

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



RESPUESTA DEL MAIZ A SIETE FACTORES DE LA
PRODUCCION EN EL AGROSISTEMA PLANICIE DE
LA ZONA II DEL PLAN CHIAUTLA, PUEBLA.

TESIS QUE COMO REQUISITO PARA
OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

P R E S E N T A

JULIO RODRIGUEZ CASAS

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE 1980

T

SB191

.M2

R63

c.1



1080063663

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



RESPUESTA DEL MAIZ A SIETE FACTORES DE LA
PRODUCCION EN EL AGROSISTEMA PLANICIE DE
LA ZONA II DEL PLAN CHIAUTLA, PUEBLA.

TESIS QUE COMO REQUISITO PARA
OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

JULIO RODRIGUEZ CASAS

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE 1980

T
SBL9L
.M2
R63

040 633
FA31
1980



Biblioteca C. S.
Magana Solidaria
F. Tesis



BURATI RANGOL FUND
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**RESPUESTA DEL MAIZ A SIETE FACTORES DE LA PRODUCCION
EN EL AGROSISTEMA PLANICIE DE LA ZONA II DEL
PLAN CHIAUTLA, PUEBLA.**

**TESIS QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA**

PRESENTA

JULIO RODRIGUEZ CASAS

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE, 1980.

DEDICATORIA

A mis padres:

**Rosa del Socorro Casas de Rodríguez y
Flavio Rodríguez Garza**

Por el amor y la confianza que me han demostrado siempre.

A mis hermanos:

**Consuelo, María del Carmen, Flavio, Addy, Diana Elisa,
Teresa de Jesús y Rosa Amalia.**

Que a pesar de todo, hemos seguido siempre unidos.

A la memoria de mis abuelos:

**Julio Rodríguez Flores y
Fernando Casas Zamora**

AGRADECIMIENTOS

Quiero sinceramente expresar mi agradecimiento al M.C. Roberto Cruz Medina, Jefe de la Unidad de Biometría del CIANO, por la asesoría proporcionada en la interpretación y discusión de los resultados de este trabajo.

Deseo hacer extensivo este agradecimiento al Dr. Oscar H. Moreno Ramos, Encargado de la Disciplina de Productividad del CIANO, por la colaboración prestada para la revisión, corrección y organización de este escrito.

Igualmente al Ing. Victor Mendoza Grado, Encargado de la Unidad de Organización y Métodos de la SARH en Cd. Obregón, Sonora, por su ayuda al facilitarme el uso de la terminal CDC-734, para el procesamiento de los datos de campo.

Al M.C. Emilio Olivares Sáenz, Jefe del Area de Fitotecnia de la Facultad de Agronomía de la UANL, en quien, durante mi trayectoria como estudiante, encontré siempre un amigo y consejero.

A la Sra. Loyis Pérez-Rubio de González, por su valiosa ayuda en la elaboración del trabajo mecanográfico.

A todas las demás personas que de una u otra forma hicieron posible la realización de este estudio.

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCION	1
II. CARACTERISTICAS DE LA REGION	3
2.1. Localización	3
2.2. Superficie	3
2.3. Altitud	3
2.4. Orografía	6
2.5. Hidrografía	6
2.6. Vegetación	6
2.7. Condiciones ecológicas	8
2.7.1 Clima	8
2.7.2. Precipitación pluvial	8
2.7.3. Temperatura	8
2.8. Suelos	8
2.9. Condiciones socioeconómicas	12
2.9.1. Tenencia de la tierra	12
III. TECNOLOGIA LOCAL DE PRODUCCION	13
3.1. Cultivos principales	13
3.2. Preparación del terreno	13
3.3. Siembra	13
3.4. Fecha de siembra	14
3.5. Labor de cultivo	14
3.6. Fertilización	14
3.7. Plagas, enfermedades y malezas	14
3.8. Zacateo	15
3.9. Cosecha	15
3.10. Rendimiento	15

IV. EL PROBLEMA	16
V. REVISION BIBLIOGRAFICA	17
5.1. Investigación previa en la región de estudio	17
5.2. Agrosistemas	17
5.3. Metodología de investigación seguida en programas de desarrollo tipo Plan Puebla	20
5.4. Enfoque de sistemas de producción utilizada en programas de investigación agrícola	23
VI. HIPOTESIS Y SUPUESTOS	25
VII. MATERIALES Y METODOS	26
7.1. Características de los experimentos	26
7.1.1. Localización de los sitios experimentales.	26
7.1.2. Necesidad de desarrollar investigación multifactorial integrada para la agricultura de temporal	26
7.1.3. Matriz experimental	28
7.1.4. Diseño experimental	32
7.2. Preparación del terreno	32
7.3. Muestras de suelo	34
7.4. Siembra de experimento.	34
7.5. Manejo de los experimentos	34
7.5.1. Observaciones de los experimentos durante su ciclo vegetativo.	34
7.5.2. Zacateo	35
7.5.3. Cosecha.	35
7.6. Relaciones costo—insumo por valor del producto.	36
7.7. Análisis estadístico.	39
7.8. Interpretación de resultados por el método matemático.	58
VIII. RESULTADOS Y DISCUSION	61
8.1. De los análisis físico—químicos del suelo	61
8.2. De los rendimientos	61

IX. CONCLUSIONES.....	.64
X. RESUMEN.....	.68
XI. BIBLIOGRAFIA.....	.70

INDICE DE CUADROS

NUM.	Pág.
1. Precipitación y temperaturas mensuales registradas en tres estaciones meteorológicas. Sistema de Koppen modificado por E. García	9
2. Lista de los factores y espacios de exploración	29
3. Tratamientos correspondientes a la matriz mixta	30
4. Respuestas del cultivo de maíz a siete factores de la producción. Experimento 25. Rendimiento en kg/ha al 14 o/o de humedad	40
5. Respuesta del cultivo de maíz a siete factores de la producción. Experimento 26. Rendimiento en kg/ha al 14 o/o de humedad	44
6. Análisis de varianza como parcelas divididas del experimento 25. Agrosistema Planicie	48
7. Análisis de varianza como parcelas divididas del experimento 25 tomando los primeros 14 tratamientos y descomponiendo el factorial 2 ² de PG	49
8. Prueba de tratamientos de PCH X PG utilizando el error ponderado E (b). Experimento 25	50
9. Respuesta del cultivo de maíz a siete factores de la producción. Experimento 25. Medias de tratamientos en kg/ha al 14 o/o de humedad. Chiautla, Puebla.	52
10. Análisis de varianza como parcelas divididas del experimento 26. Agrosistema Planicie	53
11. Respuesta del cultivo de maíz a siete factores de la producción. Experimento 26 Medias de tratamientos en kg/ha al 14 o/o de humedad. Chiautla, Puebla.	54
12. Tabla de descomposición de la S. C. tratamientos en modelo cuadrático y falta de ajuste	55
13. Resultados de los análisis físicos y químicos de las muestras de suelo en los tres sitios experimentales.	62
14. Algunas características sobre el manejo y estados fenológicos del maíz en los experimentos. Ciclo 1979	65

INDICE DE FIGURAS

NUM.	Pág.
1. Mapa de la región de Chiutla, Puebla	4
2. Localización y municipios del área de influencia del Plan Chiautla	5
3. Gráficas de precipitaciones mensuales registradas en tres estaciones meteorológicas	10
4. Gráficas de temperaturas mensuales registradas en tres estaciones meteorológicas	11
5. Matriz de tratamientos Plan Puebla I	31
6. Croquis de los experimentos	33
7. Curvas de respuestas para N, P ₂ O ₅ y DP según el modelo cuadrático de rendimiento	60

I. INTRODUCCION

El maíz es un cultivo de gran importancia en México, es el producto básico de la alimentación, por lo que ocupa el primer lugar en cuanto a superficie sembrada de temporal (aproximadamente 9 millones de hectáreas); el 40 por ciento del área sembrada con maíz es afectada cada año por sequía y el resto produce en condiciones normales; sin embargo, los rendimientos son bajos, por lo que es necesario revisar la tecnología de producción mediante resultados de trabajos experimentales.

En el país se tiene una superficie total cultivable de 23'138, 405 hectáreas, de éstas el 82 por ciento corresponde a terrenos de temporal y el resto son de riego y humedad (Censo Agrícola Ganadero y Ejidal 1970). En estos terrenos de temporal, se lleva a cabo la agricultura tradicional por agricultores con extensiones pequeñas, que aprovechan en forma limitada las tecnologías modernas de producción, consumen la mayor parte de sus productos y reciben ingresos agrícolas reducidos. Además, la agricultura tradicional está caracterizada por los niveles bajos de productividad de la tierra y de la mano de obra, así como los niveles altos de desempleo durante ciertas épocas del año. Laird (9).

Según el autor, los bajos ingresos de los agricultores tradicionales son consecuencia directa de las pequeñas superficies de tierra que cultivan y de la baja productividad de éstas.

Para lograr aumentos en los ingresos de estos pequeños productores menciona que es necesario, o bien aumentar la superficie cultivable, reducir los costos de producción o incrementar la productividad de las tierras, siendo más viable y prometedor esto último, mediante el uso y generación de tecnología mejoradas de producción.

Considerando que la mayor parte de las tecnologías de producción de cosechas disponibles actualmente para la agricultura tradicional del temporal fueron desarrolladas sin prestar suficiente atención a las limitaciones de índole ecológica, económica e institucional que afectan las producciones en tales regiones; el Gobierno Federal ha creado planes de desarrollo agrícola, como es el caso del Plan Chiautla, cuyo origen proviene de las experiencias obtenidas en el Plan Puebla.

La asesoría técnica del Plan Chiautla proviene del Centro de Enseñanza, Investigación y Capacitación para el Desarrollo Agrícola Regional (CEICADAR), el cual depende del Colegio de Postgraduados de Chapingo, México, institución que entre sus objetivos tiene el

de generar metodologías de trabajo para operar programas de desarrollo agrícola en áreas de temporal.

II. CARACTERISTICAS DE LA REGION

2.1. Localización

El área de influencia del Plan Chiautla se localiza al suroeste del Estado de Puebla, entre los meridianos 17° 52' y 18° 37' de latitud Norte, y entre los paralelos 98° 21' y 99° 04' longitud Oeste del meridiando de Greenwich; esta región está limitando al Norte por el Estado de Morelos, al Sur por Oaxaca y al Oeste por Guerrero. La región está formada por 11 municipios que son: Chiautla, Cohetzala, Ixcamilpa, Teotlalco, Jolalpan, Axutla, Tulcingo, Albino Zertuche, Chila de la Sal y Huehuetlan el Chico. Figs. 1 y 2.

Por su ubicación y características ecológicas, esta región es considerada como parte de la Mixteca Poblana, una de las regiones con mayores problemas agrosocioeconómicos del Estado.

2.2. Superficie

La región comprende una extensión de 2,398 km², la cual se encuentra distribuída por su uso de la siguiente forma.

	ha.	
Superficie total	239,866	100.0
Superficie laborable	38,379	16.0
Superficie con pastos	136,244	56.8
Superficie con bosques	21,108	8.8
Superficie improductiva	44,135	18.4

Como lo evidencia esta información, la superficie de labor de la región tan sólo representa el 16 por ciento del total, siendo la actividad agrícola practicada en condiciones de temporal (99.4 por ciento), dedicándole al maíz el 60 por ciento de esta superficie.

2.3. Altitud

La altura es variable, va de los 820 m.s.n.m. en el municipio de Jolalpan, hasta 1,060 m.s.n.m. en el municipio de Chiautla.

Fig. 1 MAPA DE LA REGION DE CHIAUTLA, PUEBLA

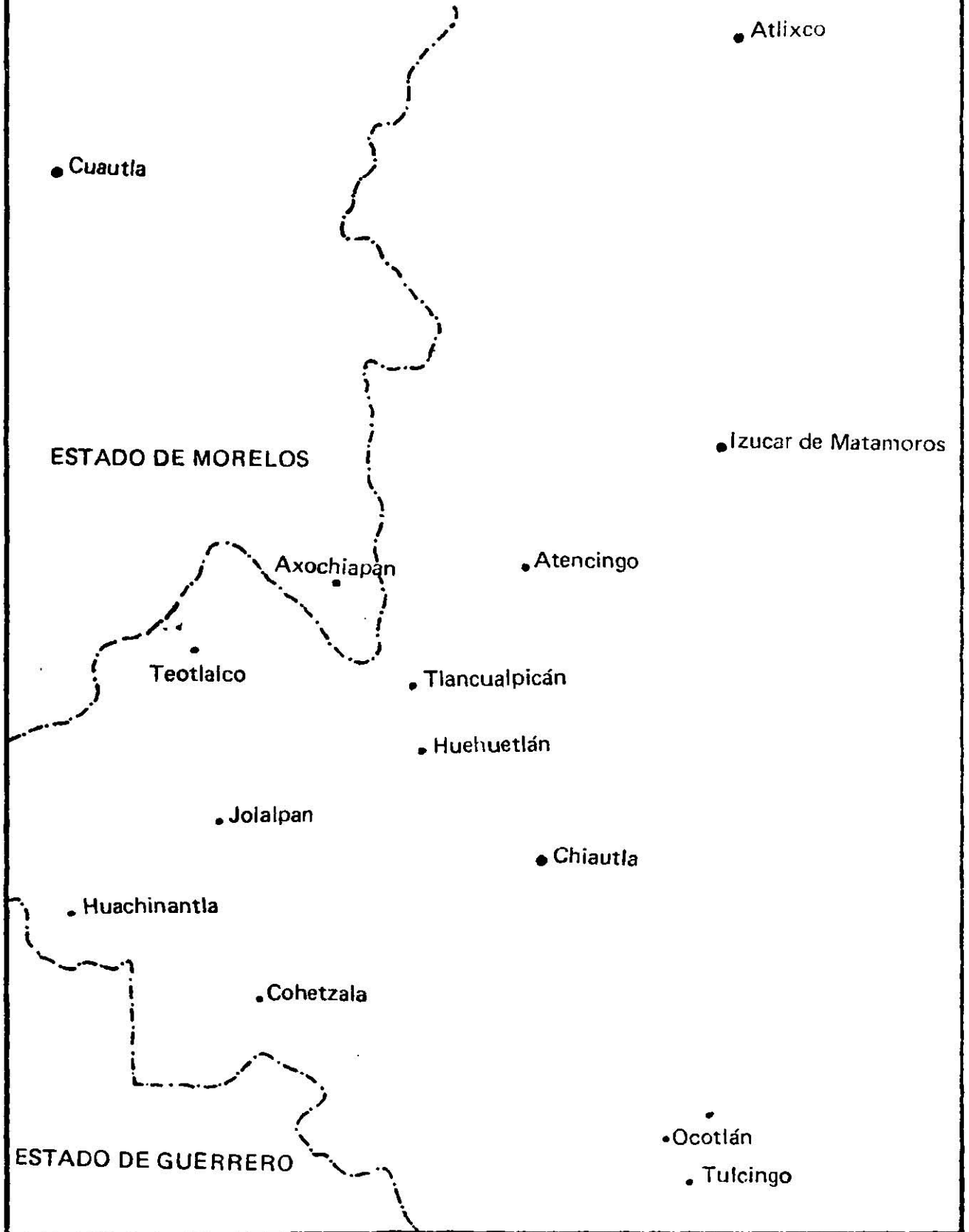


Fig. 2 LOCALIZACION Y MUNICIPIOS DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PLAN CHIAUTA



1.— Jolalpan

2.— Teotlalco

3.— Huehuetlán el Chico

4.— Cohetzala

5.— Chiautla

6.— Xicotlán

7.— Ixcamilpa de Guerrero

8.— Albino Zertuche

9.— Chila de la Sal

10.— Axutla

11.— Tulcingo de Valle

2.4. Orografía

La región de Chiautla constituye un complejo geomórfico formado por montañas masivas, complejos metamórficos y terrenos plegados de relieve medio y fuerte. Diakité (6).

