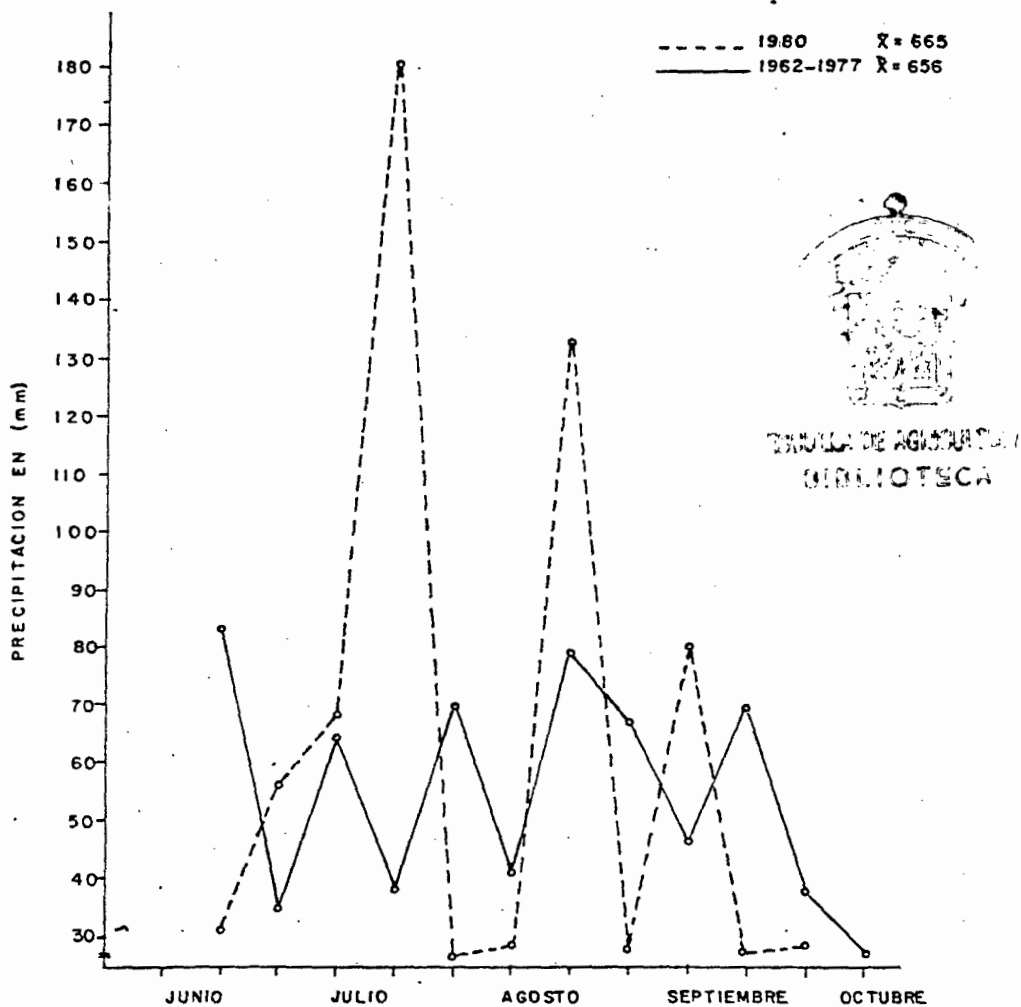


FIGURA 8.- REGIMENES PROMEDIOS DE LLUVIAS EN VILLA DE ACALA CHIAPAS