La planicie de Chiautla y Huehuetlan ligeramente plegada, esta constituida por el cenozoico medio volcánico, el terciario y el pleistoceno. Las formaciones del terciario son abundantes y consisten en las siguientes rocas: sedimentarias (conglomerados) margas con areniscas e ígneas efusivas (toba riolítica y riolíticas), el pleistoceno está representado localmente en los valles por depósitos cuaternarios. Diakité (6).

2.5. Hidrografía

La red hidrográfica del área está definida por el río Atoyac y sus afluencias.

La cuenca del río Atoyac viene desde Tlaxcala pasando por Puebla, internándose en el área de estudio por el Valle de Matamoros y Chiautla, y después se interna en el Estado de Guerrero, donde se le conoce con el nombre de Mezcala y Río Balsas, los afluentes del río Atoyac son: el Mixteco y el Mexapa, éstos, dentro del área del Plan. Diakité (6).

El río Mexapa atraviesa la región de Norte a Sur, pasando por Tlancualpicán, Huehuetlán, Jolalpan, Sta. Mónica y Cohetzala antes de unirse con el Atoyac.

El río Mixteco viene de la parte Este del área y se une con el río Atoyac cerca de la parte Norte de Acatlán.

Además existen numerosas corrientes superficiales temporales que carecen completamente de agua en época de secas.

El régimen de los ríos es torrencial e irregular, en ellos se tienen meses con fuertes escurrimientos, que después acusan un estiaje muy marcado.

2.6. Vegetación

Los tipos de vegetación más comunes localizados en la zona de estudio, está representado en la siguiente forma. Diakité (6).

Sabana

Selva baja caducifolia

Bosque del encino

Mezquital

La Sabana se localiza específicamente sobre los terrenos calcáreos plegados, de relieve bajo o medio entre Jolalpan y Huachinantla. El tipo de Sabana es la Sabana con *Crescentia alata*, es una comunidad de vegetación dominada por gramíneas representadas por los géneros *Paspalum*, *Andropogon*, *Trechachne*, *Trachypogon* y *Manisuris* con elementos arbóreos bajos y dispersos no mayores de 5 m de altura, las especies dominantes son *Crescentia alata* (Cirian o Cuatecomate) *Byrsomina crassifolia* (Nanche o Chandunga).

Selva baja caducifolia. Este tipo de formación es la dominante representada en el área de estudio. Se localiza sobre las formaciones litológicas. Comprende especies arbóreas que pierden casi todas sus hojas en la época de secas (del 25 al 100 por ciento), las principales especies que la constituyen son:

Bursera bipinnata (copalillo)

Bursera excelsa (copal)

Caesalpinia vesicaria (palo negro)

Guaicum sanctum (guayacán)

Prosopis juliflora (mezquite)

Phithecellobium recordii (guamuchil)

Mezquital. Formación frecuente en terrenos riolíticos y toba riolítica en valles abiertos o laderas expuestas, se caracterizan por árboles espinosos dominantes con hojas persistentes y miden de 2 a 6 m de altura.

Las especies que constituyen este tipo de vegetación son:

Prosopis juliflora

Prosopis laevigata (mezquites)

Prosopis spp.

Phithecellobium dulce (guamuchil)

Otros tipos observados son los agaves (magueyes), lactáceas (nopál), órganos, pitahayas, etc.

2.7. Condiciones Ecológicas

2.7.1. Clima

El clima de la región según Koppen modificado por García (1973), es caliente subhúmedo con lluvias en verano y con una corta temporada seca, con escasa oscilación térmica entre 5° y 7° C, AW' 'O (W) (1') G.

Huehuetlán AW' '(W) (1') G.

Jolalpan AW' '(W) (1') G.

2.7.2. Precipitación Pluvial

La precipitación media anual es de 908 mm, la cual se encuentra concentrada en los meses de junio a octubre, con un intervalo de sequía entre los meses de julio y agosto, Koppen modificado por García.

Esta precipitación aparentemente se observa favorable para la producción, pero tiene el inconveniente de ser muy variable, ya que existe un coeficiente de variación del 33 por ciento (Informe del Plan Chiautla 1976), además de tener una distribución muy irregular durante el año.

2.7.3. Temperatura

La temperatura media anual es de 24.5° C, siendo la máxima extrema de 40° C y la mínima de 8° C (García, 1973). Se puede observar que las temperaturas son altas e influyen severamente en el cultivo cuando la lluvia es escasa.

2.8. Suelos

Los suelos de la región presentan una gran variabilidad en sus características, textura, color, pendiente, profundidad, posición fisiográfica, fertilidad, etc., la mayoría de estos suelos presentan texturas finas (arcillosas), desde franco arcillosas, franco arcillo arenosas y en menor cantidad texturas francas.

En los lomeríos se encuentran suelos de color gris, café rojizos y pardos, con texturas delgadas y profundidades menores de 30 cm.

CUADRO 1. PRECIPITACION MENSUAL EN mm REGISTRADA EN TRES ESTACIONES METEOROLOGICAS. SISTEMA DE KOPPEN MODIFICADO POR E. GARCIA.

ESTACION	AÑOS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
CHIAUTLA	34	3.2	2.7	4.5	8.0	67.3	163.1	137.8	180.5	165.8	60.1	6.7	1.9	801.7
HUEHUETLAN	21	4.0	1.6	1.5	21.0	80.7	159.1	183.3	237.0	223.3	90.3	22.2	3.8	1027.8
JOLALPAN	16	7.9	1.1	1.2	9.5	73.2	164.6	157.2	170.8	162.9	76.3	14.6	0.8	840.4

TEMPERATURA MENSUAL EN °C REGISTRADA EN TRES ESTACIONES METEOROLOGICAS. SISTEMA DE KOPPEN MODIFICADO POR E. GARCIA.

ESTACION	AÑOS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	PROM.
CHIAUTLA	20	20.5	22.4	24.7	26.0	27.1	25.7	24.8	24.8	24.4	23.2	21.6	20.2	23.8
JOLALPAN	15	22.2	24.3	26.8	28.5	29.1	27.4	26.1	25.6	25.6	25.1	23.8	22.2	25.6
IXCAMILPA	6	21.9	23.7	26.3	28.7	29.1	27.2	25.9	25.7	25.2	25.4	23.7	21.4	25.4

Fig. 3 GRAFICAS DE PRECIPITACIONES MENSUALES REGISTRADAS EN TRES ESTACIONES METEOROLOGICAS.

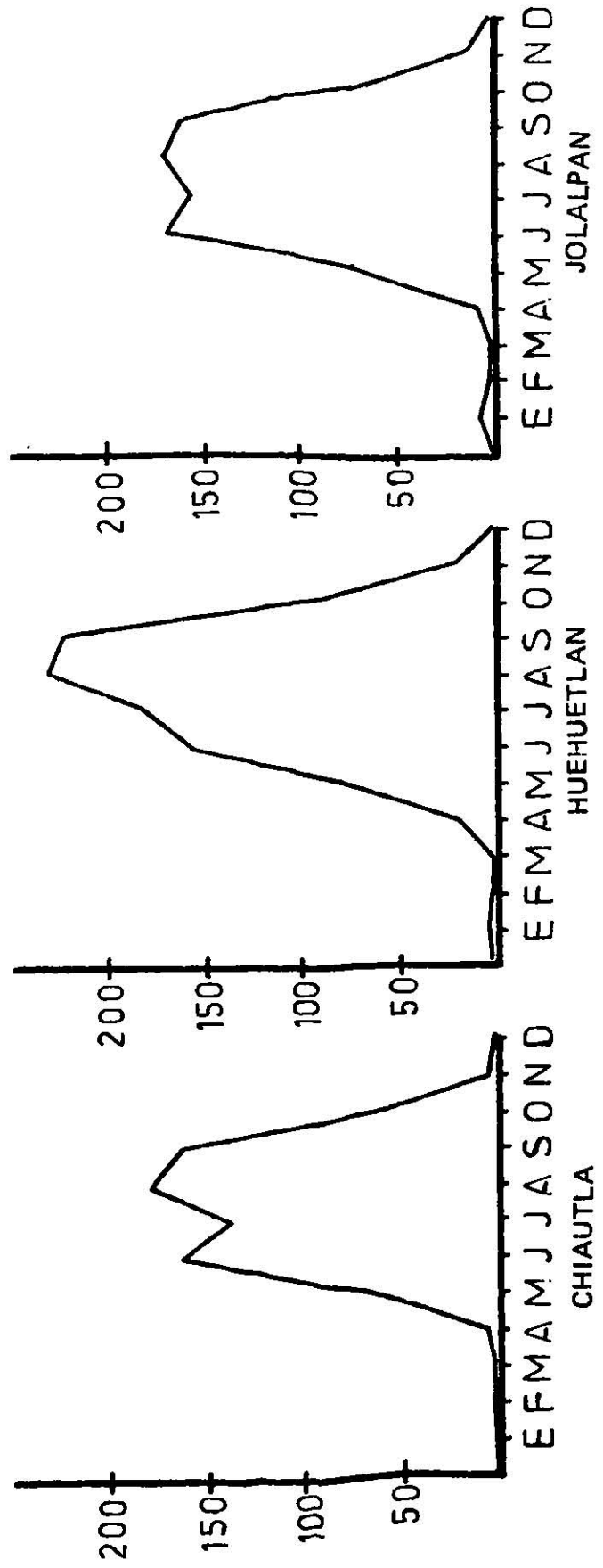
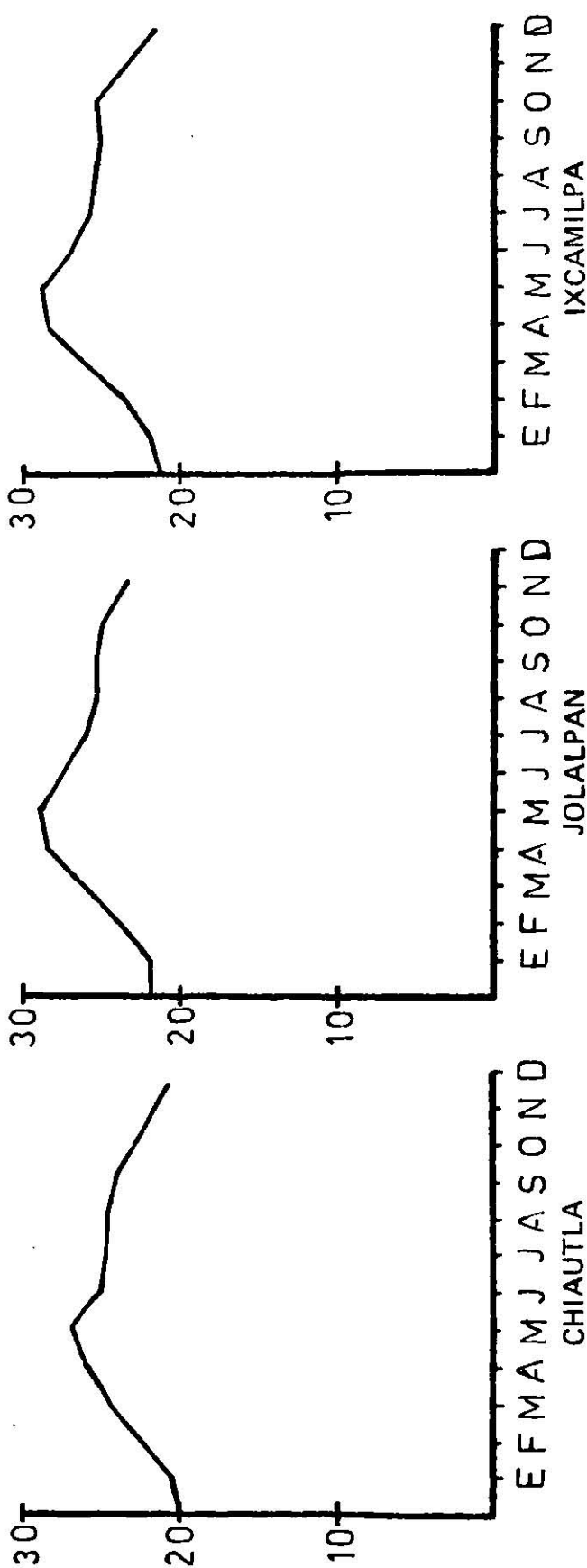


Fig. 4 GRAFICAS DE TEMPERATURAS MENSUALES REGISTRADAS EN TRES ESTACIONES METEOROLOGICAS



Los suelos pardos y oscuros localizados en las planicies tienen de 50 a 100 cm de profundidad, poseen mayor capacidad de retención de humedad y son de origen aluvial.

El valor de pH oscila alrededor de 7.0 neutros, siendo pocos los que presentan valores de 7.0.

La mayoría de los suelos mencionados presentan problemas de erosión, principalmente los localizados en laderas o terrenos con pendientes fuertes de más del 15 por ciento, estos se ven agravados cuando los agricultores después de la cosecha, liberan el ganado para que pastoree toda la temporada de estiaje. Esto ocasiona que parte del suelo se pierda cuando se inician las lluvias, formándose escurrimientos superficiales que luego dan origen a cárcavas.

2.9. Condiciones Socioeconómicas

2.9.1. Tenencia de la tierra.

Según la información colectada por el área de evaluación del Plan Chiautla (1976), el 35 por ciento de los agricultores son pequeños propietarios, ejidatarios y comuneros constituyen un 26 por ciento, arrendatarios 23 por ciento, el resto son personas que cultivan a medias o en aparcería.

El tamaño promedio de la superficie de explotación es de 5.3 ha por agricultor; sin embargo, más del 50 por ciento de estos manifestaron tener una superficie menor a la media.

Se puede observar que un gran número de personas no poseen tierra y se dedican a rentarlas, o bien, cultivarlas a medias, constituyendo un problema social en las urbes cuando estos emigran a consecuencia de los bajos ingresos que se obtienen en los cultivos cuando los temporales son tan erráticos.

Otro de los problemas de importancia es la irregularidad en la tenencia de la tierra, que provoca conflictos entre campesinos y comunidades, ocasionando invasión de tierras, acaparamiento de pastizales, etc., constituyendo un obstáculo en la obtención de servicios institucionales como son el Crédito y el Seguro Agrícola.

III. TECNOLOGIA LOCAL DE PRODUCCION

3.1. Cultivos Principales

La superficie de labor está ocupada por los siguientes cultivos, de acuerdo a su importancia económica (encuesta base de 1976, realizada por el área de evaluación del Plan Chiutla).

Cultivo	Sup. Labor
Maíz solo o asociado	60
Cacahuate	31
Ajonjolí	4
Sorgo	3
Otros	2

Para los fines del presente estudio, solo se tomará en cuenta el maíz, el cual ocupa la gran mayoría de la superficie laborable de la región.

En el 97 por ciento de los casos se encontró el maíz asociado con calabaza, frijol o ajonjolí. Se utiliza semilla criolla con rendimientos promedio de 1.22 ton/ha, no usan maíz híbrido debido a la inseguridad en cuanto a la adaptación y rendimiento que puedan obtener, así también como al grosor del olote.

3.2. Preparación del Terreno

Tradicionalmente la preparación del suelo se realiza cuando se inicia el temporal, empezando por quemar los residuos de rastrojo de la cosecha anterior, enseguida roturan el terreno mediante un paso de arado en el lomo del surco del ciclo anterior, el cual denominan rayado, son pocos los agricultores que realizan el barbecho. Existe una gran fuerza de trabajo en el uso de mano de obra y yunta de bueyes.

3.3. Siembra

Antes de realizar la siembra, el agricultor da un paso de arado para formar el surco, el cual queda a una distancia de 90 a 100 cm, posteriormente deposita 3 semillas por mata quedando a una distancia de 90 a 100 cm, lo que nos da una densidad de población de alre-

dedor de 30,000 plantas por hectárea.

El agricultor acostumbra mezclar de uno a dos kg de calabaza o frijol en 13 kg de maíz/ha la cual cae al azar en el terreno al sembrarse, el tipo de siembra que realizan es conocido como a "tapa pié".

3.4. Fecha de Siembra

Por lo general se acostumbra sembrar el maíz de la segunda quincena de junio a la segunda quincena de julio, aunque la mayoría esperan tradicionalmente el 24 de junio para sembrar.

3.5. Labores de Cultivo

Se dan dos labores de cultivo, la primera a los 15 ó 20 días después de realizada la primera. Las labores consisten en tapar las hierbas con el paso del arado y un peón viene detrás quitando las hierbas que no taparon y enderezando las plantas, o bien, arrimando tierra a éstas.

3.6. Fertilización

El uso del fertilizante en la región se encuentra generalizado (74 por ciento de los agricultores), siendo la dosis promedio 70–30–0 (N–P–K). La fórmula recomendada por el equipo técnico del Plan Chiautla fue de 80–40–0 (N–P–K) aplicando 1/3 del nitrógeno y todo el fósforo en la siembra y el resto del nitrógeno en la primera labor, solo que los agricultores prefieren aplicarlo todo en la primera labor. Las fuentes principales fueron el sulfato de amonio y super fosfato de calcio simple y la urea y super fosfato de calcio triple.

3.7. Plagas, Enfermedades y Malezas

La presencia de plagas se ha observado siempre en los períodos cortos de sequía, mencionándose a continuación de acuerdo al orden de importancia.

Nombre Común	Nombre Técnico
Gusano Cogollero	<i>Spodoptera frugiperda</i>
Gallina Ciega	<i>Phyllophaga</i> sp.

Trozadores	<u>Agrotis</u> sp.
Gusano Elotero	<u>Heliothis</u> sp.
Gusano de Alambre	<u>Elateridae</u>

De éstos se encontró que solo el 31 por ciento de los agricultores realizan control.

Se presentan algunas enfermedades fungosas que no se controlan como el Huitlacoche (Ustilago maidis). Se han observado deformaciones en las inflorescencias del maíz en terrenos arcillosos con exceso de humedad, las cuales no han representado mucha importancia económica hasta el momento.

En cuanto al daño que pudiera haber por malezas en el cultivo, es mínimo ya que el agricultor las controla cuando realiza las labores, las especies más observadas son las comúnmente llamadas aceitilla y acahual, de hoja ancha.

3.8. Zacateo

La labor de zacateo se realiza cuando la planta ha alcanzado su madurez fisiológica, y consiste en quitar las hojas inferiores de la planta, así como la parte superior de la mazorca, dejando únicamente la caña con la mazorca, posteriormente se hacen los manojos, se agabillan para que se sequen y después se acarrean a la casa donde se almacenan, dándole a los animales en la época de sequía o en invierno.

3.9. Cosecha

La pizca del maíz principia a mediados de noviembre, generalmente se realiza una asamblea para determinar la fecha exacta, siendo el día 20 del mismo cuando inician la cosecha, consistiendo ésta en arrancar la mazorca quitándole el totomoxtle (espatas), depositándolas en un ayate, para después encostalarlas y acarrearlas en animales de carga al pueblo.

3.10. Rendimiento

El rendimiento obtenido está en función de la distribución de la lluvia y fertilizante aplicado, reportándose en la estimación de rendimiento de maíz, realizada por el área de Evaluación del Plan Chiautla, en 1976 de 780 kg/ha; en 1977, 1,222 kg/ha y en 1978, 1,329 kg/ha.

IV. EL PROBLEMA

En la zona de estudio existen una serie de factores que pueden estar determinando el rendimiento del cultivo del maíz, tal es el caso de la distribución de la lluvia, la cual regula el rendimiento del grano; las temperaturas oscilantes y la potencialidad del suelo, el cual determina en un momento dado, los niveles de uso óptimo de fertilizante.

Se ha observado que los agricultores aplican el fertilizante a partir de mezclas que compran en las casas comerciales o en su comunidad, como la 10–10–10 y 18–46–0, ó bien, la mezcla de sulfato de amonio más superfosfato de calcio simple, de la cual toman un puño con la mano para aplicarla a una o dos matas, esto al momento de realizar la primera labor. Este método empírico es usado en cualquier tipo de suelo de la región, por lo que los rendimientos obtenidos del maíz han sido hasta el momento bajos, no alcanzando muchas veces ni a satisfacer las necesidades alimenticias de los agricultores.

Por lo anterior surge la necesidad de generar una recomendación para los agricultores de la Zona II del Plan Chiautla que cultivan el maíz en el agrosistema en estudio (planicie), para lo cual se planteó la siguiente pregunta:

¿Qué otros factores de la producción están influyendo en el rendimiento de maíz además del nitrógeno, fósforo y la densidad de población?

V. REVISION BIBLIOGRAFICA

5.1. Investigación previa en la región de estudio

En 1976, con el objeto de obtener una recomendación para los agricultores de Chiautla y estudiar las variables de nitrógeno, fósforo y densidad de población en experimentos que estuvieran distribuidos estratégicamente en la región, los técnicos del Plan Chiautla decidieron definir los agrosistemas de acuerdo a los factores que ellos consideraron que pudieran influir en la productividad, para lo cual tomaron en cuenta principalmente la posición fisiográfica, ya que esta es la que determina en gran parte el grado de retención de humedad del agua, estratificando este factor de la siguiente manera (Ramírez 1978).

Suelos de planicie de 0 al 5 por ciento.

Suelos de lomerío con pendiente somera de 0 al 15 por ciento.

Suelos de lomerío con pendiente fuerte del 15 al 100 por ciento.

Los otros factores que se tomaron en cuenta en la definición de agrosistemas fue el manejo del agua y su origen debido al descanso que se le da a algunos terrenos, pero actualmente ya se descartaron estos factores.

5.2. Agrosistemas

Con la finalidad de generar recomendaciones sobre prácticas de producción agrícola, que sean adecuadas para una mayor proporción de agricultores, durante muchos años los investigadores agronómicos han buscado la forma de clasificar o estratificar la variación significativa en los factores de producción para una región determinada y en base a ésta formular recomendaciones específicas para cada categoría. Aunque se han dado nombres diferentes a estas categorías de condiciones de producción dentro de una región de interés, se utilizará la designación de Sistemas de Producción, que es lo más comúnmente utilizada en México. Laird (9).

El primer intento de definir el concepto de un agrosistema fue hecho por Jenny en 1941; para Jenny un sistema de producción es un cultivo en el que los factores clima, suelo y manejo eran prácticamente constantes. Definió el fenómeno de la producción de un cultivo como un sistema en el que operaba la ley natural:

$$\text{Rendimiento} = F(\text{clima, planta, suelo y manejo}).$$

Turrent (20).

Hace como veinte años esta manera de conceptualizar la variabilidad en la naturaleza empezó a influenciar las investigaciones en México sobre el uso de fertilizantes y en los últimos años, ha tomado mayor importancia entre los investigadores agronómicos. Laird define un sistema de producción como un cultivo en el que los factores incontrolables de la producción son prácticamente constantes. Excluye ya a los factores controlables de la producción (manejo) de la definición, ya que todos ellos pueden ser llevados a su nivel óptimo. Turrent (20).

El enfoque de sistemas de producción para la generación de tecnología de producción, se basa en la suposición de que, dado que la mayoría de los factores de producción varían en una forma continua, para fines prácticos se pueden dividir los valores de cada factor en pocos grupos, considerando el factor como una constante dentro de cada grupo. En seguida se clasifican los grupos de valores para todos los factores más importantes de la producción en un pequeño número de sistemas de producción para una región dada. Finalmente se generan recomendaciones específicas para cada sistema de producción al promediar los niveles óptimos de prácticas de producción estimados para los sitios experimentales distribuidos al azar dentro de cada sistema. Laird (9).

Los factores suelo, clima y manejo son usados en la definición de agrosistemas. El cultivo se considera a un nivel de categoría más alto, de tal manera que se delimiten los sistemas de producción para un determinado cultivo o una rotación de cultivos específica. Sin embargo, la experiencia actual indica que una estratificación de la variabilidad en los factores de producción, útil en la generación de tecnología, serviría también para otros cultivos. Laird (9).

Turrent (20) define a un agrosistema como un cultivo en el que los factores de diagnóstico (inmodificables) fluctúan dentro de un ámbito establecido por conveniencia.

Las propiedades del suelo que se consideran comúnmente en la definición de los agrosistemas son aquellas que se esperan afecten el rendimiento potencial del cultivo, o el tipo de respuestas del cultivo a la adición de los insumos de producción. Entre las propiedades del suelo que se toman en cuenta se encuentran:

1. La profundidad
2. La textura y la estructura de los horizontes A y B
3. La pendiente

4. La posición fisiográfica
5. La capacidad de retención de humedad
6. La permeabilidad
7. La toxicidad de aluminio
8. El contenido de sodio intercambiable
9. El contenido de sales solubles
10. El contenido de alófono
11. Los niveles nativos de nutrimentos esenciales para las plantas

Los factores del clima que se toman en cuenta en la definición de agrosistemas comprenden a la precipitación, la temperatura, la radiación solar y los fenómenos que dañan a los cultivos, tales como heladas, granizo y los vientos fuertes. Se considera a la precipitación como un multifactor en el cual son individualmente importantes la cantidad, la intensidad y la distribución. En ocasiones se puede usar la posición fisiográfica para representar las diferencias significativas en las probabilidades de daño por heladas. Laird (9).

Actualmente los factores de manejo, que se contemplan en la definición de agrosistemas, comprenden el cultivo anterior, el uso previo de fertilizantes y estiércoles, la fecha de siembra y las deficiencias en las prácticas de manejo que no se puedan fácilmente cambiar (por ejemplo, un campo altamente infestado por grama debido a las deficiencias en el combate de malezas en años anteriores). Se toma en cuenta la fecha de siembra cuando los agricultores por su propia voluntad o necesidad distribuyen sus siembras de un cultivo determinado a través de un período largo, digamos un mes o más. Laird (9).

Como ya se mencionó antes, la definición de un agrosistema establece los factores inmodificables son razonablemente constantes en el primer año de la investigación, este es un concepto dinámico en el sentido de que lo considerado como razonablemente constante el primer año de investigación, puede resultar variable unos pocos años más tarde. Es decir, inicialmente se seleccionan los grupos de los valores correspondientes a un cierto factor en términos de la información disponible en ese momento, y después al conocer más de la variabilidad en un factor determinado y lo significativo de esa variabilidad en términos de respuesta del cultivo, puede resultar útil volver a redefinir los grupos de valores y en esa forma poder disminuir o aumentar el total de tales grupos. Laird (9).

5.3. Metodología de Investigación seguida en Programas de Desarrollo tipo Plan Puebla

Al iniciar la investigación sobre prácticas de producción de cosechas, debe de concentrarse toda la información pertinente sobre los factores del suelo, del clima y del manejo que afectan la producción de cultivos en la región de interés, así como las características de los agricultores mismos. Las fuentes de tal información son las siguientes: a) Las publicaciones sobre la investigación previa, los levantamientos agrológicos y las cartas del clima; b) Los archivos de las estaciones meteorológicas; c) El reconocimiento directo de los suelos; d) Las informaciones de los representantes de las agencias agrícolas de servicio, y e) Las informaciones directas de los mismos agricultores. Laird (9).

El segundo paso sería estudiar y evaluar la información acumulada para aprovecharla en la planeación de un programa de investigación para el área. Generalmente se tendrá como primer interrogante ¿Para qué cultivos o sistemas de cultivos se necesita generar tecnología de producción? Casi siempre se toma la decisión a base de considerar la importancia estimada de cada cultivo o sistema de cultivos practicados por los agricultores en el área de interés. Laird (9).

En seguida debe definirse la conveniencia o inconveniencia de dividir la variabilidad en los factores de suelo, de clima y de manejo en dos o más grupos. Estos grupos de valores de los factores de la producción se usan después para definir los mismos sistemas de producción. Con base en la importancia de los varios sistemas de producción y en los recursos técnicos y económicos disponibles para el programa de investigación, se decidirá cuales de los sistemas se estudiarán durante el primer año de actividades. Laird (9).

También con base en la información acumulada se establecen las hipótesis respecto de cuáles de las variables de insumos y en qué proporción, pueden limitar los rendimientos de cultivos. Además, se hacen estimaciones de los rangos de niveles de cada variable, dentro de los cuales es probable encontrar los niveles óptimos. Con base en las decisiones que se tomen, se seleccionan las variables para estudiarse y los rangos apropiados de niveles de cada variable. Laird (9).

A continuación se seleccionan las matrices experimentales que permitirán aproximaciones razonablemente precisas y de bajo sesgo de los efectos simples y de las interacciones de las variables de insumos bajo estudio. Si se piensa estudiar los niveles óptimos de los insumos por medio de una presentación gráfica de los rendimientos, o simplemente a base de

de una comparación de medias, el sesgo en la matriz experimental no tiene importancia. El número de tratamientos se mantiene al mínimo posible. Laird (9).

Usualmente la matriz experimental se repite cuatro o seis veces en cada sitio experimental. En la actualidad no hay acuerdo entre los investigadores respecto del número correcto de repeticiones con que debe trabajarse. Algunos piensan que tan solo dos son suficientes. Es importante considerar en relación a este punto, que se utilizan los resultados experimentales tanto para estimar los niveles óptimos de las variables de los insumos, como para definir los sistemas de producción. Para esta última finalidad se compara la variabilidad entre los niveles óptimos de las variables de insumos en los sitios dentro de un sistema de producción, con la variabilidad entre los sistemas óptimos de sitios que corresponden a diferentes sistemas. Por eso es importante que se estimen las medias de tratamientos con alta precisión, lo cual se logra aumentando el número de repeticiones. También es importante una alta precisión de las medias de tratamientos, cuando se usan éstas para la estimación gráfica de los niveles óptimos de los insumos. Laird (9).

Una vez tomadas las decisiones con respecto a los cultivos o sistemas de cultivos, los sistemas de producción, las matrices experimentales y el número de repeticiones, el investigador, tomando en cuenta los recursos disponibles para la investigación, decide el número de experimentos que se deben establecer para cada cultivo o sistemas de cultivos. A continuación se distribuyen los experimentos entre los sistemas de producción. Es importante recordar que para poder comparar la variabilidad dentro y entre los sistemas de producción, es recomendable realizar un mínimo de tres experimentos en cada sistema. Si el número de experimentos planeados para un cierto cultivo no es suficiente para destinar tres experimentos a cada sistema, probablemente sería mejor trabajar con menos sistemas durante el primer año, y escoger los sistemas en base a su importancia en la región de interés. Laird (9).

Para seleccionar los sitios experimentales, primero se divide el área geográfica que corresponde a un cierto sistema de producción, en un número de partes, iguales al número de experimentos que se desarrollan dentro del sistema. En seguida se localiza, al azar, el sitio para cada experimento dentro de cada subdivisión del sistema de producción, debe ser representativo del sistema y pertenecer a un agricultor dispuesto a cooperar. Debe estar localizado cuando menos a 10 metros de las cercas, los árboles y las zanjas, a 20 metros de los caminos y a 50 metros de las casas, evitando siempre la posibilidad de daños por animales domésticos. Laird (9).

Los experimentos efectuados en terrenos de los agricultores, tienen dos finalidades: a) Proporcionar la información necesaria para la estimación de los niveles óptimos de los insumos de producción, que sean sensibles a las diferencias en las variables de clima, suelo y manejo, y b) Permitir una evaluación económica de las tecnologías alternas de producción directamente bajo las condiciones de producción de los agricultores, antes de definir la "fórmula de producción" recomendada. Laird (9).

Las prácticas de manejo que se usan en los experimentos, aparte de las tratadas como variables, corresponden a las mejores prácticas que se pueda esperar que realicen los campesinos en un futuro próximo (unos 10 años). Probablemente estas prácticas de manejo incluirán el barbecho y las labores con implementos tradicionales, el buen combate de malezas, la densidad adecuada de siembra para obtener una óptima población de plantas y el combate de las plagas de importancia económica. Laird (9).

Se necesitarán hacer observaciones detalladas sobre los factores que afectan el desarrollo vegetal en cada sitio experimental. Periódicamente, durante el ciclo de crecimiento, deben hacerse observaciones sobre los factores que varían durante la estación, (competencia de malezas, daño por insectos y otras plagas, perjuicios por sequía, etc.). Las observaciones sobre las características del suelo son útiles al investigador, para asegurar que los sitios fueron localizados correctamente en relación a los sistemas de producción. Se utilizarán las observaciones de los factores del clima, para determinar la forma en que deba clasificarse un cierto año, dentro de la distribución de años malos, regulares y buenos, en un período determinado, en la región que se trabaja. Esta información es útil para ajustar los resultados de un año regular (o por el tipo de año considerado como más relevante en la generación de tecnología). También las observaciones sobre prácticas de manejo son útiles para ajustar los rendimientos, cuando el cultivo sufre daños al no realizar correctamente alguna práctica de manejo. Laird (9).

Llegada la madurez de los cultivos, se realizan los trabajos de cosecha en los ensayos, se analizan los datos de rendimiento y se estiman los niveles óptimos de las variables de insumos para cada sitio. Se estudian las observaciones tomadas en cada sitio, y para los sitios donde los factores de clima y/o manejo fueron excepcionales, se hacen ajustes en los rendimientos, como se sugirió con anterioridad. Entonces se compara la variabilidad entre los niveles óptimos de las variables de insumos en los sitios dentro de un sistema de producción, con la variabilidad entre los niveles óptimos en sitios de diferentes sistemas. Si se encuentra que la variabilidad dentro de un sistema es pequeña, en comparación con la variabilidad en-

tre sistemas, se concluye que fue bien hecha la definición original de los sistemas de producción.

Si parece que algunos sitios no pertenecen al sistema donde están asignados, o si es muy parecida la respuesta del cultivo en dos o más sistemas, se deberán hacer las modificaciones pertinentes en la definición de los sistemas. Laird (9).

Como se puede observar, la decisión final de como definir los sistemas de producción, se toma al terminar el ciclo de crecimiento, con base en las respuestas de los cultivos a los tratamientos, en los sitios experimentales. Después se hacen recomendaciones específicas de prácticas de producción agrícola, para cada sistema; promediando los niveles óptimos de las variables de insumos estimados, para cada sitio dentro del sistema. Laird (9).

5.4. Enfoque de Sistemas de Producción Utilizada en Programas de Investigación Agrícola

Desde que empezó el Plan Puebla, en 1967, se ha usado el enfoque de sistema de producción (Agrosistema). En su programa de investigación agronómica durante el primer año de investigación, se consideró el área total del Plan (177 mil ha) como un solo agrosistema. En los años siguientes se acumuló más información sobre las influencias en los factores de suelo, clima y manejo, sobre la respuesta de los cultivos a los tratamientos, y por consiguiente se reconocieron y aceptaron un mayor número de sistemas de producción. En el año de 1972 se contaba con recomendaciones específicas sobre prácticas de producción agrícola para 16 sistemas de producción, con diferencias en características de suelos, la fecha de siembra, la altura sobre el nivel del mar y el cultivo anterior. Anónimo (1).

En años recientes, varios alumnos del colegio de Postgraduados de Chapingo han empleado el enfoque de sistema de producción agrícola. En la actualidad se está usando este enfoque en varios programas de desarrollo agrícola, en los cuales están colaborando maestros del Colegio de Postgraduados y del Centro de Capacitación en Puebla, CEICADAR. Laird (9).

Estrada L.L. (7), realizó un estudio en la parte sur de Tlaxcala para comparar tres métodos en la determinación de dosis óptimas económicas de fertilizante y densidad de población. Para esto utilizó el método de agrosistema y encontró en varios experimentos establecidos en 1971 y 1972 que fueron los que mostraron dichos agrosistemas, que se obtiene mejor recomendación de la DOECL y DOECI para nitrógeno, fósforo y densidad de pobla-

ción que las generadas por una agrupación indiscriminada y una agrupación al azar en los sitios estudiados.

VI. HIPOTESIS Y SUPUESTOS

Las hipótesis que se están planeando en el presente trabajo son las siguientes:

Los rendimientos de maíz en el área del Plan Chiautla están limitados por un inadecuado balance entre los siguientes factores de la producción: dosis, oportunidad y fuente de nitrógeno, fósforo y potasio, densidad de población y arreglo topológico.

SUPUESTOS

- 1.- La tecnología nativa empleada por el productor está cercana al óptimo para esta región.**
- 2.- El sitio experimental es representativo**
- 3.- El clima durante el trabajo es parecido a la mayoría de los años.**

VII. MATERIALES Y METODOS

7.1. Características de los Experimentos

7.1.1. Localización de los sitios experimentales

Con base a la información obtenida de la región, se consideró establecer los experimentos en el agrosistema antes mencionado, que permitieran muestrear las variaciones ecológicas del clima, suelo y manejo, siendo el de Planicies con pendiente somera de (0–5 por ciento), el cual representa el 30 por ciento de la superficie total.

Con el fin de probar las hipótesis planteadas en el presente trabajo, se dan a conocer las variables de estudio de: nitrógeno, fósforo, densidad de población, oportunidad de aplicación, fuente de fertilización, potasio y arreglo topológico, que pueden ser los factores limitativos de la producción.

Todos los experimentos fueron establecidos en terrenos de los agricultores de la región, localizándose en los siguientes sitios.

El primer sitio se encontró en la localidad de Huehuetlán el Chico, a un kilómetro aproximadamente de la población; siendo el terreno propiedad del agricultor cooperante Antonio Ruiz, el cual se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 1350 m, se caracteriza esta región por estar situada dentro de un valle.

El segundo sitio se localizó en la parte norte de Tlancualpicán, a un kilómetro aproximadamente al lado poniente de la comunidad de Tecolacio, siendo el terreno propiedad del agricultor cooperante Francisco Osorio, el cual se encuentra a una altura de 1300 m.s.n.m., se caracteriza por ser parte de la Planicie de Atencingo.

El tercer sitio se localizó en la parte sur de la población de Jolalpan, a dos y medio kilómetros aproximadamente y a un lado de la carretera a Huachinantla, tiene una altura de 1210 m.s.n.m., y el terreno es propiedad del señor Margarito Rojas.

7.1.2. Necesidad de Desarrollar Investigación Multifactorial Integrada para la Agricultura de Temporal

Es del conocimiento general que la respuesta de un cultivar al cambio en los

factores ambientales controlables e incontrolables, es de tipo inaditivo. Esto es, que los factores ambientales interaccionan entre sí en su efecto sobre el desarrollo del cultivar. Un cambio en cualquiera de estos factores alterarfa la forma de la respuesta del cultivar al factor que se quisiera estudiar, y con ella, su dosis óptima económica. Turrent (21).

Para enfrentarse a este fenómeno de inaditividad y de la variación sobre el tiempo en los factores incontrolables, el agrónomo ha adoptado supuestos que simplifican la realidad a un nivel que le resulte manejable.

Para lidiar con el fenómeno de variabilidad sobre el tiempo, se adopta el supuesto de que el agricultor preferirfa la estrategia agronómica de producción que maximice su ingreso neto anual promedio. Para lidiar con la inaditividad entre los factores controlables de la producción, se adopta el supuesto de que en la vecindad de la estrategia agronómica óptima de producción los factores controlables se comportan como si fueran aditivos. Turrent (21).

El segundo supuesto, da cabida a la investigación tecnológica de tipo disciplinario. Este proceso de investigación de tipo disciplinario culmina con el enlistado de estrategias óptimas parciales para integrar a la estrategia agronómica óptima. Este método ha obtenido mucho éxito para nuestro sector agrícola de riego, pero el logrado para el de temporal ha sido mínimo. Turrent (21).

Según la experiencia generada en el Plan Puebla, con los experimentos de los años 1967–1969, el cambiante factor ecológico, régimen de lluvias, fue el que determinó para cada condición de producción suelo-clima, la magnitud óptima de cada uno de los factores controlables de la producción: dosis de fertilizar, oportunidad de fertilizar, densidad de población, fecha de siembra, el material genético y otros. Lo que la evidencia experimental ha revelado es que no hay una sola combinación de todos estos factores controlables que resulte ser ventajosa para todas las condiciones climáticas que ocurren en el área del Plan Puebla. Además, tales factores controlables interaccionan entre sí y con los factores incontrolables, lo que añade más dificultades metodológicas al problema. La solución a este problema metodológico consiste en el estudio en conjunto de los factores controlables de la producción. Turrent (21).

7.1.3. Matriz experimental

La respuesta a las variables de estudio se evalúan mediante un diseño de tratamiento que usa una matriz mixta. En esta matriz se estudian cuatro niveles de nitrógeno, cuatro niveles de fósforo, cuatro de densidad de población, dos de oportunidad de aplicación, dos de fuentes de fertilizante, dos de potasio y tres de arreglo topológico. Los espacios de exploración definidos para el agrosistema de planicie de acuerdo a la revisión bibliográfica que se realizó, fueron de 30 a 120 kg/ha para el caso de nitrógeno, de 15 a 60 kg/ha para el fósforo, de 25 a 55 mil plantas/ha para la densidad de población, para oportunidad de aplicación todo el N y P_2O_5 en la primera labor y 1/3 del N y todo el P_2O_5 en la siembra y 2/3 de N hasta la primera labor, para fuentes de fertilizante se usaron sulfato de amonio con superfosfato de calcio simple y urea con superfosfato de calcio triple, de potasio sólo los niveles 0 y 50 kg/ha y para el arreglo topológico una, dos y tres plantas/mata. Cuadro 2.

En el Cuadro 3 se presenta la relación de tratamientos para el estudio de los siete factores en el agrosistema de planicie.

Para su descripción usaremos la lista de siete factores que aparecen en el cuadro 2: se divide esta lista en tres grupos. El primer grupo corresponde al de los tres factores cuantitativos prioritarios; el segundo grupo es de dos factores, que siendo prioritarios, pueden ser manejados con éxito a dos niveles, y el tercer grupo está integrado por los factores restantes. Con el segundo grupo de factores se integra la lista de cuatro tratamientos de la matriz factorial 2^2 los cuales ocuparán las parcelas grandes de un diseño de parcelas divididas. Las parcelas chicas del diseño estarán ocupadas por los 14 tratamientos de la matriz Plan Puebla I para tres factores más algunos tratamientos adicionales que corresponden a la matriz Baconiana para los dos factores restantes. En este trabajo se escogió a los factores, oportunidad de aplicación y fuente de fertilizante para integrar la matriz factorial 2^2 y a los factores, dosis de fertilizantes nitrogenado y fosfórico, y densidad de población como prioritarios para la matriz Plan Puebla I, quedando los factores dosis de fertilizante potásico y arreglo topológico para integrarse en la matriz Baconiana.

Según se aprecia, se pueden evaluar las interacciones entre los factores de parcela grande y los de parcela chica, si bien las interacciones entre los tres factores de la matriz Plan Puebla I (tratamientos 1 al 14), y los dos factores de la matriz Baconiana (tratamientos 15 al 17), no pueden ser evaluados. Los primeros 14 tratamientos tienen niveles constantes para cada uno de los dos últimos factores, de tal manera que sean comparables entre sí. Los trata-

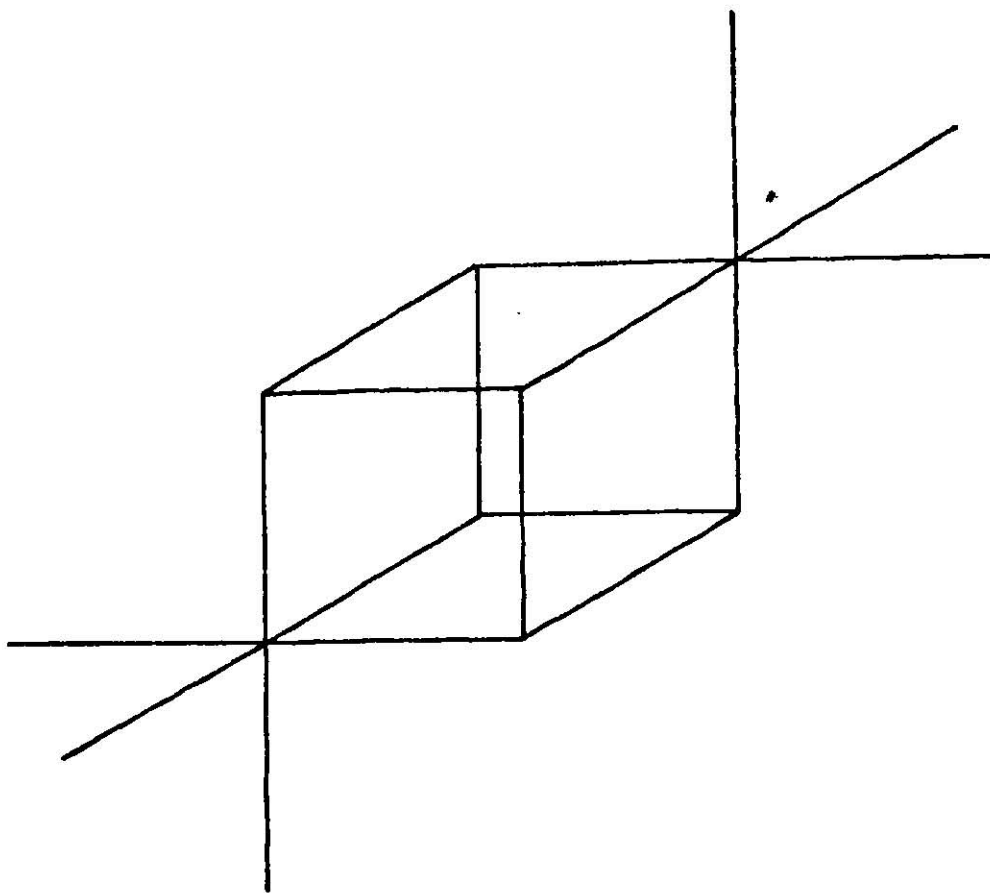
CUADRO 2. LISTA DE LOS FACTORES Y ESPACIOS DE EXPLORACION

-
- 1. Nitrógeno: de 30 a 120 kg/ha.**
 - 2. Fósforo: de 15 a 60 kg/ha.**
 - 3. Densidad de Población: de 25 a 55 mil plantas/ha.**
 - 4. Oportunidad de Aplicación: Una sola aplicación en la primera labor, o dividida en la siembra y la primera labor.**
 - 5. Fuente de Fertilización: Usando mezclas de sulfato de amonio más superfosfato de calcio simple, y urea más superfosfato de calcio triple.**
 - 6. Potasio: 0 y 50 kg/ha.**
 - 7. Arreglo Topológico: 1, 2 y 3 plantas/mata.**
-

CUADRO 3. TRATAMIENTOS CORRESPONDIENTES A LA MATRIZ MIXTA.

PARCELAS GRANDES			PARCELAS CHICAS					K	AT
NUM.	OPORT.	FUENTE	NUM.	N	P	D			
1	1a.	SA + SS	1	60	30	35	0	3	
			2	60	30	45	0	3	
			3	60	45	35	0	3	
			4	60	45	45	0	3	
			5	90	30	35	0	3	
			6	90	30	45	0	3	
			7	90	45	35	0	3	
			8	90	45	45	0	3	
			9	30	30	35	0	3	
			10	120	45	45	0	3	
			11	60	15	35	0	2	
			12	90	60	45	0	3	
			13	60	30	25	0	3	
			14	90	45	55	0	3	
			15	90	45	45	50	3	
			16	90	45	45	0	1	
			17	90	45	45	0	2	
			18	0	0	25	0	3	
2	1a.	U + ST							
3	S y 1a.	SA + SS							
4	S y 1a.	U + ST							

Fig. 5 MATRIZ DE TRATAMIENTOS PLAN PUEBLA I.



mientos 15 al 17 mantienen constantes los niveles de los tres primeros factores a los valores correspondientes al tratamiento número ocho. De esta manera los tratamientos 8, 15, 16 y 17 forman parte de la matriz Baconiana. El tratamiento 18 será el tratamiento testigo y tendrá un valor básicamente demostrativo, y a la vez proporcionará información adicional sobre la fertilidad nativa del terreno.

Los experimentos se usaron dos surcos en todas las parcelas chicas excepto en las situadas en las orillas de cada parcela grande. En tales casos; habrá que usar tres surcos en ambas parcelas de orilla, de tal manera que se pueda eliminar un surco de bordo en cada una de ellas.

Para utilizar parcelas experimentales de dos surcos se debieron observar 2 reglas que fueron: (1) mantener un espacio de exploración razonablemente "reducido" y (2) hacer la aplicación de fertilizantes "por dentro" del surco. Lo del espacio razonablemente reducido, se refiere a las máximas diferencias entre los niveles de los factores estudiados. Así, no deberán haber diferencias mayores de 90 kg de N y de P_2O_5 /ha entre los tratamientos estudiados, ni densidades de población que difieran más de 30,000 plantas/ha. Aplicar el fertilizante "por dentro" de la parcela significa poner el fertilizante tanto en la siembra como en la labor de cultivo, al lado derecho e izquierdo de la primera y segunda hileras respectivamente. Así el fertilizante queda dentro de la parcela. Entre dos hileras contiguas que correspondan a dos parcelas diferentes no se coloca fertilizante.

La ventaja obvia de usar dos surcos en la mayor parte de las parcelas chicas, es que se reduce drásticamente el tamaño del experimento a un nivel manejable en la experimentación con agricultores de subsistencia.

7.1.4. Diseño experimental

El diseño experimental usado fue el de parcelas divididas con dos repeticiones, el tamaño de la parcela fue de dos surcos de 6 m de largo siendo las parcelas de las orillas de tres surcos, con un ancho entre surcos de 90 cm.

7.2. Preparación del Terreno

La preparación del terreno y las prácticas culturales se realizan de acuerdo a como lo hace el agricultor, ver inciso 3.2. Tecnología Tradicional, descrito en su oportunidad.

Fig. 6 CROQUIS DE LOS EXPERIMENTOS

	10	8	17	12	2	15	1	6	14	1	3	5	7	9	11	13	15	17	
3	144	143	142	141	140	139	138	137	136	135	134	133	132	131	130	129	128	127	2
	11	4	13	7	16	9	3	18	5	18	16	14	12	10	8	6	4	2	
	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	
	3	14	8	17	6	13	2	12	10	9	18	5	1	2	6	14	10	15	
1	108	107	106	105	104	103	102	101	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91	4
	9	16	1	18	7	4	11	15	5	13	12	8	4	3	7	17	11	16	
	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	
	10	4	15	8	14	2	16	5	11	13	1	4	9	17	15	3	2	11	
2	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	3
	12	9	1	7	18	13	3	17	6	12	5	8	18	10	16	7	6	14	
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
	8	3	12	7	2	16	11	6	1	3	5	13	17	1	2	14	4	6	
4	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	1
	13	17	4	9	14	5	10	15	18	9	12	18	8	15	7	16	10	11	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	

REP. I

REP. II

7.3. Muestras de Suelo

Antes de realizar la siembra se recolectaron 20 submuestras de suelo de 0 a 20 cm y de 20 a 40 cm de profundidad en cada uno de los sitios experimentales, las cuales se homogenizaron con el objeto de tomar una muestra de alrededor de 2 kg, esta práctica se hizo con el fin de conocer la fertilidad nativa del suelo, así como sus propiedades físicas. Las muestras se mandaron al laboratorio regional de Puebla, perteneciente a la S.A.R.H., pudiéndose observar los resultados en el Cuadro 11.

7.4. Siembra de Experimentos

La siembra se realizó en todos los sitios con suelo húmedo, excepto en el primero (Huehuetlán el Chico) que se sembró en seco. El fertilizante se depositó en banda al fondo del surco, se cubrió ligeramente y después se tiró la semilla, sembrándose de una, dos o tres plantas por mata de acuerdo al tratamiento correspondiente, tapándose enseguida con el pié. En cuanto a la densidad de población, ésta fue planeada con anterioridad, calculándose las distancias respectivas en cada tratamiento, para después marcar con listones en la cadena de siembra, siendo cada listón de color diferente para distinguir las densidades de población planeadas, así como las calles que delimitaban cada parcela experimental.

En la Fig. 6 se muestra el Croquis de Campo de los experimentos 25 y 26.

7.5. Manejo de los Experimentos

A continuación se presentan las fechas de los experimentos sembrados por localidad:

1. Jolalpan	12 de julio
2. Tlancualpicán	19 de julio
3. Huehuetlán	20 de julio

7.5.1. Observaciones de los experimentos durante su ciclo vegetativo

Durante el desarrollo los experimentos se estuvieron visitando con el fin de tomar observaciones sobre: germinación de las plantas y desarrollo de las mismas, humedad del suelo, lluvia, respuestas a las variables de estudio, daños sobre plagas y su control, días

de sequía; este factor estuvo presente en todos los experimentos, durante su desarrollo hubo efectos desde leves hasta severos, sobre todo en el experimento de Tlancualpicán, el cual se perdió por esta causa. También por ciento de daño y número de granizadas, malezas y su daño, en síntesis, todas aquellas observaciones que se consideró pudieran afectar el desarrollo y rendimiento del cultivo. Lo anterior se realizó de acuerdo a Turrent (19), registro de observaciones durante el desarrollo de un experimento.

En el Cuadro 14 podemos observar algunas características sobre el manejo y estados fenológicos del maíz en los experimentos.

7.5.2. Zacateo

El zacateo consiste en eliminar las hojas de la parte interior a la mazorca y el tallo junto con las hojas de la parte superior a ella, realizándose esta práctica en diferentes épocas para cada experimento. Ver Cuadro 14.

7.5.3. Cosecha

Cuando la planta llegó a su madurez fisiológica se realizó la cosecha; ésta consistió primeramente en cortar las plantas que se encontraban en las cabeceras de cada parcela útil, en seguida se procedió a contar plantas y matas, mazorcas perdidas, enfermas por carbón de maíz y estériles. Posteriormente se cosecharon las mazorcas colocándolas en la cabecera de cada parcela, donde se contaron y pesaron en un báscula de rejoj con aproximación de 25 gr. Otros datos de importancia que se tomaron fueron: las muestras de grano para determinar el porcentaje de humedad, de daño causado por plaga, enfermedad y falla en la polinización. Para tomar las muestras de grano para humedad, se desgranaron dos hileras de cada mazorca hasta completar aproximadamente 200 gr, éstas se pusieron en una bolsa con etiqueta.

Los tratamientos de donde se tomaron las muestras fueron: 1, 8, 10, 12, 14 y 18.

Posteriormente se determinó el porcentaje de humedad del grano cosechado en una estufa eléctrica mediante la fórmula ya conocida.

También se tomaron dos mazorcas al azar de los surcos de orilla para determi-

nar el porcentaje de olote y el factor desgrane, presentando a continuación la fórmula:

$$FD = \frac{\text{PESO GRANO}}{\text{PESO MAZORCA}}$$

En donde FD es el factor de desgrane.

7.6. Relaciones Costo—Insumo por Valor del Producto

Valores y costos utilizados en el análisis económico de los resultados experimentales.

Valor del Maíz	\$ 3.48/kg	(Precio CONASUPO) 1979
Costo de Fertilizantes	(FERTIMEX 1979)	Incluido el 4°/o
Sulfato de amonio		\$ 1,557.00/ton
Superfosfato de calcio simple		\$ 1,495.00/ton
Urea		\$ 3,210.00/ton
Superfosfato de calcio triple		\$ 3,747.00/ton
Sulfato de potasio		\$ 3,038.00/ton
Costo del Transporte de los Fertilizantes		\$ 90.00/ton
Costo de la Aplicación de los Fertilizantes		
Siembra—5 jornales a \$ 70.00/jornal		\$ 350.00/aplicación
1a. Labor—5 jornales a \$ 70.00/jornal		\$ 350.00/aplicación
Costo de la Cosecha del Maíz		
Pizca—5 jornales a \$ 100.00/jornal		\$ 500.00
Acarreo del maíz del campo a la casa		\$ 90.00/ton
Desgrane		\$ 60.00/ton
Transporte del grano al mercado		\$ 90.00/ton
T O T A L		\$ 740.00/ton

Costo por kg de Nitrógeno (Sulfato de Amonio 20.5 % N)

\$ 1,557.00/205 kg : \$ 7.60 kg de N

Transporte \$ 90.00/ton $90/205 = \$ 0.44$ kg de N

Costo de aplicación:

Siembra—5 jornales a \$ 70.00/jornal \$ 350.00/aplicación

1a. Labor—5 jornales a \$ 70.00/jornal \$ 350.00/aplicación

Suponiendo que la dosis recomendada será aproximadamente de 60 kg de Nitrógeno/hectárea, se estimó el costo por kg en: $\$ 350/60 = \$ 5.83$

Costo Total = $7.60 + 0.44 + 5.83 = \$ 13.87$

Costo por kg de Nitrógeno (Urea 46 % N)

\$ 3,210.00/460 kg : \$ 6.98 kg de N

Transporte \$ 90.00/ton $90/460 = 0.20$ kg de N

Costo de aplicación: idéntico al de sulfato de amonio

Costo Total = $6.98 + 0.20 + 5.83 = \$ 13.01$

Costo por kg de Fósforo (Superfosfato de Calcio Simple 20 % P_2O_5)

\$ 1,495/200 kg : \$ 7.48 kg de P_2O_5

Transporte \$ 90.00/ton $90/200 = \$ 0.45$ kg de P_2O_5

Costo de aplicación : \$ 5.83

Costo Total = $7.48 + 0.45 + 5.83 = \$ 13.76$

Costo por kg de Fósforo (Superfosfato de Calcio Triple 46 % P_2O_5)

\$ 3,747/460 kg : \$ 8.15 kg de P_2O_5

Transporte \$ 90.00/ton $90/460 = \$ 0.20$ kg de P_2O_5

Costo de aplicación: \$ 5.83

Costo Total = $8.15 + 0.20 + 5.83 = \$ 14.18$

Costo de Mil Plantas de Maíz

1 kg de maíz vale \$ 3.48

Suponiendo 3,500 granos/kg y un por ciento de germinación de 85, el costo por mil plantas es:

$$3.48 / (3.50 \times 0.85) = \$ 1.17$$

Valor de 1 kg de Maíz en el Campo

\$ 3.48 valor por kg en el mercado

Costo de la cosecha y transporte al mercado de una tonelada de maíz

Pizca	\$ 500.00	
Acarreo	\$ 90.00	
Desgrane	\$ 60.00	
Transporte	\$ 90.00	
TOTAL	\$ 740.00	ó \$ 0.74/kg

$$3.48 - 0.74 = \$ 2.74 ; \text{valor de 1 kg de maíz en el campo}$$

Cálculo de las relaciones: costo de insumos/valor del producto, utilizada en el presente estudio.

- Cn (S.A.) : Costo de 1 kg de N aplicado utilizando S.A.
- Cn (U) : Costo de 1 kg de N aplicado utilizando Urea
- Cp (S.S.) : Costo de 1 kg de P_2O_5 aplicado utilizando S.S.
- Cp (S.T.) : Costo de 1 kg de P_2O_5 aplicado utilizando S.T.
- Cym : Valor de 1 kg de maíz en el campo
- Cd : Costo por mil plantas de maíz

Cn (S.A.)/Cym	13.87/2.74	5.06
Cn (U)/Cym	13.01/2.74	4.75
Cp (S.S.)/Cym	13.76/2.74	5.02
Cp (S.T.)/Cym	14.18/2.74	5.18
Cd/Cym	1.17/2.74	0.43

Como en la PG 4 se usó U – S.T., se usarán las relaciones

Cn (U)/Cym	4.75	y
Cp (ST)/Cym	5.18	

7.7. Análisis Estadístico

En los Cuadros 4 y 5 se presentan los resultados de los experimentos 25 y 26. La información obtenida de éstos se analizó estadísticamente con el paquete SPSS en la terminal CDC--734 de la Unidad de Organización y Métodos de la SARH en Cd. Obregón, Sonora, conectada a una CYBER 72.

Con el propósito de estudiar el efecto de los tratamientos de parcela chica (TPCH), se realizó un análisis de varianza como parcelas divididas de ambos experimentos. Dichos análisis se presentan en los Cuadros 6 y 8.

Debido a que los TPCH se escogieron mediante un arreglo de la matriz Plan Puebla I y tratamientos adicionales; con el objetivo de calcular una superficie de respuesta, se analizó como Parcelas Divididas solamente a los tratamientos que corresponden a la matriz Plan Puebla, (los primeros 14 tratamientos).

Posteriormente, debido al arreglo factorial de los tratamientos de parcelas grandes (TPG), la interacción TPG X TPCH se descompuso en sus tres componentes ortogonales: (1) la interacción entre el efecto principal de la Oportunidad de Aplicación, OP, y los tratamientos de parcela chica, con 13 GL; (2) la interacción entre el efecto principal de la fuente de fertilizante, fuente, y los TPCH, con 13 GL; y (3) la interacción entre la interacción OP y fuente y los TPCH, también con 13 GL.

Observando el análisis de varianza del experimento 26 (Cuadro 8), se ve que la interacción TPG X TPCH no fue significativa, esto indica que no hubo respuesta detectable a la

CUADRO 4. RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAIZ A SIETE FACTORES DE LA PRODUCCION. EXPERIMENTO 25.
 RENDIMIENTO EN kg/ha AL 14 % DE HUMEDAD.

PARCELAS GRANDES NUM. OPORT.	FUENTE	NUM.	PARCELAS CHICAS							REPETICIONES		MEDIAS
			N	P	D	K	AT	I (kg/ha)	II (kg/ha)			
1	S1	F1	1	60	30	35	0	3	2,175	3,732	2,955	
2			2	60	30	45	0	3	1,051	1,275	1,163	
3			3	60	45	35	0	3	1,263	1,819	1,541	
4			4	60	45	45	0	3	1,361	1,709	1,535	
5			5	90	30	35	0	3	1,439	1,219	1,329	
6			6	90	30	45	0	3	1,331	1,861	1,596	
7			7	90	45	35	0	3	1,568	1,659	1,614	
8			8	90	45	45	0	3	1,071	1,804	1,438	
9			9	30	30	35	0	3	1,842	2,020	1,931	
10			10	120	45	45	0	3	1,964	1,964	1,964	
11			11	60	15	35	0	3	1,038	1,610	1,324	
12			12	90	60	45	0	3	1,756	2,274	2,015	
13			13	60	30	25	0	3	1,562	2,008	1,785	
14			14	90	45	55	0	3	1,504	1,907	1,706	
15			15	90	45	45	50	3	1,510	1,641	1,576	
16			16	90	45	45	0	1	2,015	2,868	2,442	
17			17	80	45	45	0	2	1,876	829	1,353	
18			18	0	0	25	0	3	1,583	1,744	1,664	
MEDIAS:									1,551	1,886	1,719	

CUADRO 4. Continuación.

PARCELAS GRANDES NUM.	OPORT.	FUENTE	NUM.	PARCELAS CHICAS				K	AT	REPETICIONES		MEDIAS
				N	P	D				I (kg/ha)	II (kg/ha)	
2	S1	F2	1	60	30	35	0	3	2,058	1,084	1,571	
			2	60	30	45	0	3	1,671	2,017	1,844	
			3	60	45	35	0	3	1,558	1,180	1,369	
			4	60	45	45	0	3	1,823	1,777	1,800	
			5	90	30	35	0	3	1,340	1,214	1,277	
			6	90	30	45	0	3	1,959	1,570	1,765	
			7	90	45	35	0	3	1,858	1,406	1,632	
			8	90	45	45	0	3	1,721	1,383	1,552	
			9	30	30	35	0	3	1,673	1,121	1,397	
			10	120	45	45	0	3	1,815	1,210	1,513	
			11	60	15	35	0	3	1,278	1,232	1,255	
			12	90	60	45	0	3	2,262	1,776	2,019	
			13	60	30	25	0	3	895	1,147	1,021	
			14	90	45	55	0	3	408	1,135	772	
			15	90	45	45	50	3	1,330	1,731	1,531	
			16	90	45	45	0	1	544	2,095	1,320	
			17	90	45	45	0	2	1,794	2,004	1,899	
			18	0	0	25	0	3	668	1,077	873	
MEDIAS:									1,481	1,453	1,467	

CUADRO 4. Continuación.

PARCELAS GRANDES NUM.	OPORT.	FUENTE	NUM.	PARCELAS CHICAS				K	AT	REPETICIONES		MEDIAS
				N	P	D				I (kg/ha)	II (kg/ha)	
3	S ₂	F ₁	1	60	30	35	0	3	1,680	2,004	1,842	
			2	60	30	45	0	3	1,822	1,695	1,759	
			3	60	45	35	0	3	2,337	1,355	1,846	
			4	60	45	45	0	3	2,185	1,820	2,003	
			5	90	30	35	0	3	1,584	1,789	1,687	
			6	90	30	45	0	3	1,563	1,925	1,744	
			7	90	45	35	0	3	2,225	2,489	2,357	
			8	90	45	45	0	3	1,374	2,429	1,902	
			9	30	30	35	0	3	2,157	2,286	2,222	
			10	120	45	45	0	3	1,304	1,797	1,551	
			11	60	15	35	0	3	1,290	1,771	1,531	
			12	90	60	45	0	3	2,256	2,272	2,264	
			13	60	30	25	0	3	1,995	1,457	1,726	
			14	90	45	55	0	3	1,444	1,167	1,306	
			15	90	45	45	50	3	1,961	2,116	2,039	
			16	90	45	45	0	1	2,017	3,761	2,889	
			17	90	45	45	0	2	2,907	2,491	2,699	
			18	0	0	25	0	3	1,098	1,189	1,144	
MEDIAS:									1,844	1,990	1,917	

CUADRO 4. Continuación.

PARCELAS GRANDES NUM. OPORT.	FUENTE	PARCELAS CHICAS						REPETICIONES		MEDIAS	
		NUM.	N	P	D	K	AT	I (kg/ha)	II (kg/ha)		
4	Sz	Fz	1	60	30	35	0	3	1,826	2,039	1,933
			2	60	30	45	0	3	1,538	1,841	1,690
			3	60	45	35	0	3	2,809	1,870	2,339
			4	60	45	45	0	3	2,814	1,936	2,375
			5	90	30	35	0	3	1,725	1,447	1,586
			6	90	30	45	0	3	1,917	2,275	2,096
			7	90	45	35	0	3	1,777	2,252	2,015
			8	90	45	45	0	3	2,745	1,582	2,164
			9	30	30	35	0	3	2,336	2,215	2,276
			10	120	45	45	0	3	2,011	2,102	2,057
			11	60	15	35	0	3	1,550	1,096	1,323
			12	90	60	45	0	3	2,345	1,920	2,133
			13	60	30	25	0	3	2,094	1,384	1,739
			14	90	45	55	0	3	2,859	4,553	3,706
			15	90	45	45	50	3	2,198	2,012	2,105
			16	90	45	45	0	1	2,822	3,343	3,083
			17	90	45	45	0	2	2,516	2,082	2,299
			18	0	0	25	0	3	1,277	943	1,113
							MEDIAS:		2,176	2,050	2,113

CUADRO 5. RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAIZ A SIETE FACTORES DE LA PRODUCCION. EXPERIMENTO 26.
 RENDIMIENTO EN kg/ha AL 14 % DE HUMEDAD.

PARCELAS GRANDES NUM. OPORT.	FUENTE	NUM.	PARCELAS CHICAS							REPETICIONES		MEDIAS
			N	P	D	K	AT	I (kg/ha)	II (kg/ha)			
1	S1	F1	1	60	30	35	0	3	1,061	439	750	
2			2	60	30	45	0	3	2,413	922	1,668	
3			3	60	45	35	0	3	815	689	752	
4			4	60	45	45	0	3	2,167	1,050	1,609	
5			5	90	30	35	0	3	1,715	682	1,199	
6			6	90	30	45	0	3	2,587	722	1,655	
7			7	90	45	35	0	3	1,078	126	602	
8			8	90	45	45	0	3	1,841	166	1,004	
9			9	30	30	35	0	3	969	107	538	
10			10	120	45	45	0	3	2,041	475	1,258	
11			11	60	15	35	0	3	1,779	328	1,054	
12			12	90	60	45	0	3	1,714	68	891	
13			13	60	30	25	0	3	1,651	808	1,230	
14			14	90	45	55	0	3	1,317	1,003	1,160	
15			15	90	45	45	50	3	1,960	46	1,003	
16			16	90	45	45	0	1	558	545	552	
17			17	90	45	45	0	2	2,001	982	1,492	
18			18	0	0	25	0	3	1,024	120	572	
MEDIAS:									1,594	515	1,055	

CUADRO 5. Continuación.

PARCELAS GRANDES NUM.	OPORT.	FUENTE	NUM.	PARCELAS CHICAS				K	AT	REPETICIONES		MEDIAS
				N	P	D	K			I (kg/ha)	II (kg/ha)	
2	S ₁	F ₂	1	60	30	35	0	3	1,391	1,654	1,523	
			2	60	30	45	0	3	1,330	1,700	1,515	
			3	60	45	35	0	3	1,359	1,305	1,332	
			4	60	45	45	0	3	1,240	2,569	1,905	
			5	90	30	35	0	3	1,885	1,549	1,717	
			6	90	30	45	0	3	1,776	1,599	1,688	
			7	90	45	35	0	3	777	1,246	1,102	
			8	90	45	45	0	3	1,048	1,826	1,437	
			9	30	30	35	0	3	1,039	2,350	1,695	
			10	120	45	45	0	3	812	2,206	1,509	
			11	60	15	35	0	3	2,352	2,381	2,367	
			12	90	60	45	0	3	762	2,292	1,527	
			13	60	30	25	0	3	861	1,489	1,175	
			14	90	45	55	0	3	1,595	1,407	1,501	
			15	90	45	45	50	3	1,180	2,066	1,623	
			16	90	45	45	0	1	2,163	772	1,468	
			17	90	45	45	0	2	1,218	2,076	1,647	
			18	0	0	25	0	3	719	1,384	1,052	
MEDIAS:									1,306	1,771	1,539	

CUADRO 5. Continuación.

PARCELAS GRANDES NUM.	OPORT.	FUENTE	NUM.	PARCELAS CHICAS				K	AT	REPETICIONES		MEDIAS
				N	P	D				I (kg/ha)	II (kg/ha)	
3	S2	F1	1	60	30	35	0	3	1,380	1,270	1,325	
			2	60	30	45	0	3	1,181	1,345	1,263	
			3	60	45	35	0	3	1,632	725	1,179	
			4	60	45	45	0	3	1,549	1,588	1,569	
			5	90	30	35	0	3	2,656	1,250	1,953	
			6	90	30	45	0	3	982	1,399	1,191	
			7	90	45	35	0	3	1,829	856	1,343	
			8	90	45	45	0	3	1,392	944	1,168	
			9	30	30	35	0	3	1,150	977	1,074	
			10	120	45	45	0	3	2,131	799	1,465	
			11	60	15	35	0	3	1,805	1,471	1,638	
			12	90	60	45	0	3	1,223	1,526	1,375	
			13	60	30	25	0	3	1,384	590	987	
			14	90	45	55	0	3	2,271	739	1,505	
			15	90	45	45	50	3	1,857	1,133	1,495	
			16	90	45	45	0	1	2,793	1,047	1,920	
			17	90	45	45	0	2	1,731	981	1,356	
			18	0	0	25	0	3	1,221	651	936	
MEDIAS:									1,676	1,072	1,374	

CUADRO 5. Continuación.

PARCELAS GRANDES NUM.	OPORT.	FUENTE	NUM.	PARCELAS CHICAS				REPETICIONES		MEDIAS	
				N	P	D	K	AT	I (kg/ha)		II (kg/ha)
4	S2	F2	1	60	30	35	0	3	696	1,577	1,137
			2	60	30	45	0	3	513	2,576	1,545
			3	60	45	35	0	3	1,104	1,836	1,470
			4	60	45	45	0	3	154	2,300	1,227
			5	90	30	35	0	3	419	2,078	1,249
			6	90	30	45	0	3	340	1,378	859
			7	90	45	35	0	3	688	1,482	1,085
			8	90	45	45	0	3	592	1,204	898
			9	30	30	35	0	3	236	3,980	2,108
			10	120	45	45	0	3	297	2,124	1,211
			11	60	15	35	0	3	312	1,705	1,009
			12	90	60	45	0	3	831	2,814	1,823
			13	60	30	25	0	3	279	1,031	655
			14	90	45	55	0	3	376	2,187	1,282
			15	90	45	45	50	3	173	2,014	1,094
			16	90	45	45	0	1	1,011	1,881	1,446
			17	90	45	45	0	2	278	2,320	1,299
			18	0	0	25	0	3	118	2,933	1,526
MEDIAS:									468	2,079	1,274

CUADRO 6. ANALISIS DE VARIANZA COMO PARCELAS DIVIDIDAS DEL EXPERIMENTO 25. AGROSISTEMA PLANICIE.

F. V.	G.L.	S.C.	CM	F CALC	F TABLAS	
					.05	.01
PG	3	8'746,214.684	2'746,214.684	7.422	9.28	29.46
REP	1	240,432.769	240,432.769	0.650		
E (a) = PG X REP	3	1'110,079.094	370,026.365			
PCH	17	11'642,143.799	684,831.988	3.794	1.79	2.27**
PCH X PG	51	17'466,168.440	342,473.891	1.898	1.55	1.86**
E (b)	68	12'272,756.512	180,481.713			
TOTAL	143	50'970,224.661				

• Significancia al 0.05

**Significancia al 0.01

C.V. 23.55 %

CUADRO 7. ANALISIS DE VARIANZA COMO PARCELAS DIVIDIDAS DEL EXPERIMENTO 25 TOMANDO LOS PRIMEROS 14 TRATAMIENTOS Y DESCOMPONENDO EL FACTORIAL 2² DE PG.

F. V.	G.L.	S.C.	CM	F CALC	F TABLAS	
					.05	.01
REP	1	38,305.367	38,305.367	0.0670	10.13	34.12
OPORT.	1	3'924,849.810	3'924,849.810	6.8612	10.13	34.12
FUENTE	1	12,299.609	12,299.609	0.0215	10.13	34.12
OP. X FUENTE	1	1'651,094.356	1'651,094.356	2.8864	10.13	34.12
E (a)≡PG X REP	3	1'716,094.303	572,031.434			
PCH	13	4'953,840.284	381,064.637	2.5995	1.92	2.51**
OP. X PCH	13	3'581,648.716	275,511.440	1.8785	1.92	2.51
FUENTE X PCH	13	3'055,566.118	235,043.548	1.6034	1.92	2.51
OP. X FUENTE X PCH	13	6'546,595.751	503,584.289	3.4372	1.92	2.51**
E (b)	52	7'622,637.667	146,589.186			
TOTAL	111	33'102,931.981				

* Significancia al 0.05

** Significancia al 0.01

C.V.21.47 %

CUADRO 8. PRUEBA DE TRATAMIENTOS DE PCH X PG UTILIZANDO EL ERROR PONDERADO E (b). EXPERIMENTO 25.

PG: 1

F. V.	G.L.	S.C.	CM	F CALC	$\frac{F TABLAS}{.05}$	$\frac{F TABLAS}{.01}$
TRAT	13	5'015,370.672	385,797.744	2.632	2.11	2.88*
ERROR	52	7'622,637.667	146,589.186			
TOTAL	27	7'399,325.568				

PG: 2

F.V.	G.L.	S.C.	CM	F CALC	$\frac{F TABLAS}{0.05}$	$\frac{F TABLAS}{0.01}$
TRAT	13	2'934,924.149	225,763.396	1.540	2.11	2.88
ERROR	52	7'622,637.667	146,589.186			
TOTAL	27	4'536,275.794				

CUADRO 8. Continuación.

PG: 3

F. V.	G.L.	S.C.	CM	F CALC	F TABLAS
					$\frac{\quad}{.05}$ $\frac{\quad}{.01}$
TRAT	13	2'281,169.202	175,474.554	1.197	2.11
ERROR	52	7'622,637.667	146,589.186		2.88
TOTAL	27	3'995,525.480			

PG: 4

F.V.	G.L.	S.C.	CM	F CALC	F TABLAS
					$\frac{\quad}{0.05}$ $\frac{\quad}{0.01}$
TRAT	13	7'906,186.846	608,168.219	4.149	2.11
ERROR	52	7'622,637.667	146,589.186		2.88**
TOTAL	27	11'583,561.364			

CUADRO 9. RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAIZ A SIETE FACTORES DE LA PRODUCCION. EXPERIMENTO 25.
 MEDIAS DE TRATAMIENTOS EN kg/ha AL 14 o/o DE HUMEDAD. CHIAUTLA, PUEBLA.

NUM.	TRATAMIENTO				1a. LABOR			S y 1a. LABOR		
	N	P	D	K	AT	SA + SS	U + ST	SA + SS	U + ST	
1	60	30	35	0	3	2,955	1,571	1,842	1,933	
2	60	30	45	0	3	1,163	1,844	1,759	1,690	
3	60	45	35	0	3	1,541	1,369	1,846	2,339	
4	60	45	45	0	3	1,535	1,800	2,003	2,375	
5	90	30	35	0	3	1,329	1,277	1,687	1,586	
6	90	30	45	0	3	1,596	1,765	1,744	2,096	
7	90	45	35	0	3	1,614	1,632	2,357	2,015	
8	90	45	45	0	3	1,438	1,552	1,902	2,164	
9	30	30	35	0	3	1,931	1,397	2,222	2,276	
10	120	45	45	0	3	1,964	1,513	1,551	2,057	
11	60	15	35	0	3	1,324	1,255	1,531	1,323	
12	90	60	45	0	3	2,015	2,019	2,264	2,133	
13	60	30	25	0	3	1,785	1,021	1,726	1,739	
14	90	45	55	0	3	1,706	772	1,306	3,706	
15	90	45	45	50	3	1,576	1,531	2,039	2,105	
16	90	45	45	0	1	2,442	1,320	2,889	3,083	
17	90	45	45	0	2	1,353	1,899	2,699	2,299	
18	0	0	25	0	3	1,664	873	1,144	1,113	
						1,719	1,467	1,917	2,113	

CUADRO 10. ANALISIS DE VARIANZA COMO PARCELAS DIVIDIDAS DEL EXPERIMENTO 26. AGROSISTEMA PLANICIE.

F. V.	G.L.	S.C.	CM	F CALC	F TABLAS	
					$\frac{\quad}{.05}$	
					$\frac{\quad}{.01}$	
PG	3	4'414,196.902	1'471,398.967	0.1140	9.28	29.46
REP	1	347,208.226	347,208.226	0.0269		
E (a) = PG X REP	3	38'720,853.293	12'906,951.10			
PCH	17	4'499,721.060	264,689.474	1.0732	1.79	2.27
PCH X PG	51	10'599,792.503	207,839.069	0.8427	1.55	1.86
E (b)	68	16'770,769.727	246,628.966			
TOTAL	143	75'352,541.711				

* Significancia al 0.05

** Significancia al 0.01

C.V. 38 %

CUADRO 11 . RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAIZ A SIETE FACTORES DE LA PRODUCCION. EXPERIMENTO 26.
 MEDIAS DE TRATAMIENTOS EN kg/ha AL 14 o/o DE HUMEDAD. CHIAUTLA, PUEBLA.

NUM.	TRATAMIENTO				K	AT:	1a. LABOR		S y 1a. LABOR	
	N	P	D	U			SA + SS	U + ST	SA + SS	U + ST
1	60	30	35	0	3	3	750	1,523	1,325	1,137
2	60	30	45	0	3	3	1,668	1,515	1,263	1,545
3	60	45	35	0	3	3	752	1,332	1,179	1,470
4	60	45	45	0	3	3	1,609	1,905	1,569	1,227
5	90	30	35	0	3	3	1,199	1,717	1,953	1,249
6	90	30	45	0	3	3	1,655	1,688	1,191	859
7	90	45	35	0	3	3	602	1,102	1,343	1,085
8	90	45	45	0	3	3	1,004	1,437	1,168	898
9	30	30	35	0	3	3	538	1,695	1,064	2,108
10	120	45	45	0	3	3	1,258	1,509	1,465	1,211
11	60	15	35	0	3	3	1,054	2,367	1,638	1,009
12	90	60	45	0	3	3	891	1,527	1,375	1,823
13	60	30	25	0	3	3	1,230	1,175	987	655
14	90	45	55	0	3	3	1,160	1,501	1,505	1,282
15	90	45	45	50	3	3	1,003	1,623	1,495	1,094
16	90	45	45	0	1	1	552	1,468	1,920	1,446
17	90	45	45	0	2	2	1,492	1,647	1,356	1,299
18	0	0	25	0	3	3	572	1,052	936	1,526
							1,055	1,539	1,374	1,274

CUADRO 12. TABLA DE DESCOMPOSICION DE LA S.C. TRATAMIENTOS EN MODELO CUADRATICO Y FALTA DE AJUSTE.

PG: 1

F. V.	G.L.	S.C.	CM	F CALC	F TABLAS
					<u>.05</u> <u>.01</u>
TRAT	13	5'015,370.672	385,797.744	2.632	2.11
MODELO CUADRATICO	9	1'337,839.685	148,648.853	1.014	2.06
E (b)	52	7'622,637.667	146,589.186		2.77

PG: 2

F.V.	G.L.	S.C.	CM	F CALC	F TABLAS
					<u>0.05</u> <u>0.01</u>
TRAT	13	2'934,924.149	225,763.396	1.540	2.11
MODELO CUADRATICO	9	2'116,968.721	235,218.747	1.604	2.06
E (b)	52	7'622,637.667	146,589.186		2.77

CUADRO 12. Continuación.

PG: 3

F. V.	G.L.	S.C.	CM	F CALC	F TABLAS	
					.05	.01
TRAT	13	2'281,169.202	175,474.554	1.197	2.11	2.88
MODELO CUADRATICO	9	1'778,064.618	197,562.735	1.347	2.06	2.77
E (b)	52	7'622,637.667	146,589.186			

PG: 4

F.V.	G.L.	S.C.	CM	F CALC	F TABLAS	
					0.05	0.01
TRAT	13	7'906,186.846	608,168.219	4.149	2.11	2.88**
MODELO CUADRATICO	9	6'796,315.724	775,146.191	5.288	2.06	2.77**
EFFECTOS LINEALES	3	4'305,788.237	1'435,262.745	9.791	2.79	4.18*
EFFECTOS CUADRATICOS	3	2'212,293.689	737,431.229	5.035	2.79	4.18
INTERACCIONES	3	278,233.798	92,744.993	0.632	2.79	4.18
FALTA DE AJUSTE	4	1'109,871.122	277,467.781	1.893	2.55	3.70
E (b)	52	7'622,637.667	146,589.186			

Oportunidad de Aplicación ni a la Fuente de Fertilizante. Esto representa que lo que habrá de recomendarse como óptimo económico será el tratamiento que cueste menos, es decir, el tratamiento testigo, el cual representa de un modo aproximado la práctica de producción que realizan los agricultores de la zona.

Como puede observarse en el experimento 25, ambos factores de parcela grande causan la interacción TPG X TPCH, para este caso habremos de manejar el experimento como si fueran cuatro experimentos, cada uno con dos repeticiones: (1) fertilizando en la primera labor con sulfato de amonio y superfosfato de calcio simple; (2) fertilizando en la primera labor con urea y superfosfato de calcio triple; (3) aplicando 1/3 del N y todo el P_2O_5 en la siembra y el resto del N en la primera labor, utilizando sulfato de amonio y superfosfato de calcio simple; (4) aplicando 1/3 del N y todo el P_2O_5 en la siembra y el resto del N en la primera labor, utilizando urea y superfosfato de calcio triple. En el Cuadro 9 puede observarse el análisis de varianza para cada subexperimento (Parcela Grande). Puede notarse en este cuadro que solo hubo significancia a tratamientos en las PG 1 y 4, por lo que sólo se tomarán estas dos parcelas en el análisis de regresión.

Realizado el análisis de regresión se procedió a descomponer la SC de Tratamientos (13 GL) en la SC del Modelo Cuadrático (9GL) y la SC de Falta de Ajuste (4GL), a su vez la SC del Modelo Cuadrático (9 GL) cuando fue significativo, se descompuso en SC de Efectos Lineales (3GL) y SC de las Interacciones (Lineales X Cuadráticos), también con 3 GL. Como puede observarse en el Cuadro 10 sólo hubo significancia al Modelo Cuadrático en la PG 4.

A continuación se procede a aplicar las técnicas de maximización para funciones vectoriales utilizando la matriz Hessianiana a la ecuación de rendimiento de la PG 4, para de esta forma encontrar las dosis óptimas fisiológica y económica, (DOF y DOE).

Ecuación de rendimiento:

$$R = b_0 + b_1 N + b_2 P + b_3 D + b_4 N^2 + b_5 P^2 + b_6 D^2 + b_7 NP + b_8 ND + b_9 PD + b_{10} NPD$$

Como no hubo significancia a ninguna interacción, se eliminaron éstas de la ecuación quedando reducida a:

$$R = b_0 + b_1 N + b_2 P + b_3 D + b_4 N^2 + b_5 P^2 + b_6 D^2$$

Siendo los estimadores:

$$b_0 = 5,162.89$$

$$b_1 = -19.36$$

$$b_2 = 68.67$$

$$b_3 = -235.60$$

$$b_4 = 0.79$$

$$b_5 = -0.66$$

$$b_6 = 3.49$$

Substituyendo estos valores, la ecuación queda como sigue:

$$R = 5,162.89 + (-19.36)N + 68.67P + (-235.60)D + 0.79N^2 + (-0.66)P^2 + 3.49D^2$$

7.8. Interpretación de Resultados por el Método Matemático

Derivando la ecuación de rendimiento con respecto a N, P y D, e igualando estas a cero se obtienen tres ecuaciones:

$$\frac{dR}{dN} = -19.36 + 2(0.79)N = -19.36 + 1.58N$$

$$\frac{dR}{dP} = 68.67 + 2(-0.66)P = 68.67 - 1.32P$$

$$\frac{dR}{dD} = -235.60 + 2(3.49)D = -235.60 + 6.98D$$

Utilizando la técnica de matrices se obtuvieron los valores extremos de la función de rendimiento. A continuación se detalla este procedimiento:

$$A = \begin{bmatrix} 2b_4 & 0 & 0 \\ 0 & 2b_5 & 0 \\ 0 & 0 & 2b_6 \end{bmatrix}$$

$$A \begin{bmatrix} N \\ P \\ D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} N \\ P \\ D \end{bmatrix} = A^{-1} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix}$$

Encontrándose los niveles correspondientes a los valores extremos que son:

$$N = 12.253$$

$$P = 52.023$$

$$D = 33.754$$

Para obtener los valores extremos de la función de costos se procede de manera similar:

$$A \begin{bmatrix} N \\ P \\ D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 + C_n/C_{ym} \\ b_2 + C_p/C_{ym} \\ b_3 + C_d/C_{ym} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} N \\ P \\ D \end{bmatrix} = A^{-1} \begin{bmatrix} b_1 + C_n/C_{ym} \\ b_2 + C_p/C_{ym} \\ b_3 + C_d/C_{ym} \end{bmatrix}$$

Encontrándose los siguientes valores:

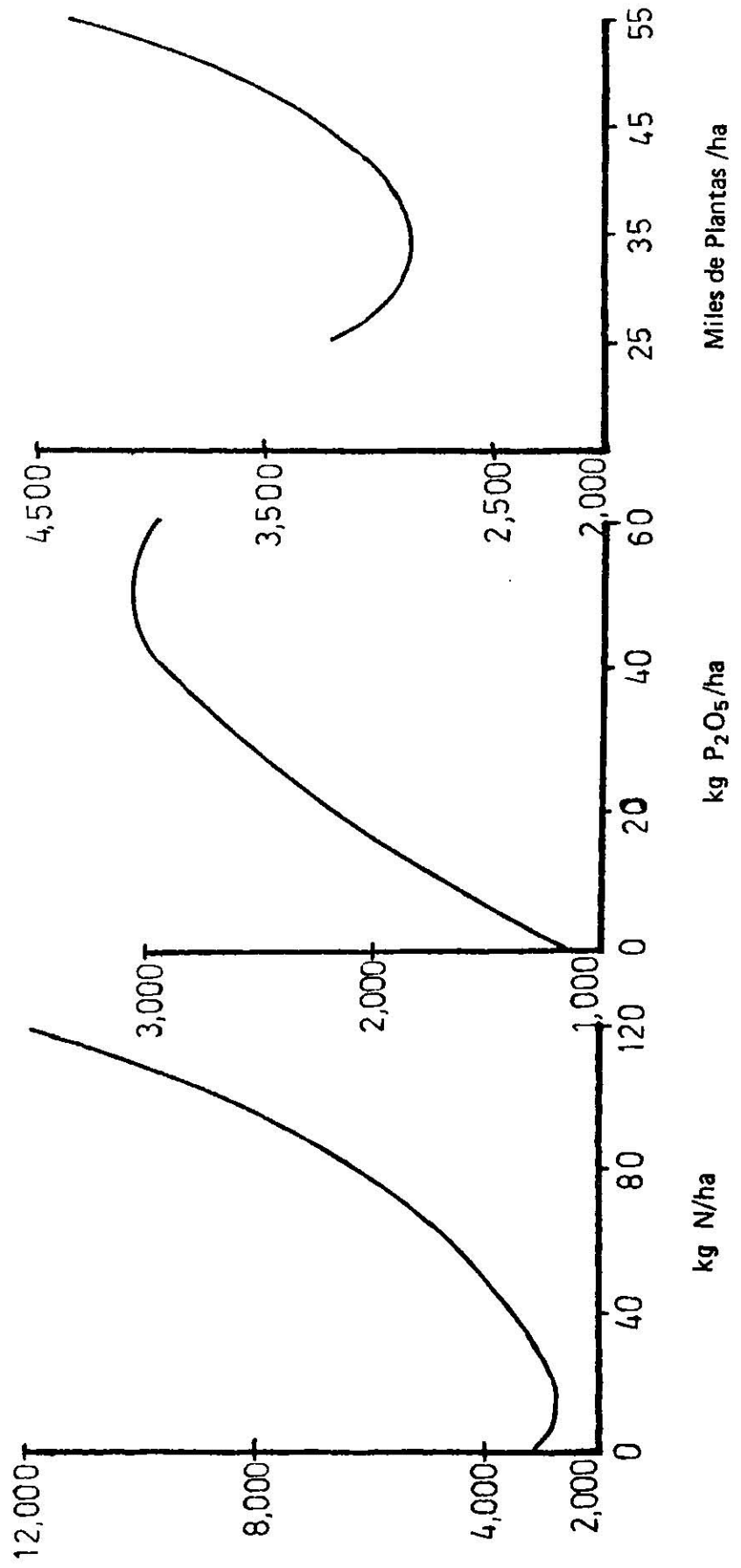
$$N = 15.262$$

$$P = 48.125$$

$$D = 33.609$$

Utilizando el criterio de la segunda derivada pudo deducirse que los valores extremos de las funciones de rendimiento y costos para N y DP, no corresponden a los niveles óptimos fisiológicos y económicos, por lo que, para estos dos factores, no será válida la recomendación obtenida.

Fig. 7 CURVAS DE RESPUESTAS PARA N, P₂O₅ y DP. SEGUN EL MODELO CUADRATICO DE RENDIMIENTO.



VIII. RESULTADOS Y DISCUSION

8.1. De los Análisis Físico—Químicos del Suelo

En el Cuadro 13 podemos observar los resultados de los análisis realizados a las muestras de suelo en los tres sitios experimentales.

Así se tiene que en el sitio del experimento 25 (Jolalpan) el suelo presenta una textura franco arcillosa. Clasificación de acuerdo al triángulo de texturas, Buckman y Brady (2). El pH corresponde en la clasificación al considerado medianamente alcalino. Con respecto a su conductividad eléctrica, puede considerarse como un suelo sin problemas de sales. En lo que se refiere a materia orgánica se observa que ésta presenta un contenido considerado como medianamente rico. Con respecto a fósforo aprovechable se clasifica el sitio como muy pobre. Con respecto a carbonato de calcio, se detectó una alta concentración de éste en el suelo y subsuelo.

En el sitio del experimento 26 (Huehuetlán) el suelo presenta una textura arcillosa. El pH está clasificado como medianamente alcalino. La conductividad eléctrica es baja, considerándose como no salino lo cual nos indica que el sitio no presenta problema de sales. Con respecto al contenido de materia orgánica, el sitio está considerado como medianamente pobre. El fósforo aprovechable va de extremadamente pobre en los primeros 20 cm a muy pobre en los siguientes 20 cm. En lo referente a carbonato de calcio no se detectó gran concentración de éstos.

En el sitio del experimento 27 (Tlancualpicán) que fue el que se perdió, el suelo presenta una textura arcillosa. El pH también es medianamente alcalino. La conductividad eléctrica está dentro de los considerados como ligeramente salinos, lo que indica que hay algo de problemas con sales, aunque no de consideración. Referente al contenido de materia orgánica, queda dentro de los considerados como medianamente ricos. El fósforo aprovechable está clasificado de extremadamente pobre a muy pobre. La concentración de carbonatos de calcio resultó baja.

8.2. De los Rendimientos

Con el objeto de obtener una recomendación para el agrosistema en estudio, se analizaron dos de los tres experimentos establecidos en el ciclo 1979—79. Estos experimentos

CUADRO 13. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE LAS MUESTRAS DE SUELO EN LOS TRES SITIOS EXPERIMENTALES.

EXPERIMENTO LOCALIDAD	25 JOLALPAN		26 HUEHUETLAN		27 TLANCUALPICAN		
	No. DE MUESTRA	1900	1901	1902	1903	1904	1905
PROFUNDIDAD	0-20	20-40	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)				1.50	1.54	1.49	1.41
ARENA	46	46		18	18	20	20
LIMO	24	24		12	12	18	18
ARCILLA	30	30		70	70	62	62
CLASIFICACION TEXTUAL	Cr	Cr*		R	R**	R	R
pH EN AGUA (1:2)	7.90	7.90		8.00	8.00	7.80	7.80
M. O. (o/o)	2.01	2.61		0.87	0.94	2.14	1.74
P ₂ O ₅ APROVECHABLE (PPM)	8.40	6.80		4.40	6.80	4.40	6.80
CARBONATO DE CALCIO (o/o)	51.10	50.80		4.30	3.95	3.60	3.45
Ca (me/100 gr)	22.61	20.48		60.38	59.05	33.51	26.60
Mg "	2.46	1.85		2.46	2.87	7.60	8.56
Na "	0.36	0.31		2.08	1.09	2.30	2.44
K ₂ O "	0.71	0.71		1.65	1.26	1.54	1.72
COND. ELECTRICA (mmhos/cm)	1.53	1.64		0.71	0.60	3.18	2.63
CANTIDAD DE AGUA EN EL SUELO A SATURACION (o/o)	37.00	34.24		83.52	81.60	91.44	37.33

Cr=Franco Arcillosa

R=Arcillosa

han estado identificados con los números 25 y 26 respectivamente.

En los Cuadros 4 y 5 se pueden observar los rendimientos correspondientes a los tratamientos en cada parcela grande y sus repeticiones.

Los resultados de los análisis de varianza de ambos experimentos fueron analizados en el capítulo anterior, por lo que no tiene objeto presentarlos de nuevo. Sólo puede comentarse que como en el experimento 26 no hubo ningún efecto significativo a los factores estudiados, la DOE se obtuvo por los niveles bajos de cada factor. El resultado de los análisis que se obtuvo de este experimento no permitió realizar su gráfica.

En el experimento 25, para obtener la curva de la gráfica utilizamos la ecuación de rendimiento, manteniendo dos de los tres factores de la matriz Plan Puebla I, en su valor extremo.

Los resultados obtenidos en el experimento 25 no permitieron que los datos se ajustaran al modelo cuadrático de la ecuación de rendimiento, por lo que no son válidos para el objetivo que se pretendía, el de generar una recomendación con la combinación adecuada de los factores en estudio, que redundaran en un ingreso neto mayor para los agricultores, comparado con el que obtienen con su tecnología tradicional.

Entre las posibles causas que provocaron estos resultados puede enunciarse como principal el clima, y dentro de éste a la precipitación y temperaturas que imperaron durante el ciclo vegetativo de las plantas, ya que debido a un período de sequías, asociado con altas temperaturas, que se prolongó demasiado, causó la pérdida total de un experimento, afectando seriamente a los otros dos. Puede mencionarse también a otro factor como fue el daño por plagas que no se controlaron (gusano cogollero y hormiga arriera), que aún cuando no fue de gran influencia, sí afectó al cultivo. Es posible que existieran otros factores ajenos, cuya suma de efectos pudieron también alterar los rendimientos esperados.

Cabe también mencionar que se tuvieron serias limitaciones para la realización del estudio, y en general, para el de todo el programa de investigación, principalmente de carácter económico, provocadas por fallas administrativas del Plan, originada al burocratismo por parte de PIDER, dependencia encargada del financiamiento del programa, lo cual provocó que el presupuesto destinado para 1979 se principiara a ejercer hasta finales de julio, y esto con fuertes restricciones, aún cuando se sabe que la siembra termina a mediados de ese mes.

CUADRO No. 14 ALGUNAS CARACTERISTICAS SOBRE EL MANEJO Y ESTADOS FENOLOGICOS
DEL MAIZ EN LOS EXPERIMENTOS, CICLO 1979

No. DE EXPERIMENTO	LOCALIDAD	AGRICULTOR COOPERANTE	SISTEMA DE PRODUCCION
25	Jolalpan	Margarito Rojas	Planicie con pendiente somera (0-5o/o)
26	Huehuetlán	Antonio Ruiz	Planicie con pendiente somera (0-5 o/o)
27	Tlancualpicán	Francisco Osorio	Planicie con pendiente somera (0-5 o/o)

CUADRO 14 Continuación.

No. DE EXP.	No. DE REPETICIONES	VARIEDAD USADA	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE 1a. LABOR	FECHA DE 2a. LABOR	FUENTE DE FERTILIZANTE	PLAGAS
25	2	Criolla	12 de Jul.	4 de Agosto	24 de Agosto	SA + SS U + ST	Gusano cogollero Hormiga arriera
26	2	Criolla	20 de Julio	3 de Agosto	22 de Agosto	"	Gusano cogollero
27	2	Criolla	19 de Julio	6 de Agosto	no se realizó	"	"

CUADRO 14 Continuación.

No. DE EXP.	FENOMENOS METEOROLOGICOS	FECHA DE FLORACION	FECHA DE ZACATEO	FECHA DE COSECHA
25	Primera quincena de Agosto con baja humedad. Un período de sequía a mediados de Septiembre.	10 de Septiembre	25 de Octubre	20 de Noviembre
26	Sequía al momento de la siembra. Un período de sequía en Agosto.	16 de Septiembre	no se realizó	13 de Noviembre
27	Exceso de humedad en la siembra, dos períodos de sequía, Agosto y parte de Septiembre Después se perdió por sequía.			

X. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el año de 1979 en la región de influencia de la Zona II del Plan Chiautla.

Este Plan fue fundado en 1976, anteriormente a ese año no se tenían antecedentes sobre investigación en la región, por lo que se principiaron a realizar estudios sobre fertilización nitrogenada y fosfórica, así como de densidad de población; sin embargo, los resultados no fueron satisfactorios, siguiendo este estudio en los años siguientes.

De los experimentos establecidos con maíz en 1979 se escogieron tres, todos del agrosistema de planicie, con el objetivo primordial de generar una recomendación para maíz de temporal en el ya mencionado agrosistema.

Las hipótesis que se plantearon para ser probadas fueron las siguientes:

Los rendimientos de maíz en el área del Plan Chiautla están limitados por un inadecuado balance entre los siguientes factores de la producción: dosis, oportunidad y fuente de nitrógeno, fósforo y potasio, densidad de población y arreglo topológico.

Para probar las anteriores hipótesis se enunciaron los siguientes supuestos:

- 1. La tecnología nativa empleada por el productor está cercana al óptimo para esta región.**
- 2. El sitio experimental es representativo.**
- 3. El clima durante el trabajo es parecido a la mayoría de los años.**

Las características de los experimentos fueron las siguientes:

Los sitios experimentales se localizaron en terrenos de agricultores de la región, situándose éstos en las comunidades de Huehuetlán el Chico, Tlancualpicán y Jolalpan.

Los factores en estudio del presente trabajo fueron: fuentes de nitrógeno y fósforo, época de aplicación, dosis de nitrógeno, fósforo y potasio, densidad de población y

arreglo topológico.

La matriz experimental consistió en un diseño de tratamiento que usa una matriz mixta. El diseño experimental fue de parcelas divididas con dos repeticiones, utilizando dos surcos de 6 metros de largo como tamaño de parcela experimental.

Durante el desarrollo de los experimentos, éstos se visitaron continuamente para ir observando la respuesta a los factores estudiados y tomar las observaciones pertinentes.

Posteriormente, cuando el cultivar llegó a su madurez fisiológica, se cosecharon las parcelas útiles determinando el número de plantas, matas, daños por plaga y pudrición y fallas de polinización, tomándose muestras para obtener el por ciento de humedad y el factor de desgrane. En base a estas determinaciones se hicieron las correcciones necesarias para determinar el rendimiento en kg/ha para cada parcela experimental.

Luego se realizó un análisis de varianza para determinar diferencias entre tratamientos. Posteriormente se utilizaron las técnicas de regresión para descomponer la SC de tratamientos en SC debidas al modelo cuadrático y falta de ajuste.

En el experimento 26 no hubo efectos significativos a ninguno de los factores estudiados, la DOE se obtiene con los niveles bajos de cada factor.

En el experimento 25 sólo pudo obtenerse el óptimo económico para el factor dosis de fertilizante fosfórico, ya que para los otros, los resultados no se ajustaron al modelo cuadrático de rendimiento. Estos resultados se debieron principalmente a las malas condiciones climáticas que imperaron durante el desarrollo de los experimentos.

XI. BIBLIOGRAFIA

1. Anónimo. 1974. Plan Puebla: siete años de experiencia: 1967—1973. CIMMYT. El Batán, México.
2. Buckman, y Brady. 1970. Naturaleza y propiedad de los suelos. Trad. de la 1a. ed. en inglés. 1a. ed. España., UTEHA.
3. CEICADAR. 1977. Plan Chiautla. estrategias, avances y perspectivas. I Informe Anual 1976. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
4. Cochran, W.C. y G.M. Cox. 1974. Diseños experimentales. Trad. de la 2a. ed. en inglés. 1a. ed. México., Trillas.
5. Chiautla. 1977. II Informe anual. estimación de rendimientos de maíz. Archivo del Plan Chiautla, Puebla.
6. Diakité, L. 1978. Evaluación del área de influencia del Plan Chiautla, Estado de Puebla. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
7. Estrada, L.L.A. 1977. El agrosistema, un método práctico y preciso para diseñar tecnología de producción para el cultivo de maíz bajo condiciones de temporal en la parte Sur de Tlaxcala. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
8. García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Ed. Instituto de Geografía, México.
9. Laird, R.J. 1977. Investigación agronómica para el desarrollo de la agricultura tradicional. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados. ENA. Chapingo, México.
10. Little, T.M. y F.J. Hills. 1976. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trad. 2a. ed. en inglés. 1a. ed. México, Trillas.
11. Manual de Fertilizantes. 1978. National Plant Food Institute. Trad. 1a. ed. en inglés. 2a. ed. México, Limusa.

12. Mendez, A.M. 1978. Normas para escribir artículos científicos agrícolas. SARH-INIA, Unidad de Divulgación, México.
13. Miranda, F. y E.H. Xolocotsi. 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México. Colegio de Postgraduados. SARH. Chapingo, México.
14. Ocampo, M.J. 1979. Respuesta del nitrógeno, fósforo y densidad de población en el rendimiento de grano de maíz de temporal en dos agrosistemas de planicie y lomerío en la región de Chiautla, Puebla. Tesis Ing. Agrónomo. Escuela Superior de Agricultura, Universidad de Nayarit.
15. Pardinas, F. 1979. Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales; introducción elemental. Siglo XXI Editores. 19a. ed. México.
16. Perrin, R.K., D.L. Winkelmann, E.R. Moscardi y J.R. Anderson. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. CIMMYT. México.
17. Ramírez, R.J. 1978. Respuesta del maíz a algunos factores de la producción en dos agrosistemas de la región de Chiautla, Puebla. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez".
18. Turrent, F.A. y R.J. Laird. 1978. La matriz experimental Plan Puebla para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos. Escritos sobre la metodología de investigación en productividad de agrosistemas. No. 1. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
19. Turrent, F.A. 1976. El registro de observaciones durante el desarrollo de un experimento de productividad. Escrito sobre la metodología de investigación en productividad de agrosistemas. No. 2. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

20. Turrent, F.A. 1978. El agrosistema, un concepto útil dentro de la disciplina de productividad. Escritos sobre la metodología de la investigación en productividad de agrosistemas. No. 3. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
21. Turrent, F.A. 1978. Evidencia sobre la necesidad de desarrollar una investigación multifactorial integrada para la agricultura de temporal. Escritos sobre la metodología de investigación en productividad de agrosistemas. No. 4. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
22. Turrent, F.A. 1978. El método gráfico estadístico para la interpretación económica de experimentos conducidos con la matriz Plan Puebla I. Escritos sobre la metodología de la investigación en productividad de agrosistemas. No. 5. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
23. Turrent, F.A. 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 agrosistemas. No. 6. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

IX. CONCLUSIONES

Referente a las hipótesis planteadas en un principio, y tomando en cuenta los resultados y la discusión de los mismos, se puede concluir lo siguiente:

De las Hipótesis:

1. De los dos experimentos establecidos en el agrosistema de estudio, sólo se tuvo diferencia significativa al fósforo en uno de ellos y en una sola parcela grande, por lo que al no haber significancia a los tres factores, se rechaza esta hipótesis.

2. Como tampoco hubo significancia a la época de aplicación ni a la fuente de fertilizante, esta hipótesis es de igual forma rechazada.

3. Como no se observó un cambio significativo en el rendimiento al adicionar potasio al suelo, la hipótesis es igualmente rechazada.

4. Debido a la gran variación que presentaron los resultados, también se rechaza, o no puede concluirse nada referente a que el arreglo topológico esté afectando el rendimiento.

De los Supuestos:

5. El supuesto 1 es funcional en la región, ya que el agricultor posee mucha experiencia para realizar todas las labores.

6. En cuanto a los supuestos 2 y 3, es imposible concluir algo, pues sólo se analizaron dos experimentos y se requiere un mínimo de tres por agrosistema.

7. Es necesario continuar realizando este tipo de trabajos para obtener más información respecto a la variación de los factores inmodificables, captar ésta, y así en un futuro, tener mayor precisión al dar una recomendación por agrosistema que redunde en un mayor beneficio para los agricultores del área de influencia del Plan Chiautla, y particularmente, de los de la Zona II de éste.

